

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/71

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	J2-9531
<b>Naslov projekta</b>	Kondenzirane ionske tekočine in njihova uporaba v elektrokrovnih sklopih
<b>Vodja projekta</b>	14121 Angela Šurca Vuk
<b>Tip projekta</b>	J Temeljni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	2.835
<b>Cenovni razred</b>	D
<b>Trajanje projekta</b>	01.2007 - 12.2009
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	104 Kemijski inštitut
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13. Splošni napredek znanja - RiR financiran iz drugih virov (ne iz splošnih univerzitetnih fondov - SUF)

#### 2. Sofinancerji<sup>1</sup>

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

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

Rezultati, ki smo jih zbrali že v začetku tega projekta, so bili zelo ohrabrujoči in so omogočili naše sodelovanje v EU projektu Innoshade, z naslovom »Innovative Switchable Shading Appliances based on Nano-materials and Hybrid Electrochemical Device Configurations«, 1. 9. 2008 – 31. 8. 2012, št. pogodbe 200431. Ta EU projekt zadeva inovativno tehnologijo preklopnih elektrokrovnih sklopov, ki so bili predhodno že razviti za majhne aplikacije (očala). Innoshade EU projekt teži k razvoju nizkocenovnih elektrokrovnih sklopov z majhno porabo energije in hitrim odzivom. Stopnja prenosa

vidne in infrardeče svetlobe želimo nadzorovati iz varnostnih razlogov, pa tudi zaradi zagotavljanja udobja in prihranka energije. Poglavitni cilj tega EU projekta je prenos tehnologije v proizvodnjo, pa tudi študij bazičnih nanotehnoških procesov, ki so osnova te tehnologije od laboratorijske skale, pa do pilotne linije. Namen projekta je raziskati to tehnologijo in jo razširiti med več možnih uporabniških skupin in industrij. Med njimi, tudi kot partner v Innoshade EU projektu, je Gorenje, d.d., ki se zanima za razvoj hladilnika z elektrokromnimi vrati. Glavni namen tega projekta je priprava EC sklopa na plastičnih ITO folijah, ki bi omogočale »coil-coating« depozicijo tankih filmov, s čimer bi se znatno reducirali stroški priprave EC sklopov.

Elektrolit je še vedno najšibkejši člen EC sklopov, zato so prav raziskave elektrolitov in njihove kompatibilnosti z optično aktivnimi (prevodni polimeri kot PEDOT,...; katodni  $\text{WO}_3$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  materiali; anodni Ni- in Co-oksidi) in nasprotnimi ( $\text{V}_2\text{O}_5$ , Fe/Li-oksidi,  $\text{CeVO}_4$ ,...) elektrodami zelo pomembne. Ta projekt (J2-9531) je zato ponujal možnost za nadaljevanje naših raziskav alkoksifunkcionaliziranih imidazolijevih ionskih tekočin, pri čemer smo njihove strukture razširili z jodidov tudi na druge anione, ki smo jih lahko uporabili tudi v EC sklopih. Projekt je omogočil raziskave sinteznih postopkov ionskih tekočin, njihovo karakterizacijo, pripravo redoks elektrolitov z  $\text{I}_3^-/\text{I}^-$  redoks parom za hibridne EC sklope ( $\text{WO}_3$  optično aktivni film, Pt/FTO steklo kot nasprotna elektroda) in pripravo elektrolitov na osnovi ionskih tekočin z  $\text{Li}^+$  ioni za baterijski tip EC sklopov ( $\text{WO}_3$  ali PEDOT optično aktiven film; različne nasprotnne elektrode).

V okviru tega projekta smo študirali 13 jodidnih ionskih tekočin, eno bromidno ionsko tekočino (čiščenje reakcijskega produkta ni bilo uspešno), eno kloridno ionsko tekočino in štiri mezilatne ionske tekočine, ki so bile enostransko ali dvostransko funkcionalizirane in so omogočale sol-gel reakcije hidrolize (solvolize) in kondenzacije z ene ali obeh strani molekule. Imidazolijev obroč smo dodatno funkcionalizirali še s kratkimi organskimi skupinami, predvsem z namenom, da bi povečali fleksibilnost gelov. Pokazalo se je, da elektroliti, pripravljene iz enostransko funkcionaliziranih ionskih tekočin, ne gelirajo celo po enem mesecu (prevodnost  $\sim 10^4$  S/cm). Po drugi strani pa so dvostransko funkcionalizirane molekule kondenzirale hitro ( $\sim 5$  h), s časom pa prešle v goste in krhke gele (prevodnost je padla od  $10^{-4}$  do  $10^{-6}$  S/cm), po nastanku gela pa so še vedno vsebovale alkoksi skupine zaradi steričnih ovir med tvorbo mreže. Z namenom, da bi preprečili nastanek krhkih gelov, smo dodali alkil-funkcionalizirane in ne-reaktivne ionske tekočine dvostransko funkcionaliziranim ionskim tekočinom, kar je vodilo k prevodnostim velikostnega reda  $10^{-4}$  –  $10^{-2}$  S/cm, odvisno od aniona. Med vsemi sintetiziranimi ionskimi tekočinami, smo največ raziskovali:

(i) jodidne ionske tekočine:

- enostransko funkcionaliziran 1-(2-(2-metoksietoksi)etil) 3-(3-(3 metoksisilil)propil)imidazolijev jodid (MC032)
- dvostransko funkcionaliziran 1,14 bis(3-(3-(3 metoksisilil)propil))imidazolijev 1-il)-3,6,9 trioksa undekcan jodid (MC060)
- 1-metil-3-propil imidazolijev jodid (MPImI)

(ii) mezilatne ionske tekočine:

- 1-(2-(2-metoksietoksi)etoksi)etil-3-(3-(trimetoksisilil)propil)imidazolijev mezilat (MC201)
- 1,14-bis(3-(3-(3-metoksisilil)propil)imidazolijev 1-il)-3,6,9 trioksa undekan dimezilat (MC213)
- 1-metil-3-propil imidazolijev mezilat (MC215)
- 3-metil-1-(2,5,8,11,14,17,20,23,26,29,32-undekaoksapentatriakontan 35 il)-1H imidazolijev mezilat (MC252)

(iii) Bis N-trietoksisililpropilkarbamatoil poli(etilenoksid) (PEO) 400 (krajše PEOCS): Poleg ionskih tekočin smo sintetizirali tudi organsko-anorganski hibrid PEOCS, ki združuje PEO verigo (MW 400) in alkoksisililne skupine na obeh straneh molekule.

(i) Izkazalo se je, da smo najboljše vrednosti prevodnosti  $10^{-3} - 10^{-2}$  S/cm dosegli za redoks elektrolite, pripravljene iz dvostransko funkcionalizirane MC060 in ne-reaktivne MPImI z 10 mol%  $I_2$ . Te elektrolite smo pripravili z različnimi molskimi razmerji MC060:MPImI (od 1:0.25 do 1:15). Geli, ki smo jih pripravili z molskim razmerjem nad MC060:MPImI > 1:2, so ohranili svojo elastičnost tudi do enega meseca. Ramanske meritve so pokazale, da dodatek joda vodi do nastanka  $I_3^-$  ionov, ki so potrebni za delovanje hibridnih EC sklopov in fotoelektrokemijskih celic Grätzlovega tipa v skladu z reakcijo  $I_3^- + 2e^- \leftrightarrow I^-$  na Pt katalizatorju. ATR IR spektroskopijo pa smo uporabili za zasledovanje reakcij solvolize in kondenzacije po dodatku koncentrirane očetne kisline, ki smo jo največkrat uporabili za začetek sol-gel reakcij. Ti elektroliti so bili rjavo obarvani in so ostali svetlo rjavi tudi, ko smo jih v obliki tanke plasti aplicirali v celicah. Redoks elektrolit z molskim razmerjem ionskih tekočin MC060:MPImI = 1:10 in 10 mol%  $I_2$  smo uporabili v hibridni EC celici z vakuumsko nanešenim optično aktivnim  $WO_3$  tankim filmom in Pt/FTO nasprotno elektrodo. EC sklop je dosegel optično modulacijo do 40 % pri valovni dolžini 634 nm in smo ga uspešno testirali preko 9000 ciklov obarvanja in razbarvanja. Litijeve ione, ki so potrebni za delovanje sklopa, smo v celico vnesli preko elektrokemijske litiacije  $WO_3$  filma neposredno pred sestavo sklopa. Po 9000 ciklih se je začel optični odziv sklopa počasi zmanjševati, vendar pa je izgled elektrolita v sklopu ostal nespremenjen, brez kakršnihkoli napak.

(ii) Mezilatne ionske tekočine smo sintetizirali z namenom, pripraviti litiirane elektrolite, ki bi bili uporabni tudi v baterijskem tipu EC sklopov. Elektrolite smo pripravili kot mešanice dvostransko in enostransko alkoksi-funkcionaliziranih ionskih tekočin v molskem razmerju MC213:MC 201 = 1:1 in z dodatkom litijevega bistrifluorometansulfonimida (LiTFSI) kot litijeve soli. Solvolizo in kondenzacijo smo sprožili s koncentrirano očetno kislino. Ta elektrolit smo aplicirali v EC sklop s prevodnim polimerom poli(3,4-etilendioksitiofenom) (PEDOT) kot optično aktivnim tankim filmom in  $V_2O_5$  (150 °C) in Sn/Mo-oksdom (200 °C) kot nasprotno elektrodo. EC sklop je deloval, vendar se je odziv zmanjšal po nekaj dneh zaradi staranja elektrolita in njegove nadaljnje kondenzacije. To se sklada z meritvami prevodnosti, ki so pokazale začetno vrednost prevodnosti  $1 \times 10^{-3}$  S/cm, ki se je nato po 5 dneh zmanjšala na  $2.3 \times 10^{-4}$  S/cm, po 6 dneh pa na  $.7 \times 10^{-6}$  S/cm. Razlog za zmanjšanje prevodnosti je nastanek fosta gela, kar lahko vpliva tudi na meritve prevodnosti preko delaminacije gela od Pt elektrod, ali pa gel preprosto postane zelo gost zaradi nadaljnje kondenzacije. S tega stališča je pomembna priprava elektrolita na osnovi mešanice dvostransko funkcionalizirane in ne-reaktivne mezilatne ionske tekočine MC213:MC215 in MC213:MC252 v molskem razmerju 1:10 (1:5 in druga). V tem primeru smo dodajali LiTFSI, priprava MC252 pa je znatno izboljšala topnost LiTFSI v elektrolitu. Koncentrirano očetno kislino smo uporabili za začetek reakcij solvolize in kondenzacije. Te raziskave še potekajo. Mezilatne ionske tekočine so rahlo oranžne barve, ko so aplicirane v obliki tanke plasti, pa so brezbarvne.

(iii) Poleg ionskih tekočin smo sintetizirali tudi dvostransko funkcionalizirani organsko-anorganski hibrid na osnovi poli(etilenoksida) - bis N-trietoksisililpropilkarbamatoil (PEO) 400 (krajše PEOCS). PEOCS je zanimiva spojina, saj je prepustna, kondenzira v elastične gele, raztaplja litijeve soli, je kompatibilna s so-topili in ionskimi tekočinami tudi mezilatnimi ionskimi tekočinami, njena adhezija na različne substrate pa je dobra zaradi prisotnosti trialkoksisililnih skupin. Elektrolite na osnovi PEOCS smo pripravili z različnimi so-topili, in sicer 1-metil-2-pirolidonom in  $\gamma$ -butirolaktonom, najprej v

molskem razmerju 1:1. Vključili smo različne litijeve soli, na primer litijev bistrifluorometansulfonimid (LiTFSI), litijev trifluorometansulfonat (LiTFMS), litijev tetrafluoroborat ( $\text{LiBF}_4$ ) in litijev mezilat (LiOMs ( $\text{LiCH}_3\text{SO}_3$ )). V primeru, ko smo elektrolite pripravili iz PEOCS, so-topila 1-metil-2-pirolidona in različnih litijevih soli, smo največje prevodnosti dosegli z dodatkom LiTFSI. Vendar pa je med procesom kondenzacije struktura sol-gel mreže postala vedno bolj gosta, kar je vodilo do padca prevodnosti. Presenetljivo je bilo, da je dodatek LiOMs vodil do elektrolita z najnižjimi vrednostmi prevodnosti, in sicer  $10^{-5}$  do  $10^{-6}$  S/cm. Pokazali smo tudi, da ti elektroliti vodijo do nastanka membran, če jih sušimo v tanki plasti v teflonskih modelih. Pri gelaciji večjih količin elektrolita pa so bili nastali geli elastični in prepustni, vendar so po mesecu dni postali krhki.

Elektroliti z  $\gamma$ -butirolaktonom so se obnašali podobno pri molskem razmerju PEOCS: $\gamma$ -butirolakton = 1:1, vendar so bile začetne prevodnosti nekoliko višje kot pri 1-metil-2-pirolidonu. Iz tega razloga smo pripravili elektrolite z večjim molskim razmerjem PEOCS:  $\gamma$ -butirolakton (= 1:15, 1:20) in LiTFSI. Adhezija elektrolitov s so-topili na FTO stekla in različne ITO-plastike je bila dobra, pri največjem uporabljenem molskem razmerju (1:20) pa se je zmanjšala.

Opisane elektrolite smo uporabili v baterijskem tipu EC sklopov s prevodnim polimerom PEDOT kot optično aktivno tanko plastjo na ITO-plastičnem substratu in  $\text{V}_2\text{O}_5$  ( $150^\circ\text{C}$ ) kot nasprotno elektrodo na FTO steklu. Sklope smo pripravili z elektroliti z različnimi molskimi razmerji PEOCS:  $\gamma$ -butirolakton (1:1, 1:15, 1:20) in različnimi količinami LiTFSI. Koncentrirano očetno kislino smo uporabili za solvolizo in kondenzacijo. Za primerjavo smo pripravili tudi EC sklop na samo ITO-plastičnih substratih in lastnosti so bile primerljive lastnostim EC sklopov, ki so imeli nasprotno elektrodo nanešeno na FTO steklo. Primerjavo optičnih odzivov vseh pripravljenih EC sklopov smo izvedli z izračunom fotopičnih prepustnosti. Enake elektrolite smo uporabili tudi v EC sklopih z anorganskimi tankimi plastmi:  $\text{WO}_3$  kot optično aktivni film in  $\text{CeVO}_4$  ( $500^\circ\text{C}$ , 30 min) kot nasprotno elektrodo. Takšen EC sklop z elektrolitom z molskim razmerjem PEOCS:  $\gamma$ -butirolakton = 1:1 in LiTFSI je dosegel 90 % obarvanja v 30 s in 90 % razbarvanja v 10 s. Sprememba optične prepustnosti je znašala 46 % pri 634 nm, pretečeni naboj pa okoli  $\pm 11$  mC/cm<sup>2</sup>. Sklop smo testirali 360 ciklov. Ko smo pripravili EC sklop z PEOCS:  $\gamma$ -butirolaktonom = 1:20 in več LiTFSI, so se v elektrolitu pojavile po 360 ciklih napake.

Priprava nasprotnih elektrod pri temperaturah, ki so primerne za aplikacijo na plastičnih ITO substratih, je velik izziv. Anorganske plasti kot V/Ti-oksid,  $\text{V}_2\text{O}_5$ , Sn/Mo-oksid, Ce/Ti-oksid, Fe/Li-oksid, Ni-oksid in Co-oksid smo sintetizirali in testirali v trielektrodni elektrokemijski celici v elektrolitu 1 M  $\text{LiClO}_4$ /propilen karbonat. Ni- in Co- oksidne tanke plasti so zanimive predvsem s stališča, da so anodni materiali, kar pomeni, da se obarvajo komplementarno katodnemu materialu  $\text{WO}_3$ . Drugi naštetni materiali so katodni materiali, vendar je njihovo obarvanje majhno.

Vse te raziskave smo naredili z različnimi eksperimentalnimi tehnikami. Osnovne strukturne študije elektrolitov in tankih filmov smo naredili z IR in Ramansko spektroskopijo, <sup>29</sup>Si NMR spektroskopijo, SRD, SEM in AFM meritvami. Prevodnosti smo določili z električno impedančno spektroskopijo (EIS). Pripravljene EC sklope smo testirali glede na njihovo optično spremembo in zmožnost elektrokemičnega ciklanja z in-situ UV-vidno absorbančno spektroeletrokemijo. Transmisijsko in refleksijsko-absorpcijsko IR spektroskopijo z nizkim kotom oplazenja smo uporabili za ex-situ in in-situ IR spektroeletrokemijsko analizo tankih elektrokromnih filmov, s tem pa dobili informacijo o strukturnih spremembah, ki potekajo v filmih med oksidacijsko/redukcijskimi procesi.

#### 4. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

Ocenjujemo, da so zastavljeni cilji tega projekta realizirani v celoti. V okviru tega projekta smo sintetizirali 13 jodidnih ionskih tekočin, eno bromidno ionsko tekočino (čiščenje reakcijskega produkta ni bilo uspešno), eno kloridno ionsko tekočino in štiri mezilatne ionske tekočine, ki so bile enostransko ali dvostransko funkcionalizirane in so omogočale sol-gel reakcije hidrolize (solvolize) in kondenzacije z ene ali obeh strani molekule. Podroben študij elektrolitov kot mešanic sintetiziranih alkoksi-funkcionaliziranih ionskih tekočin in različnih ne-reaktivnih ionskih tekočin ali so-topil smo opravili na tistih ionskih tekočinah, ki so izkazovale najboljše lastnosti. Pripravljene elektrolite smo uporabili v različnih EC sklopih in pokazali, da sklopi delujejo in imajo tudi ustrezno barvno spremembo. Tako na primer smo jodidne ionske tekočine aplicirali v hibridnih EC sklopih, v katerih smo kot optično aktivno elektrodo uporabili  $WO_3$ , kot nasprotno elektrodo pa Pt, nanešeno na FTO. Elektrolite na osnovi mezilatnih ionskih tekočin in tudi bis N-trietoksisililpropilkarbamatoil poli(etilenoksid) (PEO) 400 (krajše PEOCS) smo aplicirali v EC sklopih baterijskega tipa, ki smo jih pripravili z dvema vrstama elektrokromnih elektrod: PEDOT in  $WO_3$ . Kot nasprotnne elektrode smo testirali različne vrste tankih plasti, ki smo jih pripravili tudi pri nizkih temperaturah, ki so sprejemljive za plastiko. Prav priprava tankih plasti pri nizkih temperaturah ( $< 200\text{ }^\circ\text{C}$ ) predstavlja velik izziv za anorganske materiale kot so  $V_2O_5$ , Fe/Li-oksidi, V/Ti-oksidi, Sn/Mo-oksidi, Ni-oksidi in Co-oksidi. Uspešno smo pripravili EC sklope s PEDOT in  $V_2O_5$ , pripravljenim pri  $150\text{ }^\circ\text{C}$ , medtem ko smo v sklopih z  $WO_3$  uporabili tudi visokotemperaturni  $CeVO_4$  ( $500\text{ }^\circ\text{C}$ , 30 min).

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta<sup>4</sup>

Ni bilo sprememb programa raziskovalnega projekta.

#### 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	<p><i>SLO</i> Derivati ionske tekočine na osnovi imidazolija za uporabo v elektrokromnih sklopih</p> <p><i>ANG</i> Imidazolium-based ionic liquid derivatives for application in electrochromic devices</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> V članku smo opisali lastnosti sol-gel funkcionaliziranih ionskih tekočin na osnovi imidazolija in njihovo uporabo v EC sklopih. Pripravili smo elektrolite s protonsko prevodnostjo, pa tudi elektrolite z dodatkom litijevih soli. Dosegli smo spremembo fotopične prepustnosti EC sklopov med 30-40 %. Raziskave strukture elektrolitov so pokazale, da se v primeru, ko hidrolizo izvajamo z očetno kislino, acetatni ioni vežejo z vodikovimi vezmi na proton na imidazolijevem obroču, medtem ko hidroliza s trifluoroocetno kislino vodi do nastanka nevezanih trifluoroacetatnih ionov.</p>
		<p><i>ANG</i> This article describes properties of sol-gel functionalised ionic liquids on the basis of imidazolium and their application in EC devices. Electrolytes with protonic conductivity were prepared, as well electrolytes with lithium salts. The achieved change in photopic transmittance of EC devices was from 30-40 %. The investigations of the electrolytes showed that hydrolysis with acetic acid led to hydrogen bonding of acetic anions to proton on imidazolium ring, while in the case of trifluoroacetic acid the anions were not hydrogen bonded. Addition of lithium salts increased ionic conductivity.</p>
Objavljeno v	<p>ŠURCA VUK, Angela, JOVANOVSKI, Vasko, POLLET-VILLARD, Aurelien, JERMAN, Ivan, OREL, Boris. Imidazolium-based ionic liquid derivatives for application in electrochromic devices. Sol. energy mater. sol. cells. [Print ed.], 2008 [online available 19 September 2007], vol. 92, no. 2, str. 126-</p>	

		135. [COBISS.SI-ID 3813146] JCR IF (2007): 2.002, SE (10/64), energy & fuels, x: 1.073, SE (34/189), materials science, multidisciplinary, x: 1.682
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	3813146
2.	Naslov	SLO Ionske tekočine v elektrokromnih sklopih
		ANG Ionic liquids in electrochromic devices
	Opis	SLO Skupaj z italijanskim laboratorijem Prof. Deckerja iz Univerze v Rimu "La Sapienza" smo izdelali EC sklop na osnovi ionske tekočine N-butil-N-metilpirrolidinium bis(trifluorometanesulfonyl)imide, imobilizirane v PEO matriki. V sklopu smo uporabili optično aktivno tanko plast WO <sub>3</sub> in nasprotno elektrodo V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , ki smo ju pripravili v našem laboratoriju. Ta sklop je prenesel 2000 ciklov obarvanja in razbarvanja, naboj pa se je prek sklopa prenesel v manj kot 100 s pri sobni temperaturi. EC sklop se je pri tem z začetnih 80% prepustnosti obarval do okoli 30% prepustnosti pri valovni dolžini 650 nm.
		ANG Together with the laboratory of Prof. Decker from University of Rome »La Sapienza« we prepared EC device on the basis of ionic liquid N-butyl-N-methylpyrrolidinium bis(trifluoromethanesulphonyl)imide, immobilised in PEO matrix. In this EC device we used optically active WO <sub>3</sub> and V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> counter electrode, which were prepared in our laboratory. This EC device was tested over 2000 cycles of colouring and bleaching, and the charge was transferred in less than 100 s. The optical modulation was from initial 80% in the bleached state to around 30% in the coloured state at wavelength of 650 nm.
	Objavljeno v	BRAZIER, A..., APPETECCHI, Giovanni Batista, PASSERINI, Stefano, ŠURCA VUK, Angela, OREL, Boris, DONSANTI, Frederique, DECKER, Franco. Ionic liquids in electrochromic devices. Electrochim. acta. [Print ed.], 2007, vol. 52, no. 14, str. 4792-4797. [COBISS.SI-ID 3680794]
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	3680794
3.	Naslov	SLO Ionska prevodnost, infrardeča in Ramanska spektroskopska študija ionske tekočine 1-metil-3-propilimidazolium jodid z dodatkom joda
		ANG Ionic conductivity, infrared and Raman spectroscopic studies of 1-methyl-3-propylimidazolium iodide ionic liquid with added iodine
	Opis	SLO V članku poročamo o in-situ Ramanski spektroelektrokemijski študiji ionske tekočine 1-metil-3-propilimidazolijev jodid MPI <sub>m</sub> +I <sub>x</sub> <sup>-</sup> (x = 1 in 3). Podana je tudi primerjava med in-situ spektri in Ramanskimi spektri kemično pripravljenih MPI <sub>m</sub> +I <sub>x</sub> <sup>-</sup> vzorcev. Razčlenili smo tvorbo različnih polijodidov v vzorcih z različno sestavo (1 < x < 5), prisotnost polijodidov pa nadalje korelirali s porastom prevodnosti. Dvostopenjski porast prevodnosti se je odražal tudi v zmanjšanju vodikovih vezi med C-H skupinami obroča in polijodidi.
		ANG In this work an in-situ Raman spectroelectrochemical study of the ionic liquid 1-methyl-3-propylimidazolium iodide MPI <sub>m</sub> +I <sub>x</sub> <sup>-</sup> (x = 1 and 3) is presented. The in-situ Raman spectra were compared with those obtained for chemically formed MPI <sub>m</sub> +I <sub>x</sub> <sup>-</sup> compositions. The article describes the formation of various polyiodides for different compositions (1 < x < 5), and their presence was correlated with enhanced ionic conductivity. Two-step conductivity increase was also reflected in decrease of the hydrogen bond interactions between the C-H ring groups and polyiodides.
	Objavljeno v	JERMAN, Ivan, JOVANOVSKI, Vasko, ŠURCA VUK, Angela, HOČEVAR, Samo B., GABERŠČEK, Miran, JESIH, Adolf, OREL, Boris. Ionic conductivity, infrared and Raman spectroscopic studies of 1-methyl-3-propylimidazolium iodide ionic liquid with added iodine. Electrochim. acta. [Print ed.], 2008, vol. 53, no. 5, str. 2281-2288. [COBISS.SI-ID 3813402] JCR IF (2007): 2.848, SE (7/23), electrochemistry, x: 1.992
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	3813402	
4.	Naslov	SLO Li <sup>+</sup> porazdelitev v V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> filmih kot posledica elektrokemijskih interkalacijskih reakcij

		ANG	Li+ distribution into V2O5 films resulting from electrochemical intercalation reactions
Opis		SLO	Študirali smo tanke plasti V2O5 nanesene na ITO steklu glede na Li+ interkalacijo z različnimi metodami: sekundarno ionsko masno spektroskopijo (SIMS), elektrokemijsko interkalacijo-deinterkalacijo litijevih ionov s ciklično voltometrijo s počasnim preletom potenciala (SSCV) in potenciostatično prekinitveno titracijsko tehniko (PITT). Pokazali smo, da je porazdelitev Li+ v oksidnem filmu vedno precej nehomogena in da moramo v eksperimentih z elektrodami velikosti nad nekaj cm <sup>2</sup> vedno upoštevati različne difuzijske poti (paralelne in pravokotne na vmesno ploskev).
		ANG	We studied interface effects of thin film V2O5 electrodes on top of ITO glass for Li+ intercalation by means of: depth-profiling by secondary ion mass spectroscopy (SIMS), electrochemical insertion-extraction of lithium ions by slow-scan cyclic voltammetry (SSCV) and by potentiostatic intermittent titration technique (PITT). We showed that Li+ distribution inside the oxide film is always far from homogeneous, and that different diffusion paths (parallel to interfaces as well as perpendicular to them) have to be considered in experiments with electrodes having areas of few cm <sup>2</sup> .
Objavljeno v			DECKER, Franco, DONSANTI, Frederique, SALVI, Anna Maria, IBRIS, Neluta, CASTLE, James E., MARTIN, Franz, ALAMARGUY, David, ŠURCA VUK, Angela, OREL, Boris, LOURENCO, Airton. Li <sup>[sup]</sup> + distribution into V <sub>[sub]</sub> 2O <sub>[sub]</sub> 5 films resulting from electrochemical intercalation reactions. J. Braz. Chem. Soc., str. 667-671. [COBISS.SI-ID 3948058] tipologija 1.08 -> 1.01
Tipologija			1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID			3948058
5.	Naslov	SLO	Strukturna in korozijska študija trietoksisilil funkcionaliziranih POSS prevlek na AA 2024 zlitini
		ANG	A structural and corrosion study of triethoxysilyl functionalized POSS coatings on AA 2024 alloy
	Opis	SLO	Sintetizirali smo nov bifunkcionalni poliedrični oligomerni silseskviokساني (POSS) prekursor RxRy(SiO <sub>3</sub> /2) <sub>8</sub> , (x+y = 8), in ga funkcionalizirali s 3-(N-(3-trietoksisililpropil)ureido)propilnimi in izooktilnimi skupinami. Na osnovi tega prekursorja smo s kislinsko hidrolizo pripravili prevleke, z namenom njihove uporabe kot antikorozijske prevleke za zlitino AA 2024. Članek je pomemben za ta projekt, saj smo s karakterizacijo strukturnih značilnosti prevlek vpeljali nove IR spektroskopske pristope za raziskave sol-gel materialov.
		ANG	A novel bifunctional polyhedral oligomeric silsesquioxane (POSS) based silane precursor RxRy(SiO <sub>3</sub> /2) <sub>8</sub> , (x+y = 8), bearing 3-(N-(3-triethoxysilylpropyl)ureido)propyl and isoctyl groups was synthesized, and the corresponding coatings were prepared under the acid hydrolysis conditions and studied to assess their corrosion inhibition for AA 2024 alloy. The article is important for this project, because with the characterisation of structural properties of the coatings we introduced new IR spectroscopic approaches for the investigation of sol-gel materials.
	Objavljeno v		JERMAN, Ivan, ŠURCA VUK, Angela, KOŽELJ, Matjaž, OREL, Boris, KOVAČ, Janez. A structural and corrosion study of triethoxysilyl functionalized POSS coatings on AA 2024 alloy. Langmuir, 2008, vol. 24, no. 9, str. 5029-5037, doi: 10.1021/la7037262. [COBISS.SI-ID 3889178]
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		3889178	

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Nanokompozitni elektrolit za fotoelektrokemijske celice, pripravljen na osnovi sol-gel funkcionaliziranih imidazolijevih ionskih tekočin
		ANG	A nanocomposite electrolyte for dye-sensitised photoelectrochemical cell based on sol-gel functionalized imidazolium ionic liquids
			V predavanju smo opisali lastnosti enostransko in dvostransko alkoksi funkcionalizirane jodidne ionske tekočine na osnovi imidazolija, ki omogoča

	Opis	SLO	pripravo kvazi-trdnih elektrolitov na osnovi reakcij hidrolize in kondenzacije. Fleksibilnost kondenzirane sol-gel mreže smo povečali z dodatkom kratkih organskih skupin na imidazolijevе obročē. Delovanje tako pripravljenih redoks elektrolitov z jodom smo preverili v fotoelektrokemijskih celicah Grätzlovega tipa in dosegli učinkovitosti od 0.8 do 3.4 %.
		ANG	In the lecture we described the properties of single and bis end-capped alkoxy functionalised iodide ionic liquids on the basis of imidazolium, enabling the preparation of quasi-solid electrolytes on the basis of reactions of hydrolysis and condensation. Flexibility of the sol-gel network was increased by the addition of short organic chains on imidazolium rings. Functioning of such redox electrolytes with added iodine was checked in photoelectrochemical cells of Grätzel type and efficiency from 0.8 to 3.4 % was achieved.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	ČOLOVIĆ, Marija, URBAS, Teja, KOŽELJ, Matjaž, LIANOS, Panagiotis, ŠURCA VUK, Angela, OREL, Boris. A nanocomposite electrolyte for dye-sensitised photoelectrochemical cell based on sol-gel functionalized imidazolium ionic liquids. V: 216th ECS Meeting, Vienna, Austria, October 4-9, 2009. Meeting abstracts, (Meeting abstracts, MA 2009-02). [S.l.]: The Electrochemical Society, 2009, 1 str. [COBISS.SI-ID 4295194]	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
COBISS.SI-ID	4295194		
2.	Naslov	SLO	Preglovo nagrado Kemijskega inštituta za izjemno doktorsko delo na področju kemije in sorodnih ved
		ANG	Pregel prize of National Institute of Chemistry for exceptional PhD in the field of chemistry and similar sciences
	Opis	SLO	Vasko Jovanovski je za svojo doktorsko disertacijo, ki se je izvajala tudi v okviru tega projekta, prejel "Preglovo nagrado Kemijskega inštituta za izjemno doktorsko delo na področju kemije in sorodnih ved". Dogodek je dokumentiran na internetni strani Kemijskega inštituta (www.ki.si).
		SLO	Vasko JOVANOVSki, Priprava elektrolitov na osnovi ionskih tekočin in njihova uporaba v fotoelektrokemijskih celicah, Doktorska disertacija, Ljubljana, 2007. (A.07 Doktorat - [COBISS.SI-ID 28768005] ) (Mentor: Boris Orel; Mentor na ARRS: Angela Šurca Vuk).
	ANG	ANG	Vasko Jovanovski achieved »Pregel prize of National Institute of Chemistry for exceptional PhD in the field of chemistry and similar sciences«. This event is documented on the internet page on National Institute of Chemistry (www.ki.si).
		ANG	Vasko JOVANOVSki, Preparation of electrolytes on the basis of ionic liquids and their application in photoelectrochemical cells, Ph.D. dissertation, Ljubljana, 2007. (A.07 Ph.D. - [COBISS.SI-ID 28768005] ) (Mentor: Boris Orel; Mentor at ARRS: Angela Šurca Vuk).
	Šifra	E.01 Domače nagrade	
Objavljeno v	JOVANOVSki, Vasko. Priprava elektrolitov na osnovi ionskih tekočin in njihova uporaba v fotoelektrokemijskih celicah : doktorska disertacija. Ljubljana: [V. Jovanovski], 2007. 144 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 28768005]		
Tipologija	2.08 Doktorska disertacija		
COBISS.SI-ID	28768005		
3.	Naslov	SLO	Sol-gel materiali z multifunkcionalnimi lastnostmi za različne aplikacije
		ANG	Sol-Gel Materials with multifunctional properties for versatile applications
	Opis	SLO	V predavanju sem opisala različna področja priprave materialov po sol-gel postopkih, na katerih delujemo v Laboratoriju za spektroskopijo materialov. Predvsem sem se posvetila pripravi sol-gel funkcionaliziranih ionskih tekočin in njihovi uporabi v elektrokromnih celicah, lastnostim tankih plasti za nasprotno elektrode (CeVO <sub>4</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , V/Ti-oksidi,...), pripravi različnih organsko-anorganskih hibridov za aplikacije na področju zaščite različnih materialov (tekstil, kovine,...) in priprave materialov s specifičnimi lastnostmi.
			This lecture describes various fields of sol-gel materials, on which we work in



		ANG	Laboratory for Spectroscopy of Materials. Mainly I devoted to the preparation of sol-gel functionalised ionic liquids and their application in electrochromic cells, properties of thin layers for counter electrodes (CeVO <sub>4</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , V/Ti-oxide,...), preparation of various organic-inorganic hybrids for application in the field of protection of different materials (textile, metals,...) and preparation of materials with specific properties.
	Šifra		B.06 Drugo
	Objavljeno v		ŠURCA VUK, Angela. Sol-gel materials with multifunctional properties for versatile applications : [lecture at Sol-Gel Division]. Calcutta [India]: Council of Scientific & Industrial Research, Central Glass & Ceramic Research Institute, 10 December 2007. [COBISS.SI-ID 3869466]
	Tipologija		3.14 Predavanja na tuji univerzi
	COBISS.SI-ID		3869466
4.	Naslov	SLO	Multifunkcionalni sol-gel materiali za različne aplikacije (Predavanja na tuji univerzi)
		ANG	Multifunctional sol-gel materials for various applications (Lecture at foreign university)
	Opis	SLO	V predavanju sem opisala različna področja, pri katerih sem sodelovala v Laboratoriju za spektroskopijo materialov, predvsem tanke plasti za nasprotne elektrode (CeVO <sub>4</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , V/Ti-oksidi,...), sol-gel funkcionalizirane ionske tekočine in njihova uporaba v elektrokromnih celicah, priprava različnih organsko-anorganskih hibridov (PDMSU) in poliedričnih oligomernih silseskvioksanov.
		ANG	This lecture describes various fields of investigation, in which I collaborated in the Laboratory for Spectroscopy of Materials, above all thin films for counter electrodes (CeVO <sub>4</sub> , V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , V/Ti-oksidi,...), sol-gel functionalised ionic liquids and their application in electrochromic cells, preparation of various organic-inorganic hybrids (PDMS) and polyhedral oligomeric silsesquioxanes.
	Šifra		B.06 Drugo
	Objavljeno v		ŠURCA VUK, Angela. Multifunctional sol-gel materials for various applications : current works at NIC. Trento (Italia): Università degli Studi di Trento, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e Technologie Industriali, 8 April 2008. [COBISS.SI-ID 3911450]
	Tipologija		3.14 Predavanja na tuji univerzi
COBISS.SI-ID		3911450	
5.	Naslov	SLO	EU projekt Innoshade, Inovativne preklopne naprave na osnovi nano-materialov in konfiguracije hibridnih elektrokemičnih sklopov
		ANG	EU project Innoshade, Innovative Switchable Shading Appliances based on Nano-materials and Hybrid Electrochemical Device Configurations
	Opis	SLO	Prof. Dr. B. Orel vodi slovenske raziskave EU projekta Innoshade, 1. 9. 2008 – 31. 8. 2012, št. pogodbe 200431. Ta EU projekt teži k razvoju nizkocenovnih elektrokromnih sklopov z majhno porabo energije in hitrim odzivom. Poglavitni cilj je prenos tehnologije v proizvodnjo, pa tudi študij bazičnih nanotehnoloških procesov, ki so osnova te tehnologije od laboratorijske skale, pa do pilotne linije. Namen projekta je raziskati to tehnologijo in jo razširiti med več možnih uporabniških skupin in industrij, tudi Gorenje, d.d.
		ANG	Prof. Dr. B. Orel lead slovenian research in EU project Innoshade, 1. 9. 2008 – 31. 8. 2012, contract No 200431. This EU project tends to the development of low cost production of electrochromic (EC) shading appliances with lower energy consumption and fast response. The overall objective of Innoshade EU project is to scale up and study the underlying nanotechnology based processes from laboratory to pilot line production, with the major goal to explore and extend the application potential of the EC devices to several potential user groups and industries.
	Šifra		D.01 Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov
Objavljeno v		EU project Innoshade, Innovative Switchable Shading Appliances based on Nano-materials and Hybrid Electrochemical Device Configurations, Grant agreement N° 200431, Annex I - "Description of Work" OREL, Boris. Nanokompoziti - izziv za raziskave in uporabo : predavanje dobitnika Velike Preglove nagrade za raziskovalno delo v letu 2008. Ljubljana: Kemijski inštitut, 4. junij 2009. [COBISS.SI-ID 4178714] (V	

	okviru predavanje je bilo poročano tudi o rezultatih EU projekta Innoshade).
Tipologija	3.25 Druga izvedena dela
COBISS.SI-ID	4178714

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

<p>Raziskovalec: Dr. Angela Šurca Vuk [14121] Število citatov po letih (za znanstvena dela):</p> <p>Leto Vseh citatov Avtocitatov Čistih citatov Normiranih citatov 2007 67 13 54 42 2008 95 27 68 59 2009 70 10 60 46 2010 28 9 19 14 Skupaj 260 59 201 161</p> <p>Raziskovalec: Dr. Boris Orel [02565] Število citatov po letih (za znanstvena dela):</p> <p>Leto Vseh citatov Avtocitatov Čistih citatov Normiranih citatov 2007 246 23 223 235 2008 267 41 226 235 2009 235 21 214 225 2010 66 9 57 57 Skupaj 814 94 720 752</p>
--

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Ta projekt je pomemben s stališča sintez novih elektrolitov, kondenziranih ionskih tekočin na osnovi silseskvioksanov. Ti elektroliti združujejo odlične lastnosti ionskih tekočin in lastnosti sol-gel kondenzacijskih procesov. V literaturi so opisane različne možnosti za utrjevanje ionskih tekočin, na primer dodajanje gelatorjev z majhno molekulsko maso, dodajanje trdnih delcev (nanodelci SiO<sub>2</sub>, koloidni TiO<sub>2</sub>, ogljikove nanocevice), pa tudi ujemanje ionskih tekočin v različne polimerne, tudi sol-gel mreže, ki pa so bile pripravljene z dodajanjem preprostih alkiltrialkoksilanskih prekursorjev ionskim tekočinam. Pri pristopu, uporabljenem v tem projektu, so alkoksi skupine neposredno vezane na imidazolijev obroč in lahko sodelujejo v sol-gel procesih hidrolize (solvolize) in kondenzacije. Končni produkti so kondenzirane ionske tekočine na osnovi silseskvioksanov. Vpeljava drugih anionov (poleg I<sup>-</sup>) je odprla možnosti za pripravo litiiranih elektrolitov, ki so uporabni tudi za elektrokromne (EC) celice z optično aktivno elektrokromno plastjo prevodnega polimera poli(3,4-etilendioksitiofena) (PEDOT) ali WO<sub>3</sub>. Kot nasprotno elektrode smo pripravili različne tanke plasti pri nizkih temperaturah, primernih tudi za nanos teh plasti na ITO-plastične substrate. Alkoksi-funkcionalizirane ionske tekočine so odprle številne možnosti za osnovne strukturne in elektrokemijske študije, študije mehanizmov hidrolize, solvolize in kondenzacije, mehanizmov prevodnosti in študija stabilnosti elektrolitov. Projekt je znanstveno relevanten tudi po svoji sintezni plati, saj so prekursorji za sinteze elektrolitov novi in komercialno niso dosegljivi.

ANG

This project is important from the point of view of synthesis of new silsesquioxane based condensed ionic liquid electrolytes. The proposed electrolytes combine the excellent properties of ionic liquids and properties of the sol-gel condensation process. In the literature, various possibilities were used for the solidification of ionic liquids, for instance addition of small molecular weight gelators, solid particles (silica nanoparticles, colloidal titania, carbon nanotubes), entrapment in various polymers or even entrapment in sol-gel network, but this networks were formed by the addition of simple alkyltrialkoxysilane sol-gel precursors to the ionic liquids. In the approach applied in this project, alkoxy groups were directly bound on imidazole ring and can take part in processes of hydrolysis (solvolysis) and condensation. The final products are silsesquioxane derivatives of ionic liquids. Introduction of other anions then iodide gives the possibility to prepare lithiated electrolytes, which were applicable in electrochromic (EC) devices with optically active electrochromic layer of conductive polymer

poly(3,4-ethylenedioxythiophen) (PEDOT) or WO<sub>3</sub>. As counter electrodes we prepared various thin films at low temperatures, appropriate also for deposition on ITO-plastic substrates. Alkoxy-functionalised ionic liquids opened numerous possibilities to perform basic structural and electrochemical studies, studies of mechanisms of hydrolysis (solvolysis) and condensation, mechanism of conduction and the stability of electrolytes. The project is scientifically relevant also for its synthesis part, namely, the precursors for the preparation of electrolytes were newly synthesised and are not commercially available.

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Alkoksifunkcionalizirane ionske tekočine omogočajo pripravo elektrolitov za različne elektrokemijske celice, na primer fotoelektrokemijske celice Grätzlovega tipa in elektrokromne (EC) sklope. Prav raziskave teh spojin so nam omogočile naše sodelovanje v EU projektu Innoshade z naslovom »Innovative Switchable Shading Appliances based on Nano-materials and Hybrid Electrochromic Device Configurations“, (1. 9. 2008 – 31. 8. 2012), št. pogodbe 200431. Ta EU projekt obravnava razvoj inovativnih tehnologij za izdelavo preklopnih svetlobno prepustnih naprav in ga vodi Fraunhofer Institut Silicatforschung iz Würzburga. Cilj Innoshade projekta je študij nanotehnoloških procesov od laboratorijske skale do pilotnih linij in možnosti aplikacije elektrokromnih (EC) sklopov pri različnih končnih uporabnikih. Eden od njih je tudi Gorenje, d.d. (partner v Innoshade projektu), ki želi EC sklope umestiti v gospodinjne aparate (hladilnik, hladilna vinoteka). Priprava EC oken lahko namreč močno vpliva na nižji vnos toplotne energije, saj lahko v hladilnik pogledamo preko EC okenca in si izberemo željeno hrano, medtem ko ostanejo vrata hladilnika zaprta.

ANG

Alkoxy-functionalised ionic liquids enable the preparation of electrolytes for various electrochemical cells, for example dye-sensitised photoelectrochemical cells and electrochromic (EC) devices. The investigations of these compounds enabled our cooperation in EU project Innoshade entitled "Innovative Switchable Shading Appliances based on Nano-materials and Hybrid Electrochromic Device Configurations", (1. 9. 2008 – 31. 8. 2012), contract N° 200431. This EU project is concerned with an innovative switchable light transmittance technology and led by Fraunhofer Institut Silicatforschung, Würzburg. The aim of Innoshade project is to study the underlying nanotechnology-based processes from laboratory scale to pilot line and also to explore the possibility of application of electrochromic (EC) devices in various end-user groups. One of them is Gorenje, d.d. (partner in Innoshade) aiming to apply EC devices on their domestic appliances (refrigerator, wine cellar). Namely, EC windows can significantly diminish the amount of heat energy entering the refrigerator, because the user can over the EC window choose the desired food, while the door of the refrigerator remains closed.

## 10. Samo za aplikativne projekte!

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

Cilj	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 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 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 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 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 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 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 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 type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 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 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 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 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

		<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

**11. Samo za aplikativne projekte!**

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input 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 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

**Komentar**

--

**12. Pomen raziskovanja za sofinancerje, navedene v 2. točki<sup>11</sup>**

1.	<b>Sofinancer</b>		
	<b>Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:</b>		<b>EUR</b>
	<b>Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:</b>		<b>%</b>
	<b>Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja</b>		<b>Šifra</b>
	1.		



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

**C. IZJAVE**

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja, za objavo 6., 7. in 8. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

## Podpisi:

Angela Šurca Vuk	in	
podpis vodje raziskovalnega projekta		zastopnik oz. pooblaščen oseba RO

Kraj in datum:

Ljubljana

19.4.2010

## Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2010-1/71

<sup>1</sup> Samo za aplikativne projekte. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega projekta. Največ 18.000 znakov vključno s presledki (približno tri strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

**PRIMER** (v slovenskem jeziku):

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

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

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

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

<sup>6</sup> Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov projektne skupine, ki so nastali v času trajanja projekta v okviru raziskovalnega projekta, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki), izberite ustrezen rezultat, ki je v Šifrantu raziskovalnih rezultatov in učinkov (Glej: <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/sif-razisk-rezult.asp>), navedite, kje je rezultat objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote.

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

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

<sup>8</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>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

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

<sup>11</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](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2010 v1.00a  
6D-B3-81-E6-B4-03-B4-05-66-FB-2F-D5-3B-4C-97-BE-2A-7B-84-8B