

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/97



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	N1-0009	
Naslov projekta	EMONA - Elektronske in magnetne lastnosti grafenskih slojev	
Vodja projekta	6617	Gvido Bratina
Tip projekta	N	Projekti ESF in ERC
Obseg raziskovalnih ur	5756	
Cenovni razred	F	
Trajanje projekta	10.2011 - 09.2014	
Nosilna raziskovalna organizacija	1540	Univerza v Novi Gorici
Raziskovalne organizacije - soizvajalke		
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 1.02	NARAVOSLOVJE Fizika
Družbeno-ekonomski cilj	13.01	Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 1.03	Naravoslovne vede Fizika

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Projekt N1-0009 se osredotoča na elektronske in morfološke lastnosti grafenskih slojev in sistemov, ki vsebujejo grafen in organske polprevodnike. V tem triletnem projektu je bilo potrebno najprej osvojiti metodologijo priprave grafena v obliki, ki je bila primerna za analizo elektronskih in strukturnih lastnosti. Pri tem smo se osredotočili na tri oblike grafena, in sicer: grafen izluščen iz visoko-orientiranega pirolitskega grafita, grafen pripravljen s kemijsko parno

depozicijo in grafen pripravljen s tekočinskim luščenjem. Na grafen pripravljen z prvima dvema metodama smo naparevali pentacen in sistematično spremljali morfologijo slojev v začetni fazi rasti, ko otoki še niso povezani v zvezen sloj. Z mikroskopom na atomsko silo smo pokazali na pomembne razlike v načinu rasti med luščenim in gojenim grafenom in med enoslojnim in dvoslojnim grafenom. Ugotovili smo tudi, da ima vmesna plast vode na meji med grafenom in SiO₂ ključno vlogo pri določanju morfologije pentacenskih slojev.

V drugi fazi projekta smo s sinhrotronsko fotoemisijo preiskali elektronske lastnosti mešanic med organskim polprevodnikom PDIFCN2 in grafenom. Razlog za uporabo grafena kot dodatka za izboljšanje gibljivosti je v našem nedavnem odkritju, da izkazujejo tankoslojni tranzistorji, katerih kanali so izdelani iz PDIFCN2 zmesi z grafenskimi nanodelci nekajkrat višjo gibljivost elektronov, kot tisti brez grafenskih nanodelcev. Naši rezultati kažejo, da gre pri tovrstnih mešanicah za tvorbo kemijskih vezi med grafenom in molekulami PDIFCN2, kar je glavni razlog za učinkovit transport elektronov med obema materialoma in s tem povečano gibljivost.

ANG

The project N1-0009 focuses on electronic and morphological properties of graphene layers and material systems comprising graphene. In the initial stage of this three-year project we had to master the method of fabrication of graphene in the form that would be suitable for the analysis of electronic and structural properties. In this regard we have concentrated our efforts on exfoliated graphene from highly oriented pyrolytic graphite, on graphene grown by chemical vapor deposition and liquid exfoliation. Pentacene was evaporated onto graphene prepared by the former two methods. Using atomic force microscopy we have systematically monitored morphology of the initial stages of growth of submonolayer thick pentacene layers. We have shown that there are considerable differences in growth mode of pentacene on exfoliated graphene and graphene grown by chemical vapor deposition. In addition, there are differences in pentacene morphology between single layer and bilayer graphene.

In the second stage of the project we have examined the electronic properties of the blends between graphene and PDIFCN2 organic semiconductor using synchrotron photoelectron spectroscopy. As we have recently discovered, graphene-doped PDIFCN2 used as an active layer in thin film transistor exhibits substantially higher electron mobility. Our results indicate that graphene forms chemical bonds with PDIFCN2 molecules, which may be the reason for a facilitated electron transfer between the two materials.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Vrste grafena uporabljene v eksperimentih

V primerih luščenega grafena in grafena pripravljenega s kemijsko parno depozicijo smo grafen prenesli na podlogo (steklo ali silicijev dioksid), v primeru grafena pripravljenega s tekočinskim luščenjem pa smo imeli opravka z lističi, katerih velikost ni presejala enega mikrometra, tako da smo tak grafen lahko uporabili kot dodatek organskim polprevodnikom z namenom povečanja gibljivosti nosilcev električnega naboja. Luščenje grafena iz visoko-orientiranega pirolitskega grafita smo opravili v našem laboratorju. Grafen pripravljen s kemijsko parno depozicijo pa smo kupili in ga na podlogo preneslo s postopkom, ki je vključeval jedkanje bakrene nosilne folije, nanos zaščitnega polimera in njegovo odstranjevanje po prenosu na podlogo. V nadaljevanju projekta smo opravili vrsto eksperimentov na področju študija začetnih faz rasti organskih polprevodnikov na grafen in na področju študija elektronskih lastnosti mešanic grafen-organski polprevodnik s sinhrotronsko spektroskopijo fotoelektronov.

Začetne faze rasti organskih polprevodnikov na grafenu

Študij rasti organskih polprevodnikov na grafenu je trenutno predmet številnih raziskav. Razlog za tako zanimanje je v dejstvu, da je grafen polkovina brez energijske špranje. To pomeni, da je realizacija grafenskih tranzistorjev, kot osnovnih elektronskih komponent nemogoča. Integracija grafena kot materiala, ki omogoča visoko gibljivost nosilcev naboja in organskih polprevodnikov, pa ponuja kombinacijo visoke gibljivosti in možnost krmiljenja prevodnosti skozi aktivno plast tranzistorja. V naših raziskavah smo se osredotočili na študij morfologije v

začetni fazi rasti pentacena na grafenu. Pentacen je namreč trenutno eden od organskih polprevodnikov, ki ponujajo zelo visoko gibljivost nosilcev naboja in tvorijo relativno visoko urejene sloje na različnih podlogah. V našem projektu smo raziskali začetne faze rasti na grafenu pripravljenem s kemijsko parno depozicijo in na grafenu pripravljenem z luščenjem. Kemijska parna depozicija je trenutno metoda, ki omogoča izdelavo grafena na industrijski skali (več m^2/h), medtem ko je grafen pripravljen z luščenjem najprimernejši za preiskave v katerih potrebujemo grafen brez kristalografskih napak. Tipične velikosti grafenskih lističev so v tem primeru nekaj deset mikrometrov.

V obeh primerih so eksperimenti potekali tako, da smo grafen prenesli na podloge iz SiO_2 in na tako površino naparili pentacen. Rast molekul pentacena je močno odvisna od parametrov nanašanja, kot so temperatura podlage, gostota molekulskega curka, površinska energija podlage. Na grafenu pripravljenem s kemijsko parno depozicijo smo pripravili plast pentacena, katere debelina je znašala manj kot eno molekulske plast. Postopek smo ponovili pri temperaturah podlage pri $29\text{ }^\circ\text{C}$, $33\text{ }^\circ\text{C}$ in $37\text{ }^\circ\text{C}$, in hitrostjo rasti 1 nm/min in 2 nm/min . Morfologijo pentacenovih otokov smo opazovali exsitu z mikroskopom na atomsko silo (AFM). Ugotovili smo, da se velikost otokov povečuje s temperaturo, medtem ko se gostota otokov zmanjšuje. Površinska pokritost je višja pri višji hitrosti rasti. Vpliv parametrov nanašanja pentacena na morfologijo otokov smo opazovali z AFM. Pozicijo otokov lahko povežemo s strukturnimi napakami na grafenu (luknje, gube) ali z ostanki polimera PMMA, ki se uporablja pri prenosu grafena iz bakrene folije. Poleg tega smo ugotovili, da adsorbirane molekule tvorijo tridimenzionalne otoke na grafenu. To je posledica šibke interakcije med molekulami pentacena in površino grafena. Poleg tega smo primerjali morfologijo otokov pentacena na grafenu, grafitu in SiO_2 . Plast grafita smo odluščili iz debelejšega visokourejenega kristala grafita (HOPG). Nato smo nanесли plast pentacena na grafen in na grafit pod enakimi pogoji ter preučevali morfologijo pentacena z AFM. Ugotovili smo, da se interakcija pentacena razlikuje v odvisnosti od vzorca. Interakcija molekul z površino SiO_2 je močna, kar ima za posledico 2D način rasti. Molekule se na SiO_2 uredijo pokončno in tvorijo urejeno plast na površini. Debelina plasti znaša 1.5 nm . V nasprotju, na površini grafena in grafita rastejo molekule pentacena kot tridimenzionalni otoki, molekule ležijo vzporedno površini. Poleg tega je površina otokov na grafitu ravna, otoki so visoki 10 nm , medtem ko je površina otokov na grafenu razgibana, njihova površina pa presega 20 nm . Do te razlike v obliki otokov pride zaradi vpliva SiO_2 , ki se nahaja pod grafenom. Zelo tanka plast grafena sledi površini SiO_2 , kar poveča nagubanost grafena. Poleg tega, polarnost SiO_2 površine vpliva na polarnost grafena. Zaradi tega so otoki pentacena na grafenu manj urejeni kot na grafitu.

Ena od težav, povezanih z grafenom pripravljenim s kemijsko parno depozicijo je relativno visoka površinska gostota gub. Z mikroskopom na atomsko silo smo preverili njihovo morfologijo. Višina gub je odvisna od načina prepogibanja: enkrat prepognjen grafen je visok 1 nm . Na naših vzorcih smo zaznali do 6 nm visoke gube, ki pomenijo večkrat prepognjene nato pa v načinu elektrostatske sile, v katerem mikroskop zazna spremembe v površinskem potencialu, se pravi koncentraciji električnega naboja na površini, še njene elektronske lastnosti. Ugotovili smo, da se površinski potencial na mestu gub spremeni za 50 mV v primeru enkrat prepognjenega grafena, v primeru večkrat prepognjenega pa tudi za več kot 100 mV . Nastanek gub je povezan s pripravo grafena: med postopkom kemijske parne depozicije se bakrena folija, ki predstavlja podlogo za nukleacijo grafena segreje na $700\text{ }^\circ\text{C}$. Po zaključeni rasti grafena se folija ohladi na sobno temperaturo in se pri tem skrči, zaradi razlike v mrežnih parametrih med grafenom in bakrom pride pri ohlajanju do napetosti v kristalni mreži grafena, ki se sprosti tako, da se grafen naguba.

Na take površine smo naparili pentacen v viskokovakuumski naparjevalni komori. Ugotovili smo, da gube močno privlačijo pentacenske molekule, ki se združujejo v tridimenzionalne otoke že v začetni fazi rasti, ko nominalna debelina pentacena, določena s kvarčno tehtnico med naparovanjem ne presega 1 nm . Z večanjem količine pentacena se otoki podaljšajo in ohranijo linearno obliko. Njihova višina ostane približno 30 nm , ne glede na količino pentacena, kar kaže na rast, ki jo uravnava elastična napetost med grafensko podlogo in pentacenom. Poleg tega se otoki vedno orientirajo v smeri, ki je pravokotna na smer gube, kar si razlagamo z interakcijo med pentacenovimi molekulami in električno nabito gubo. Električno polje v okolici gube najverjetneje preprečuje interakcijo posameznih molekul z gubo. Otoki tako rastejo v

smeri pravokotno na gubo.

V letu 2012 smo vzpostavili tesno sodelovanje s skupino prof. R. Gajića z Instituta za fiziko Univerze v Beogradu, Srbija, ki ima izkušnje z luščenjem grafena. Tako redno dobivamo do vzorce grafena, katerih dimenzije presegajo tudi 50 μm in so naneseni na SiO_2 . V nadaljevanju projekta smo osvojili pripravo grafena z luščenjem tudi sami. Če je pridobivanje grafenskih lističev velikosti nekaj kvadratnih mikrometrov relativno enostavno, je izdelava lističev velikosti nekaj 100 μm^2 izjemno zahtevno delo, povezano zlasti z natančno kontrolo čistoče in vhodnih materialov (grafit, lepilni trak, polimeri). Izdelava lističev velikosti do 1200 μm^2 nam je omogočila, da smo lahko začeli s preiskavami začetnih rasti pentacena na grafenu, ki smo ga pridobili z luščenjem kristalnih ravnin. Na take vzorce smo naparovali pentacen pri temperaturah podloge od 10 $^\circ\text{C}$ do 60 $^\circ\text{C}$. Ugotovili smo, da v tem primeru pentacen raste dvodimenzionalno z otoki, katerih velikost narašča s temperaturo podloge. Posebej zanimivo pa je bilo odkritje, da se velikost otokov razlikuje za enoslojni grafen in za dvoslojni grafen. Otoki so sistematično večji na enoslojnem grafenu in se manjšajo s številom grafenskih slojev. Iz Arrheniusovega grafa za povprečno velikost otokov v odvisnosti od temperature podloge med naparovanjem smo odčitali, da je aktivacijska energija za rast otokov, se pravi za privlačno interakcijo molekul k obstoječim otokom, na enoslojnem grafenu dvakrat manjša od aktivacijske energije na dvoslojnem grafenu, ki je v tem smislu zelo podoben SiO_2 .

Elektronske lastnosti mešanic grafen/organski polprevodnik

V letu 2013 smo uspeli pridobiti čas na žarkovni liniji na BADEF na Sinhrotronu v Trstu, kjer smo preiskali elektronske lastnosti grafenskih nanodelcev v povezavi s organskim polprevodnikom fluoroolglikidicijanoperilen3,4:9,10bis (dicarboksiimide) (PDIFCN2). PDIFCN2 je organski polprevodnik ntipa zadnje generacije, ki v monokristalni obliki daje rekordno visoke gibljivosti (nad 7 cm^2/Vs). Da bi podrobneje razumeli interakcijo med grafenskimi nanodelci in molekulami PDIFCN2 smo uporabili spektroskopijo fotoelektronov v rentgenskem (xray photoelectron spectroscopy XPS) in vakuumskoultravijoličnem delu spektra (vacuum ultraviolet photoelectron spectroscopy UPS). Vzorce smo pripravili v našem laboratoriju v Ajdovščini s spinskim nanašanjem mešanice grafenskih nanodelcev in PDIF CN2 (GN:PDFCN2) in kontrolnih slojev brez grafenskih nanodelcev. Debelina slojev je v obeh vrstah vzorca znašala 15 nm, kot smo lahko izmerili z mikroskopom na atomsko silo. Tako pripravljene vzore smo v dušikovi atmosferi prenesli na sinhrotron in jih vstavili v analitsko komoro. Pri preiskavah z XPS smo se osredotočili na jedrne nivoje C 1s in O 1s in F 1s. Kljub temu, da nismo izvedli numerične analize jedrnih nivojev, je za nivo C 1s v slojih PDIFCN2 očitna prisotnost dveh vrhov (višji pri 285,88 eV in nižji pri 287,72 eV) in rahle "rame" pri okrog 290,00 eV (vse energije so navedene glede na fermijev nivo spektrometra). Iz leg posameznih vrhov lahko sklepamo, da gre za emisijo fotoelektronov iz C atomov v aromatskem jedru (najvišji vrh), dianhidridnih skupin (rama) in iz C atomov, ki so vezani na fluorove in dušikove atome (nižji vrh)[2]. Jedrni nivo C 1s, ki smo ga izmerili na slojih, sestavljenih iz zmesi med PDIFCN2 in grafenskimi nanodelci, pa je izkazoval spremembe glede na nivo izmerjen v slojih brez grafenskih nanodelcev. Nižji vrh in rama sta ostala na enaki energiji kot pri kontrolnih slojih, višji vrh pa se je premaknil proti nižjim vezavnim energijam in sicer na 284,71 eV. Glede na začetni vrh v čistem PDIFCN2 je tudi pridobil na širini, kar interpretiramo kot prispevek fotoelektronov iz C 1s jedrnih nivojev na atomih ogljika v grafenskih nanodelcih. Medtem, ko pri vrhu O 1s nismo opazili znatnih sprememb ob dodajanju grafenskih nanodelcih, pa je vrh F 1s izkazal kar 0,65 eV premika proti nižjim vezavnim energijam, kar lahko pripišemo vezavi fluorovih atomov na grafenske nanodelce. Iz teh meritev torej lahko zaključimo, da se grafenski nanodelci vežejo na PDIFCN2 molekule in sicer preko fluorovih skupin. S tem tudi lahko pojasnimo povečanje gibljivosti nosilcev naboja v zmesi med PDIFCN2 in grafenskimi nanodelci. Transport elektronov poteka po mreži organskih molekul, kjer je osnovni mehanizem skakanje (hopping) med elektronskimi stanji, ki so lokalizirana na molekulah. Zaradi kemijske vezi med grafenskimi nanodelci in molekulami je preskok elektronov na grafen, kjer pa elektroni zavzamejo delokalizirana stanja in s tem bistveno višjo gibljivost, relativno enostaven.

V eksperimentih na sinhrotronu smo tudi preiskali elektronska stanja v slojih PDIFCN2 in v bližini fermijevega nivoja z fotoni energij 32 eV. Pri tem smo ugotovili, da dodajanje grafenskih nanodelcev v organsko matriko premakne fermijev nivo proti višjim vezavnim energijam in zmanjša emisijo iz stanj, ki so blizu najvišje zasedene orbitale (HOMO) v PDIFCN2. Glede na to, da je prispevek k HOMO v PDIFCN2 pretežno iz elektronov, ki sodelujejo v vezeh fluoriniranega dela, sklepamo, da so ta stanja povezana s tvorbo vezi med PDIFCN2 in grafenskimi nanodelci, kar še dodatno utrjuje našo razlago o kemijski povezavi med obema materialoma, ki smo jo podali ob interpretaciji meritev pridobljenih na jedrnih nivojih.

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

Program dela na raziskovalnem projektu je na področju začetnih faz rasti organskih polprevodnikov na grafenu presežen. Na področju študija elektronskih lastnosti grafenskih materialov smo dosegli zastavljene cilje.

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

Do sprememb programa projekta ni prišlo

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	2603515	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Nukleacija pentacena na grafenu, ki jo spodbujajo grafenske gube
		ANG	Grafold-driven nucleation of pentacene on graphene
	Opis	SLO	Na SiO ₂ smo nanесли grafen, ki je bil izdelan s kemijsko parno depozicijo. Z mikroskopom na atomsko silo smo ugotovili, da je površina preprejena z grafenskimi gubami, katerih višina dosega nekaj nm. Na tako površino smo naporili pentacen in ugotovili, da pride do prednostne nukleacije otokov na mestih, kjer se stikajo grafenske gube.
		ANG	We have transferred CVD-grown graphene onto SiO ₂ . Atomic force microscopy revealed that the surface is characterized by folds, whose height may reach several nm. Onto such surface we have evaporated pentacene. Preferential nucleation has been observed at the sites of fold intersection.
	Objavljeno v	North-Holland; Elsevier; Surface science; 2013; Vol. 609; str. L5-L8; Impact Factor: 1.870; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.851; WoS: EI, UK; Avtorji / Authors: Chhikara Manisha, Pavlica Egon, Bratina Gvido	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	3574011	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Učinek vodnega sloja na meji med SiO ₂ in grafenom na morfologijo penacena
		ANG	Effect of water layer at the SiO ₂ /graphene interface on pentacene morphology
	Opis	SLO	Z uporabo mikroskopije na atomsko silo smo preiskali začetne faze rasti pentacenskih slojev na enoslojnem in dvoslojnem grafenu na SiO ₂ . Zaznali smo rast dvodimenzionalnih otokov s povprečno višino 1.5 ± 0.2 nm, na grafenu. Tridimanzionalno rast otokov z povprečno višino 11 ± 2 nm pa smo zaznali na grafenu, ki je bil pregret na 350 °C pred začetkom rasti

		pentacena.
	ANG	Atomic force microscopy has been used to examine early stages of pentacene growth on exfoliated single-layer graphene transferred to SiO ₂ substrates. We have observed 2D growth with mean height of 1.5 ± 0.2 nm on as-transferred graphene. Three-dimensional islands of pentacene with an average height of 11 ± 2 nm were observed on graphene that was annealed at 350 °C prior to pentacene growth.
	Objavljeno v	American Chemical Society; Langmuir; 2014; Vol. 30, no. 39; str. 11681-11688; Impact Factor: 4.384; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.554; A': 1; WoS: DY, EI, PM; Avtorji / Authors: Chhikara Manisha, Pavlica Egon, Matković Aleksandar, Gajić Radoš, Bratina Gvido
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	3614971 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Povečanje n-tipa gibljivosti v slojih perilendiimida z grafenom ANG Graphene-induced enhancement of n-type mobility in perylenediimide thin films
	Opis	SLO Meritve trasernih kakarakteristik organskih tranzistorjev in merjenja časa preleta nosilcev naboja smo uprabili pri študiju učinka grafenskih nanokosmičev na gibljivost elektronov v tankih slojih N,N'-bis(1H,1H-perfluorobutyl)dicyanoperylenecarboxydiimide (PDIF-CN2). Transferne karakteristike kažejo povečanje gibljivosti za 3 rede velikosti v mešanici glede na čist PDIF-CN2. Meritve časa preleta potrjujejo te rezultate. ANG Organic thin-film transistor transfer characteristics and time-of-flight (TOF) photoconductivity measurements were used to investigate the effect of the addition of liquid-phase exfoliated graphene nanoflakes (GNs) on the electron mobility in thin films of N,N'-bis(1H,1H-perfluorobutyl) dicyanoperylenecarboxydiimide (PDIF-CN2). Transfer characteristics measurements reveal that the charge carrier mobility of PDIF-CN2 increases by almost 3 orders of magnitude via blending with GNs. TOF photocurrent measurements confirm that the GNs improve the charge carrier transport in PDIF-CN2.
	Objavljeno v	American Chemical Society; The journal of physical chemistry. C, Nanomaterials and interfaces; 2014; Vol. 118, no. 43; str. 24819-24826; Impact Factor: 4.835; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.554; A': 1; WoS: EI, NS, PM; Avtorji / Authors: Pathipati Srinivasa Rao, Pavlica Egon, Schlierf Andrea, El Gemayel Mirella, Samori Paolo, Palermo Vincenzo, Bratina Gvido
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	2864123 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Učinek ostankov polimera na optične lastnosti grafena sintetiziranega s kemijskim parnim nanašanjem, določen s spektroskopsko elipsometrijo ANG Influence of transfer residue on the optical properties of chemical vapor deposited graphene investigated through spectroscopic ellipsometry
	Opis	SLO Optično absorpcijo grafena smo izmerili s spektroskopsko elipsometrijo v vidnem in ultravijoličnem spektru. Izmerjene spektre smo analizirali z optičnimi modeli, ki temeljijo na Fresnelovih koeficientih. Modele smo še potrdili z Ramansko spektroskopijo, rastrsko elektronsko mikroskopijo in mikroskopijo na atomsko silo. Naši rezultati kažejo, da ostanki polimera na grafenu znatno povišajo njegovo optično absorpcijo v vidnem delu spektra. ANG The optical absorption of graphene was obtained from spectroscopic ellipsometry in the visible and ultraviolet range. Measured spectra were analyzed by optical models based on the Fresnel coefficients. The optical models were supported by Raman, scanning electron microscopy, and

		atomic force microscopy measurements. Our results show that a residue layer left on graphene can significantly increase its optical absorption in the visible range.
	Objavljeno v	American Institute of Physics.; Journal of applied physics; 2013; Vol. 114, no. 9; str. 093505-1-093505-5; Impact Factor: 2.185; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.752; WoS: UB; Avtorji / Authors: Matković Aleksandar, Ralević Uroš, Chhikara Manisha, Jakovljević Milka M., Jovanović Djordje, Bratina Gvido, Gajić Radoš
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	2987003 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Pentacen na grafenu <i>ANG</i> Pentacene on graphene
	Opis	<i>SLO</i> Z uporabo mikroskopije na atomsko silo smo preiskali morfologijo pentacenskih slojev na enoslojnem in dvoslojnem grafenu na SiO ₂ , katerih debelina ni dosegala ene molekularne plasti. Zaznali smo dvodimenzionalno rast v območju temperature podloge 10-60°C. Ugotovili smo, da je porazdelitev velikosti pentacenskih otokov na enoslojnem grafenu znatno širša in osredotočena na večji površini otokov, kot na dvoslojnem grafenu. <i>ANG</i> Using atomic force microscopy we have examined morphology of sub-monolayer thick pentacene layers, deposited on exfoliated single-layer and bilayer graphene, transferred onto SiO ₂ . We observe two-dimensional island growth in the range of substrate temperatures from 10 to 60 °C. We find that island size distributions on single-layer graphene are broader and centered at higher average island areas than on bilayer graphene.
	Objavljeno v	Pergamon Press.; Carbon; 2014; Vol. 69; str. 162-168; Impact Factor: 6.160; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.554; A': 1; WoS: EI, PM; Avtorji / Authors: Chhikara Manisha, Pavlica Egon, Matković Aleksandar, Beltaos Angela, Gajić Radoš, Bratina Gvido
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i> Grafenska delavnica <i>ANG</i> Graphene workshop
	Opis	<i>SLO</i> Ajdovščina 8-11 april 2013. Mednarodna delavnica na temo osnovnih lastnosti grafena in njegovimi aplikacijami, ki jo je financiral program EUROGRAPHENE <i>ANG</i> Ajdovščina 8-11 april 2013. International workshop devoted to fundamental properties and applications of graphene, funded by the EUROGRAPHENE program.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	http://www-lfos.ung.si/graphene-workshop
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)
2.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	<i>SLO</i> Vodja Laboratorija za fiziko organskih snovi <i>ANG</i> Head of Laboratory for organic matter physics

Opis	SLO	Gvido Bratina je vodja Laboratorija za fiziko organskih snovi, odgovoren za finančno, organizacijsko in vsebinsko delovanje raziskovalne skupine	
	ANG	Gvido Bratina is a head of Laboratory for organic matter physics, responsible for finance, organization and research of the research group.	
Šifra	D.07 Vodenje centra/laboratorija		
Objavljeno v	kadrovska mapa UNG		
Tipologija	3.25 Druga izvedena dela		
3.	COBISS ID	3443707	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Študij začetnih faz rasti pentacena na grafenu	
	ANG	Study of initial growth of pentacene on graphene	
Opis	SLO	V disertaciji so podani rezultati in razlage eksperimentov s katerimi smo razložili mehanizme, ki uravnavajo rast pentacena na različno pripravljenih grafenskih podlogah.	
	ANG	The thesis describes the results and explanations of experiments, which were targeted to elucidate the mechanisms, which govern growth of pentacene on different graphene substrates.	
Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom		
Objavljeno v	[M. Chhikara]; 2014; VIII, 120 str.; Avtorji / Authors: Chhikara Manisha		
Tipologija	2.08 Doktorska disertacija		
4.	COBISS ID	3443963	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Elektronske transportne lastnosti grafena in z grafenom povezanih materialov.	
	ANG	Electronic transport properties of graphene and graphene-related materials	
Opis	SLO	V disertaciji so opisani eksperimenti povezani z merjenjem transporta električnega naboja po grafenu, reduciranem grafenskem oksidu in mešanica med grafenom in organskimi polprevodniki.	
	ANG	The thesis describes experiments, which electric charge transport in graphene, reduced graphene oxide and graphene/organic semiconductor blends were characterized.	
Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom		
Objavljeno v	[S. R. Pathipati]; 2014; XVI, 141 str.; Avtorji / Authors: Pathipati Srinivasa Rao		
Tipologija	2.08 Doktorska disertacija		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Pričujoč projekt je podal odgovore na pomembna vprašanja povezana z začetnimi fazami rasti organskih polprevodnikov na grafenu. Grafen je eden od najpomembnejših sodobnih materialov, saj ga je Evropska komisija uvrstila med enega izmed dveh Flagship projektov. Uspešna integracija organskih polprevodnikov z grafenom, bo omogočila izdelavo hitrih organskih tranzistorjev. Rezultati projekta so podali mehanizme, ki uravnavajo urejeno rast organskih polprevodnikov na grafenu. Analiza elektronskih lastnosti grafenskih mešanic z

organskimi polprevodniki, pa je razložila mehanizme, ki so odgovorni za transport električnega naboja po teh materialih, kar je ključnega pomena za uspešno izdelavo organskih tranzistorjev.

ANG

The project yield answers to important questions related to the initial stages of growth of organic semiconductors on graphene. Graphene is one of the most important contemporary materials, and has been selected by the European commission as one of the two Flagship projects. Successful integration of organic semiconductors with graphene will enable fabrication of fast organic transistors. The results of the project are the explanation of the mechanisms, which govern ordered growth of organic semiconductors on graphene. The analysis of electronic properties of graphene/organic semiconductor blends resulted in the explanation of the mechanisms, which are responsible for transport of the electric charge in these materials, which is extremely important for successful fabrication of organic transistors.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Projekt N1-0009 je edini projekt v Sloveniji, ki se sistematično ukvarja z lastnostmi grafena. Zahvaljujoč temu projektu je Slovenija pridobila znanje z naslednjih znanstvenih področij:

- pridobivanja grafena iz grafita
- prenosa grafena na različne podloge
- integracije grafena z organskimi polprevodniki
- sinhrotronske analize grafenskih materialov.

ANG

The project N1-0009 is the only project in Slovenia focusing on the properties of graphene. Through this project Slovenia has obtained knowledge from the following fields of science:

- fabrication of graphene from graphite
- transfer of graphene onto different substrates
- integration of graphene with organic semiconductors
- synchrotron characterization of graphene-based materials

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

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih	

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

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

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	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 in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input 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"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
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"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input 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"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

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

	4.		
	5.		
Komentar			
Ocena			

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

13.2. 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:

Univerza v Novi Gorici

Gvido Bratina

ŽIG

Kraj in datum:

Noba Gorica

11.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/97

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

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

¹¹ Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priložko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a

18-26-AF-28-F6-AD-95-BC-B7-12-47-8F-DB-89-87-4C-C3-46-D3-BC