

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/945

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0197
Naslov programa	Polprevodniška elektronika
Vodja programa	12609 Marko Topič
Obseg raziskovalnih ur	18.700
Cenovni razred	C
Trajanje programa	01.2004 - 12.2008
Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa¹

Cilje našega raziskovalnega programa 2004-2008 lahko strnemo v dve skupini: izobraževalni in raziskovalni cilji.

Izobraževalni cilji so bili usmerjeni k prenosu sodobnih znanj v vsebine dodiplomskih in podiplomskih predmetov na UL FE in k usposabljanju študentov in raziskovalcev (predvsem mladih raziskovalcev), ki so poleg opravljanja študijskih obveznosti znotraj študijskih programov pridobivali raznovrstna znanja iz polprevodniške elektronike ter samostojno ali znotraj skupine spoznavali metodologijo dela pri iskanju in razreševanju interdisciplinarnih problemov s širokega segmenta tehnike.

Najpomembnejši **raziskovalni cilji** so bili vezani na aktualna odprta vprašanja mednarodne raziskovalne skupnosti. Naše znanstvene raziskovalno-razvojne vsebine in problemi v obdobju 2004-2008 so bile osredotočene na področje fotovoltaike (raziskave sončnih celic, modulov in sistemov), s poudarkom na novih tehnoloških rešitvah, pocenitvi stroškov izdelave, izboljšanju izkoristka fotonapetostne pretvorbe ipd. Vključili smo raziskave polprevodniških materialov, preučevali večplastne polprevodniške strukture, razvijali fizikalne modele, računalniška orodja in izvajali numerične simulacije ter karakterizacijo za analizo delovanja ter optimizacijo optoelektričnih pretvornikov. Teoretsko delo se je prepletalo z eksperimentalnim delom, načrtovanjem in karakterizacijo.

Predvideni raziskovalni cilji za 2004 (iz prijave programa, l. 2003):

gradnja tehnologije za elektrokemijske (Graetzlove) sončne celice, nadgradnja avtomatiziranih merilnih metod, nadgradnja simulatorja ASPIN za osebne računalnike, analiza in optimizacija a-Si/c-Si heterospojnih sončnih celic, priprava učnega gradiva in izvedba delavnic o fotovoltaiki (popularizacija znanosti), šumna karakterizacija in analiza optoelektronskih struktur

Realizirani raziskovalni cilji v letu 2004:

V laboratoriju smo postavili tehnologijo za ročno laboratorijsko izdelavo elektrokemijskih sončnih celic in v decembru 2004 izdelali prve sončne celice, za katere smo izdelali tudi prototipno avtomatizirano merilno mesto učinkovitosti pretvorbe. Numeričnemu simulatorju

ASPIN smo dodali še simulator SunShine z dvema novima dimenzijama: uporabniško prijazen vmesnik, ki deluje v Microsoft Windows okolju, in zaščito pred kopiranjem z USB ključem. Intenzivno smo analizirali a-Si/c-Si heterospojne sončne celice in utemeljili, da je struktura p(a-Si)/n(c-Si) primernejša kot struktura n(a-Si)/p(c-Si) zaradi manjših energijskih barier na heterospoju. V 2004 smo pripravili seminarsko gradivo in izvedli 3 brezplačne seminarje (LJ, MB, GO) o izkoriščanju sončne energije za proizvodnjo električne energije s pomočjo fotonapetostnih sistemov. Dokončali smo merilno mesto za karakterizacijo šuma optoelektronskih elementov in se posvetili raziskavam 1/f šuma v tankoplastnih amorfno-silicijevih pin diodah.

V letu 2004 smo objavili **5 člankov** v mednarodnih revijah, ki imajo visok faktor vpliva, in **en samostojni znanstveni sestavek** v monografiji izdani pri mednarodni založbi ter uredili **slovenski priročnik o fotovoltaiki**, sodelovali smo pri študiji evropske strategije razvoja fotovoltaike, na 8 mednarodnih konferencah, imeli eno vabljen predavanje na mednarodni delavnici in dve vabljeni predavanji na tujih univerzah.

Predvideni raziskovalni cilji za 2005 (iz prijave programa, l. 2003):

izpopolnjevanje tehnologije za elektrokemijske sončne celice, nadgradnja avtomatiziranih merilnih metod, analiza in optimizacija tankoplastnih Si heterospojnih sončnih celic, šumna karakterizacija in analiza optoelektronskih struktur

Realizirani raziskovalni cilji v letu 2005:

Tehnologijo za ročno laboratorijsko izdelavo elektrokemijskih sončnih celic smo sprotno izpopolnjevali. Kljub temu se izkoristek elektrokemijskih sončnih celic še ni bistveno povečal, saj smo bili osredotočeni na študij posameznih mehanizmov in efektov (odpravljanje serijske upornosti, povečanje difuzije ionov v elektrolitu, povečanje prevodnosti trdnih elektrolitov), ne pa na doseganje čim večje učinkovitosti pretvorbe. Intenzivno smo analizirali optične razmere tandemskih mikromorfni silicijevih sončnih celic in utemeljili, da enoplastni interlayer kot vmesno polprepustno zrcalo med obema celicama ni najboljša rešitev za povečevanje toka v zgornji celici. V 2005 smo v sodelovanju z Uppsala Univeristy preučevali tudi optične razmere v kalkopiritnih sončnih celicah in sipanje svetlobe zaradi hrapavosti spojev glede na velikost polikristalnih zrn. Rezultate smo predstavili na 20. evropski konferenci (20-EU-PVSEC, Barcelona 2005) in prejeli **nagrado za najboljši prispevek sekcije "4. CIS, CdTe and Other (II-VI) ternary Thin Film Cells"**. Nadaljevali smo z raziskavami 1/f šuma v tankoplastnih optoelektronskih elementih. Razvili smo **prototip GPIB-USB vmesnika**, ki ga bomo v letu 2006 poskusili preko slovenskega partnerja tudi tržiti.

Člani raziskovalnega programa smo v letu 2005 objavili **9 člankov** v mednarodnih revijah, sodelovali smo pri pripravi evropske strateške strategije razvoja fotovoltaike (SRA) in na 6 mednarodnih konferencah.

Predvideni raziskovalni cilji za 2006 (iz prijave programa, l. 2003):

izpopolnjevanje tehnologije za elektrokemijske sončne celice, nadgradnja avtomatiziranih merilnih metod, analiza in optimizacija tankoplastnih Si heterospojnih sončnih celic, šumna karakterizacija in analiza optoelektronskih struktur

Realizirani raziskovalni cilji v letu 2006:

Tehnologijo za ročno laboratorijsko izdelavo elektrokemijskih sončnih celic smo sprotno izpopolnjevali po posameznih tehnoloških korakih. Rekordni STC izkoristki elektrokemijskih sončnih celic so se povečali (na 6.5% za acetonitilni elektrolit in na 4.5% za IL elektrolit), čeprav smo bili bolj osredotočeni na študij posameznih mehanizmov in efektov (vpliv temperature, vpliv zadnje odbojne plasti, povečanje prevodnosti trdnih elektrolitov). V sodelovanju z Uppsala University smo v l. 2006 nadaljevali analizo optičnih razmer v polikristalnih CIGS sončnih celicah in sipanje svetlobe zaradi hrapavosti spojev glede na velikost polikristalnih zrn. V letu 2006 smo zasnovali in razvili **prototip merilnega sistema PV modulov**, ki ga uspešno uporabljamo pri monitoringu PV modulov na lastnem preizkuševališču.

V letu 2006 smo objavili **7 člankov v SCI revijah** (vsi se uvrščajo v kategorijo 1A1 - iz prve četrtine po faktorju vpliva po SCI), sodelovali smo pri pripravi evropske strateške strategije razvoja fotovoltaike (SRA) in se aktivno udeležili 7 mednarodnih konferenc. Na 21. evropski konferenci (21-EU-PVSEC, Dresden 2006) smo v konkurenci 130 prispevkov prejeli **nagrado za najboljši prispevek sekcije "6. PV Modules and Components of PV Systems"**.

Predvideni raziskovalni cilji za 2007 (iz prijave programa, l. 2003):

analiza delovanja in izgub ter izboljšave anorganskih sončnih celic, analiza demonstracijskega fotonapetostnega sistema, razvojno delo na področju optoelektronike

Realizirani raziskovalni cilji v letu 2007:

Nadaljevali smo z izpopolnjevanjem tehnologije za ročno laboratorijsko izdelavo elektrokemijskih sončnih celic. Rekordni STC izkoristki elektrokemijskih sončnih celic so se

povečali (na 7.6% za acetoniidni elektrolit in na 5.3% za IL elektrolit), čeprav smo bili bolj osredotočeni na študij posameznih mehanizmov in efektov. V januarju 2007 smo z uspešno razvitim **merilnim sistemom PV modulov** zagnali v obratovanje lastno preizkuševališče s 14 različnimi tipi PV modulov. O rezultatih smo poročali naročnikom: podjetjem Bisol d.o.o., HTZ d.o.o., Trimo d.d. in VHF Technologies. Zasnovali in razvili smo merilno kartico za večkanalni zajem analognih in digitalnih signalov (kartica DAQ).

V letu 2007 smo objavili **eno poglavje v znanstveni monografiji pri mednarodni založbi, 6 člankov v SCI revijah** in se aktivno udeležili 6 mednarodnih konferenc. Uspešno smo sodelovali pri organizaciji in izvedbi mednarodne delavnice NUMOS v Gentu, Belgija, kjer je bil prof. Topič soproedsedujoči in kjer je izvedel tudi seminar o numeričnem modeliranju tankoplastnih sončnih celic.

Predvideni raziskovalni cilji za 2008 (iz prijave programa, l. 2003):

analiza delovanja ter izboljšave proizvedenih sončnih celic, razvojno delo na področju optoelektronike

Realizirani raziskovalni cilji v letu 2008:

Rekordni STC izkoristki elektrokemijskih sončnih celic so se povečali (na 6.0% za IL elektrolit), kar je samo še en procent od svetovnega rekorda za tovrstne sončne celice. Uspešno smo sodelovali pri izvedbi mednarodnega simpozija KK na Material Research Society Spring Meeting v San Franciscu, kjer sta prof. Topič in doc. Krč izvedla tudi seminar o optičnem modeliranju in simulacijah tankoplastnih sončnih celic in modulov.

V 2008 je bilo sprejetih v objavo **8 člankov v mednarodnih revijah** s faktorjem vpliva in objavili smo eno patentno prijavo na UIL RS.

Skupna ocena celotnega obdobja 2004-2008:

Ocenjujemo, da smo praktično vse zastavljene cilje zelo uspešno realizirali in v marsičem cilje tudi presegle (mednarodna znanstvena uveljavitev, še posebej v Evropski tehnološki platformi za fotovoltaike, preizkuševališče PV modulov, razvoj kartice DAQ, sodelovanje z domačo in tujo industrijo). Prvotni program smo na polovici le nekoliko izostrili na področju razvoja tehnologij. Pri tehnologiji elektrokemijskih sončnih celic smo tako uspešno napredovali, da smo se odločili opustiti razvoj tehnologije organskih sončnih celic, ki je bil predviden za drugo polovico petletnega obdobja, in se raje čim prej prebiti v svetovni vrh na področju elektrokemijskih sončnih celic.

Poleg znanstvene in izobraževalne uspešnosti smo ponosni tudi na uspešen razvoj in zagon podjetja BISOL d.o.o. kot prvega slovenskega proizvajalca PV modulov, ki je plod našega znanja in naših ljudi.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Programska skupina »Polprevodniška elektronika« je v obdobju 2004-2008 delovala zelo uspešno. Jedro skupine se ni spreminjalo, le skupina je iz leta v leto rastla tako po številu doktorjev znanosti kot po številu mladih raziskovalcev.

Poslanstvo naše skupine je bilo osredotočeno na področje fotovoltaike in elektronike. Smo edina večja raziskovalna skupina s področja fotovoltaike in v svetu najbolj znana skupina iz Slovenije. Raziskujemo z veliko predanostjo in žanjemo raziskovalne uspehe v svetovnem merilu. Na področju numeričnega modeliranja in simulacij sončnih celic se uvrščamo v svetovni vrh. Kot dokaz je nedavna izvedba seminarja (Tutorial KK: »Optical Modeling and Simulation of Thin-Film Photovoltaic Devices«, avtorja: Marko Topič in Janez Krč) v sklopu simpozija KK: »Light Management in Photovoltaic Devices: Theory and Practice« na spomladanskem srečanju Materials Research Society v San Franciscu, ZDA (www.mrs.org, 23.-28. marec 2008), ki je gostil preko 4.000 udeležencev. Naraščajoče število vabljenih predavanj na temo optičnega modeliranja in simulacij ter citiranost naših del govori o prid naši uspešnosti.

Po drugi strani pa smo naše razvojno poslanstvo v minulem petletnem obdobju okronali z pomembnimi dosežki na področju fotovoltaike in elektronike. Naj izpostavimo le Simulator SunShine, katerega licence smo odstopili nekaterim največjim proizvajalcem fotonapetostnih modulov in podjetje BISOL d.o.o., kjer smo uspešno izvedli prenos znanj na novoustanovljeno podjetje, v katerem je naš mladi raziskovalec dr. Uroš Merc postal solastnik in tudi generalni direktor podjetja. Uspešen razvoj proizvodne tehnologije je omogočil konkurenčno proizvodnjo multikristalnih silicijevih fotonapetostnih modulov, ki dosegajo najzahtevnejše standarde in se v glavnem prodajajo na najzahtevnejših evropskih trgih.

Izobraževalno in promocijsko poslanstvo smo od leta 2004 izvajali najprej v okviru evropskega projekta SOLTRAIN. V letu 2004 in 2005 smo izvedli pet brezplačnih delavnic o fotovoltaiki. Na zadnjem dvodnevem seminarju v Ljubljani smo gostili 130 udeležencev. Bili smo pobudnik in organizator Prve slovenske fotovoltaične konference SLO-PV 2006, ki je beležila preko 180 udeležencev. 5. junija 2008 bo potekala že 2. slovenska fotovoltaična konferenca SLO-PV 2008 (<http://slo-pv.fe.uni-lj.si>).

Ocenjujem, da je bila stopnja realizacije zastavljenih ciljev v celoti zelo visoka in da so na določenih segmentih realizacije presegle zastavljene cilje.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

Sprememb raziskovalnega programa praktično ni bilo. Prvotni program smo na polovici le nekoliko izostrili na področju razvoja tehnologij. Pri tehnologiji elektrokemijskih sončnih celic smo tako uspešno napredovali, da smo se odločili zamrzniti razvoj tehnologije organskih sončnih celic, ki je bil predviden za drugo polovico petletnega obdobja, in se raje čim prej prebiti v svetovni vrh na področju elektrokemijskih sončnih celic.

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Potencial povečanja ujetja svetlobe v tandemskih mikromorfnih silicijevih sončnih celicah
		ANG	Potential of enhanced light trapping in tandem micromorph silicon solar cells
	Opis	SLO	V poglavju znanstvene monografije s pomočjo optičnih simulacij analiziramo vlogo povečanega ujetja svetlobe v tandemskih mikromorfnih silicijevih sončnih celicah. Raziskujemo vpliv naprednih optičnih konceptov na kvantni izkoristek in kratkostični tok omenjenih sončnih celic ter preučujemo možnosti tanjšanja absorpcijske plasti zaradi vplejave naprednih konceptov.
		ANG	In the chapter of the scientific book the potential of light trapping in tandem micromorph thin-film silicon solar cells is studied by means of optical simulations. The effects of different light trapping concepts on quantum efficiency short-circuit current density and the reductions in absorber layer thickness of top (amorphous) and bottom (microcrystalline) solar cell are analysed.
	Objavljeno v		KRČ, Janez, SMOLE, Franc, TOPIČ, Marko. Potential of enhanced light trapping in tandem micromorph silicon solar cells. V: HOUGH, Tom P. (ur.). Recent developments in solar energy. New York: Nova Science Publishers, cop. 2007, str. 335-355. ISBN 978-1-59454-631-0.
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
COBISS.SI-ID		6032724	
2.	Naslov	SLO	Detajlna študija monolitских kontaktov in njihovih električnih izgub v velikopovršinskih tankoplastnih fotonapetostnih moduli
		ANG	A detailed study of monolithic contacts and electrical losses in a large-area thin-film module
	Opis	SLO	Študija monolitских spojev in električnih izgub pri tankoplastnih moduli je bila opravljena na CIGS moduli. Podrobno smo raziskali električne izgube zaradi upornosti v zgornjem in spodnjem kontaktu ter izgube v monolitском kontaktu med posameznimi sončnimi celicami. Za analizo električnih izgub smo razvili električni model in ga simulirali s pomočjo računalniškega programa za simulacijo električnih vezij PSpice. Z razvitim modelom lahko enostavno določimo vzrok in velikost električnih izgub v fotonapetostnem modulu in predstavlja nepogrešljivo orodje za optimizacijo modulov.
		ANG	Study of monolithic contacts and electrical losses in large-area thin-film PV modules has been done on polycrystalline thin-film CIGS modules. Electrical losses have been identified and quantified. Effect of distributed series resistance in the front and back contact together with effect of monolithic contact between adjacent cells. For detailed analysis of electrical losses an electrical model has been

		developed and it was built-up in PSPICE programe. Developed model offers powerful and easy determination and quantification of losses in PV modules.
	Objavljeno v	BRECL, Kristijan, TOPIČ, Marko, SMOLE, Franc. A detailed study of monolithic contacts and electrical losses in a large-area thin-film module. Progress in Photovoltaics, 2005, vol. 13, str. 297-310. JCR IF (2005): 3.409, SE (2/63), energy & fuels
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID	4844628
3.	Naslov	SLO Šumna karakterizacija amorfnosilicijevih diod pin
		ANG Noise characterization of a-Si:H pin diodes
	Opis	SLO Računalniško podprto merilno mesto za karakterizacijo šuma v elektronskih elementih in vezjih smo uspešno izkoristili za šumno karakterizacijo amorfnosilicijevih pin-diod. Za učinkovito šumno karakterizacijo je potrebno detajlno poznavanje merilnega sistema, ki poleg merjenja močno vpliva na merilni rezultat.
		ANG Self-built computer-automated measurement set-up for noise characterisation has been used for noise characterisation of amorphous silicon pin diodes. For accurate noise characterisation the detailed noise fingerprint of the measurement set-up has been determined first, since it may significantly contribute to the measurement result.
	Objavljeno v	JANKOVEC, Marko, STIEBIG, Helmut, SMOLE, Franc, TOPIČ, Marko. Noise characterization of a-Si:H pin diodes. J. Non-Crystalline Solids. 2006, vol. 352, str. 1829-1831. JCR IF (2006): 1.362, SE (4/26), materials science, ceramics
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	5377620	
4.	Naslov	SLO Vpliv temperature na zmogljivost elektrokemijskih sončnih celic osnovanih na propil-metil-imidazolijevi ionski tekočini
		ANG The effect of temperature on the performance of dye-sensitized solar cells based on a propyl-methyl-imidazolium iodide electrolyte
	Opis	SLO Pri razvoju elektrolitov smo ugotavljali vpliv koncentracije joda in mešanja dveh ionskih tekočin na učinkovitost pretvorbe in poiskali najboljše mešanice. Hkrati smo preučevali vpliv temperature na delovanje sončnih celic in njihovo učinkovitost pretvorbe. Rezultati raziskav so pokazali, da sta difuzija trijodidnih ionov v elektrolitu in rekombinacije generiranih elektronov dva ključna omejevalna procesa v EK sončni celici. Učinkovitost pretvorbe sledi obnašanju kratkostičnega toka EK sončne celice.
		ANG The influence of the iodine concentration and appropriateness of using binary ionic liquid mixtures in the electrolyte on the solar cell efficiency has been evaluated in order to optimise the electrolyte composition. In parallel the influence of cell temperature and light intensity on the solar cell performance has been studied. The results showed that diffusion of tri-iodide and recombination reactions can be identified as two limiting processes in DSSC. The conversion efficiency of a DSSC resembles the JSC behaviour.
	Objavljeno v	BERGINC, Marko, OPARA KRAŠOVEC, Urša, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. The effect of temperature on the performance of dye-sensitized solar cells based on a propyl-methyl-imidazolium iodide electrolyte. Solar Energy Materials and Solar Cells. Vol. 91 (2007), 821-828. JCR IF (2007): 2.002, SE (10/64), energy & fuels
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	5859668	
5.	Naslov	SLO Efektivna učinkovitost pretvorbe fotonapetostnih modulov pod realnimi pogoji na prostem
		ANG Effective efficiency of PV modules under field conditions
	Opis	SLO Razvili smo nov postopek določanja letnega energijskega izplena in efektivne letne učinkovitosti pretvorbe fotonapetostnega modula. Z dodatno analizo pri različnih intenzitetah svetlobe in različnih temperaturah modula je po novem postopku možno natančno napovedovati letni energijski izplen za izbrano lokacijo. A new procedure has been developed that defines the efficiency versus

	ANG	irradiance and temperature for a specific module, collects the local irradiance and temperature data, and combines the two mathematically, resulting in effective efficiency. The module performance ratio is defined to be the ratio of effective efficiency to that under standard test conditions. A focus on the parameters that control the effective efficiency should provide a path to PV modules with improved field performance.
Objavljeno v		TOPIČ, Marko, BRECL, Kristijan, SITES, James R. Effective efficiency of PV modules under field conditions. Progress in Photovoltaics, 2007, vol. 15, str. 19-26. [COBISS.SI-ID 5708372] JCR IF (2007): 2.179, SE (9/64), energy & fuels
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		5708372

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	SLO Simulator SunShine
		ANG SunShine Simulator
Opis	SLO	V letu 2005 smo dokončali razvoj prototipa optičnega simulatorja Sunshine, ki omogoča simulacijo razširjanja vpadne svetlobe v večplastne strukture z gladkimi ali hrapavimi spoji. Še posebej je simulator pomemben pri analizi in optimizaciji tankoplastnih silicijevih sončnih celic in modulov. Kot izdelek smo simulator oz. njegove licence prodali nekaterim svetovnim proizvajalcem tankoplastnih silicijevih PV modulov. Tudi med raziskovalnimi skupinami po svetu je interes po možnosti uporabe simulatorja zelo velik, a ga zaradi strategije nadaljnjih raziskav ne nameravamo tržiti.
	ANG	We have finished development of the commercial version of optical simulator SunShine. The simulator is of special importance for analysis and optimisation of thin-film silicon solar cells and photovoltaic modules. Limited and non-exclusive licences of its commercial versions have been sold to the selected global producers of thin-film PV modules since 2005. Also research groups around the globe have a strong interest for Sunshine Software, but due to our strategic position in the research community and further extensions underway we do not plan to commercialize it further.
	Šifra	F.06 Razvoj novega izdelka
	Objavljeno v	Instalacijski CD in Navodila za uporabo
	Tipologija	2.21 Programska oprema
	COBISS.SI-ID	0
2.	Naslov	SLO vmesnika GPIB-USB in GPIB-Ethernet
		ANG GPIB-USB and GPIB-Ethernet controllers
Opis	SLO	Konec 2007 smo dokončali razvoj prototipa vmesnika GPIB-USB in vmesnika GPIB-Ethernet s pripadajočo programsko opremo, ki omogočata krmiljenje in komunikacijo z merilnimi instrumenti opremljenimi z GPIB vodilom kar preko notesnika ali poljubnega osebnega računalnika, ki ima univerzalno serijsko vodilo (USB) ali mrežni priključek Ethernet. Hkrati smo razvili tudi prototip merilne kartice za večkanalni zajem analognih in digitalnih signalov (kartica DAQ) s konkurenčnimi lastnostmi. Z njimi smo opremili 16 merilnih mest v študentskem laboratoriju.
	ANG	Development of controllers for GPIB instruments has reached the final commercial stage. Prototypes of a GPIB-USB controller and of the GPIB-Ethernet controller offer efficient control and communication to the measuring instruments equipped with the GPIB over universal serial bus (USB) or Ethernet network using a notebook or remote personal computer. We have also developed a prototype of data acquisition card (DAQ card) for multichannel measurement of analog and digital signals. 16 DAQ cards were installed and in operation in our student laboratory, next to the GPIB-USB controllers.
	Šifra	F.08 Razvoj in izdelava prototipa
	Objavljeno v	http://lpvo.fe.uni-lj.si/gpib

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

	Tipologija	2.21	Programska oprema	
	COBISS.SI-ID	0		
3.	Naslov	<i>SLO</i>	Slovenski fotovoltaični konferenci (SLO-PV 2006 in 2008)	
		<i>ANG</i>	Slovenian Photovoltaic Conferences (SLO-PV 2006 and 2008)	
	Opis	<i>SLO</i>	Praktično vsi člani programske skupine so sodelovali pri organizaciji in pri programskem delu 1. in 2. Slovenske fotovoltaične konference (SLO-PV 2006 in 2008, http://slo-pv.fe.uni-lj.si), ki sta potekali na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Najvidnejšo vlogo med člani programske skupine sta imela prof. Topič (predsednik konference) in dr. Brecl (predsednik organizacijskega odbora), ki sta bila tudi urednika konferenčnega zbornika v elektronski obliki. Konference se je leta 2006 udeležilo preko 180 udeležencev, leta 2008 pa preko 240 udeležencev.	
		<i>ANG</i>	Practically all members of our research program have been involved in the organisation of the First and Second Slovenian Photovoltaic Conference (SLO-PV 2006 and 2008, http://slo-pv.fe.uni-lj.si), which took place at the Faculty of Electrical Engineering University of Ljubljana. The major role had Prof. Topič as the conference chairman and Dr. Brecl as the chairman of organising committee. They both also acted as Editors of the electronic Conference Proceedings. We hosted 180 and 240 attendees, respectively.	
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja		
	Objavljeno v	http://slo-pv.fe.uni-lj.si		
	Tipologija	2.30	Zbornik strokovnih ali nerecenziranih znanstvenih prispevkov na konferenci	
COBISS.SI-ID	5685844			
4.	Naslov	<i>SLO</i>	Razvoj tehnologije elektrokemijskih sončnih celic	
		<i>ANG</i>	Development of dye-sensitized solar cell technology	
	Opis	<i>SLO</i>	Od začetka leta 2004 smo raziskovali na področju tehnologij elektrokemijskih sončnih celic: (1) Razvili smo modificiran tehnološki postopek priprave nanokristalinične TiO ₂ plasti. (2) Pri razvoju elektrolitov smo ugotovljali vpliv koncentracije joda in mešanja dveh ionskih tekočin na učinkovitost pretvorbe in poiskali najboljše mešanice. (3) Hkrati smo preučevali vpliv temperature na delovanje sončnih celic in njihovo učinkovitost pretvorbe ter raziskovali vpliv raznovrstnih odbojnih plasti na hrbtni strani, ki naj bi čim večji del svetlobe odbijale nazaj v aktivni del sončne celice.	
		<i>ANG</i>	Starting with beginning of 2004 we have entered the field of technology of dye-sensitized solar cells, where we made the following progress and achievements: (1) New technology process procedure of nanocrystalline TiO ₂ layer. (2) In variety of electrolytes effect of iodine concentration and of blending different ionic liquids have been studied in the search for optimum combination. (3) At the same time, effects of the cells' temperature on their performance and conversion efficiency have been studied. Different concepts of back reflectors have been evaluated.	
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije		
	Objavljeno v	delno objavljeno v izvirnih znanstvenih člankih in na mednarodnih konferencah		
	Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	0			
5.	Naslov	<i>SLO</i>	Preizkuševališče PV modulov	
		<i>ANG</i>	Outdoor PV Module Monitoring	
			Razvili smo prototip merilnega sistema za avtomatsko spremljanje karakteristik fotonapetostnih (PV) modulov, ki omogoča računalniško podprto merjenje tokovno-napetostnih karakteristik PV modulov z vsemi spremljevalnimi okoljskimi veličinami. Na strehi fakultete smo zgradili	

Opis	SLO	preizkuševališče, ki vključuje do 16 PV modulov. Dosedanji rezultati izkazujejo izreden pomen tovrstnega monitoringa. Monitoring PV modulov bomo v prihodnosti izkoriščali tako za raziskovalno delo na področju določanja energijskega izplena PV modulov kot tudi za ovrednotenje kvalitete novih tipov PV modulov.
	ANG	In 2006 a prototype of measurement system for automatic monitoring of PV module performance has been developed. On the roof of our building we have set up a monitoring site for up to 16 PV modules, which are currently monitored every 10 minutes. Monitoring of PV modules will be used as verification tool for research in prediction of PV modules' energy yield and for stability approval of new PV module prototypes under development.
Šifra	F.11 Razvoj nove storitve	
Objavljeno v	KURNIK, Jurij, JANKOVEC, Marko, BRECL, Kristijan, TOPIČ, Marko. Development of outdoor photovoltaic module monitoring system. Informacije MIDEM. Vol. 38 (2008) 2, 75-80.	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	6868308	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Raziskave novih tehnologij in spremljevalnih aktivnosti na področju fotovoltaike kot enemu najperspektivnejših obnovljivih virov električne energije so izrednega pomena za trajnostni razvoj energetike, ki bo predpogoj za trajnostni gospodarski razvoj Slovenije in Evrope v celoti. Fotovoltaika je postala v svetovnem merilu energetski gospodarski sektor, ki raste v povprečju zadnjih desetih let s 40% letno stopnjo. Zametki slovenske fotovoltaične industrije (BISOL d.o.o. – proizvodnja kristalnih silicijevih PV modulov, Trimo d.d. – integracija tankoplastnih PV modulov v strešne in fasadne elemente, SolarValue Proizvodnja d.o.o. – proizvodnja solarno čistega silicija, ETI Elektroelement d.d. – proizvodnja zaščitnih gradnikov, Kon Tiki Solar d.o.o., Genera d.d., Gryps d.o.o., Chemitrade d.o.o., ... - inženiring) uvajajo nove tehnologije v proizvodne obrate in z optimizmom napovedujejo nove domače proizvode, ki bodo namenjeni predvsem izvozu na globalne svetovne trge.

Poleg temeljnih raziskav smo vedno bolj vpeti v aplikativne raziskave in razvoj novih tehnologij in produktov s področja fotovoltaike in elektronike za gospodarske subjekte doma in po svetu.

Naš doprinos k razvoju znanosti dokazujemo tudi z naraščajočim številom vabljenih predavanj na specializiranih mednarodnih konferencah in po drugih visokošolskih inštitucijah doma in tujini.

ANG

Research and development in the field of photovoltaics as one of the most promising long-term Renewable Energy Source solutions for electricity supply has immense importance for sustainable evolution in energy sector in Europe and Slovenia. Photovoltaics rapidly grows into an economy sector that grows on average between 30 – 40 % per year. It increases quality and reliability of electricity supply, since it covers the peak demand and locally creates jobs. The very beginning of Slovenian photovoltaic industry has been initiated and supported by our research group as the largest and internationally recognized PV R&D group in Slovenia. In the last five years the company BISOL d.o.o. started production of wafer-based crystalline silicon PV modules, Trimo d.d. released a new family of building elements with integrated flexible thin-film PV modules, SolarValue Proizvodnja d.o.o. intends to reconstruct ferrosilicate furnaces into solar-grade silicon purification process, ETI Elektroelement d.d. started development of DC fuses, Kon Tiki Solar d.o.o., Genera d.d., Gryps d.o.o., Chemitrade d.o.o., ... are focusing on engineering. They all plan new PV products, which will be strongly export oriented.

Besides fundamental research, which generated numerous scientific publications in the top PV specialized international journals, we are more and more involved in applied research and development of new technologies and products in the field of photovoltaics and electronics. Increased cooperation with companies in Slovenia and abroad is evident.

Our contribution to the development of science is reflected also in an increasing number of invited speeches at specialized international conferences and invited lectures at other

universities and institutes around the globe.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Energetska problematika je in tudi zagotovo bo tudi v bodoče pomembno krojila usodo ekonomskega razvoja Slovenije. Zaloge konvencionalnih energetskega virov kopnijo, dodaten problem v 21. stoletju pa je tudi onesnaževanje okolja in z njim povezane klimatske spremembe. Energetska neodvisnost držav na makro nivoju in samostojnih naselij ali hiš na mikro nivoju bo pomembno posegla v družbenoekonomski sistem. Tudi v Sloveniji bo problem zanesljive, učinkovite in predvsem trajnostne ekološko naravnane energetske oskrbe postal pomemben dejavnik razvoja.

Raziskovalni program je za Slovenijo pomemben po več kriterijih:

- uvajanje ekološko naravnanih energetskega virov,
- prispevki k novim rešitvam polprevodniških struktur fotonapetostnih pretvornikov,
- razvoj fotonapetostnih naprav, primernih za specifično slovenske potrebe uporabe,
- potrjevanje slovenske raziskovalne skupine v mednarodnem prostoru,
- sodelovanje skupine s sorodnimi raziskovalnimi skupinami drugod po svetu,
- sodelovanje s programskimi skupinami iz drugih JRO in izmenjava izkušenj in znanj na interdisciplinarnih segmentih,
- formiranje usposobljenih raziskovalnih kadrov za široko področje znanosti in tehnologije,
- nov gospodarski sektor in nova delovna mesta za 21. stoletje,
- realizacija ekološko naravnane strategije R Slovenije z uvajanjem alternativnih virov energije za zmanjševanje CO2 emisije.

Številnimi relevantnimi dosežki govorijo sami zase. Kot priznanje za naše dosežke lahko štejemo tudi nedavno najvišjo državno nagrado na področju znanosti, t.j. Zoisova nagrada, ki jo je prejel novembra 2008 prof. dr. Marko Topič za vrhunske dosežke na področjih elektronike, fotovoltaike in optoelektronike.

ANG

Energy situation will certainly strongly affect the future of economic development in Slovenia. Resources of conventional energy sources become scarce, their harmful use accelerates climate change and environmental pollution. Energy sustainability of individual countries on macroeconomical level and of individual residential areas or houses on microeconomical level will importantly affect the socioeconomic system. The question of reliable, efficient and upmost sustainable and environmentally friendly energy supply will tailor the development and competitiveness also in Slovenia.

Research program Semiconductor Electronics 2004-2008 was important for Slovenia from the following criteria:

- introduction of ecologically natural energy sources,
- contribution to new solutions in semiconductor structures in photovoltaics,
- development of photovoltaic modules and other products,
- affirmation of Slovenian research community in international arena,
- cooperation of research group with foreign research and development groups around the globe,
- cooperation with other research groups and exchange of experiences, equipment and personnel in interdisciplinary fields,
- educating and training of highly skilled researchers in the field of applied sciences and technologies,
- creation of economic sectors and new jobs in the 21st century,
- deployment of ecology oriented strategy of Slovenia with the introduction of renewable energy sources for abatement of CO2 emissions.

Among numerous achievements that speak for themselves. In recognition of our achievements, professor Marko Topic received the highest Scientific Award in the Republic of Slovenia, the Zois Award, in Nov 2008 for distinguished research and development achievements in the field of electronics, photovoltaics and optoelectronics.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število	Od tega mladih
---------------------	---------	----------------

	mentorstev	raziskovalcev
- magisteriji	2	1
- doktorati	4	3
- specializacije	3	
Skupaj:	9	4

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	2		
- gospodarstvo	2	2	3
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	4	2	3

10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju¹⁰

	Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)	Število *
1.	ROTH, Werner (ur.), BRECL, Kristijan (ur.), KRČ, Janez (ur.), LIKOVIČ, Aleks (ur.), NEMAC, Franko (ur.), OPARA KRAŠOVEC, Urša (ur.), SMOLE, Franc (ur.), ŠKARJA, Gašper (ur.), TOPIČ, Marko (ur.), VUKADINOVIČ, Mišo (ur.). Soltrain : izkoriščanje sončne energije za proizvodnjo električne energije s pomočjo fotonapetostnih sistemov : slovenski priročnik. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2004. 1 zv. (600 strani, loč.pag.), ilustr. [COBISS.SI-ID 4585044]	Tiskani izvod s 27 prispevki na 600 straneh.
2.	FERRAZZA, Francesca (ur.), TOPIČ, Marko (ur.), JÄGER-WALDAU, Arnulf (ur.). Photovoltaic devices : manufacturing issues - from laboratory to mass production : book of abstracts : Euroconference, Kranjska Gora, Slovenia, 15th - 20th October 2004, (Euroconference series, 4). [S. l.: s. n.], 2004. 62 str., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 4427860] (http://lpvo.fe.uni-lj.si/europv)	CD izvod zbornika / Tiskani izvod Knjige izvlečkov 55 prispevkov
3.	BURGELMAN, Marc (ur.), TOPIČ, Marko (ur.). Proceedings : International Workshop on Numerical Modelling of Thin Film Solar Cells, Gent, March 28-30, 2007. Gent: Universiteit, cop. 2007. Academia Press, Gent. 374 str., ilustr. ISBN 978-90-382-1109-1. [COBISS.SI-ID 6061652]	Tiskani in CD izvod zbornika Tuja založba 37 prispevkov
4.	Selected topics of semiconductor electronics. Marko Topič in Franc Smole (urednik 2003-). Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2003-. ISSN 1581-6249. [COBISS.SI-ID 123191552]	2003 monografija M. Vukadinović 2003 monografija J. Krč 2005 monografija M. Jankovec 2008 monografija B. Glažar 2008 monografija G. Černivec
5.		
6.		
7.		

8.	
9.	
10.	

*Število urejenih prispevkov (člankov) /število sodelavcev na zbirki oz. bazi /povečanje obsega oz. število vnosov v zbirko oz. bazo v obdobju

11. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca

Sodelovanje v programski skupini	Število
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	1
Skupaj:	1

12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju¹¹

<p>EU – 50P – TN ASINET »European network on amorphous silicon device technology« koordinator: Dr. Julio Carrabe (CIEMAT, Španija) število partnerjev: 22 trajanje: 1.4.2001 – 31.3.2004 (3 leta) slovenski nosilec: prof. dr. Marko Topič (UL FE) pogodba: G5RT-CT-2001-05012</p> <p>EU – 50P – RTD ADVOCATE »Advanced Dry Process For Low Cost Thin Multicrystalline Silicon Solar Cell Technology« koordinator: Dr. Jozef Szlufcik (IMEC, Belgija) število partnerjev: 12 trajanje: 1.12.2001 – 30.11.2004 (3 leta) slovenski nosilec: prof. dr. Marko Topič (UL FE) pogodba: ENK6-CT-2001-00562</p> <p>EU – 50P – AM EUROPV »Euroconferences – Photovoltaic Devices« koordinator: Prof. Marko Topič (UL FE, Slovenija) število partnerjev: 1 trajanje: 1.1.2003 – 30.4.2005 (28 mesecev) pogodba: NNE5/2002/39</p> <p>EU – ALTENER – SOLTRAIN »Photovoltaic Training Courses in Candidate Countires« koordinator: Dr. Uwe Sauer (ISE Freiburg, Nemčija) število partnerjev: 12 trajanje: 1.2.2003 – 31.1.2005 (2 leti) slovenski nosilec: prof. dr. Marko Topič (UL FE) pogodba: Altener 4.1030/Z/02-067</p> <p>EU – 60P – STREP FLEXCELLENCE »Roll-to-roll technology for the production of high-efficiency low cost thin film silicon photovoltaic modules« koordinator: Prof. Christophe Ballif (University of Neuchatel, Švica) število partnerjev: 8 trajanje: 1.10.2005 – 30.9.2008 (3 leta) slovenski nosilec: prof. dr. Marko Topič (UL FE) pogodba: 019948</p>
--

EU – GOP – IP ATHLET

»Advanced Thin Film Technologies for Cost Effective Photovoltaics«
koordinator: prof. dr. Martha Lux-Steiner (Hahn-Meitner-Institut, Nemčija)
število partnerjev: 24
trajanje: 1.1.2006 – 31.12.2009 (4 leta)
slovenski nosilec: prof. dr. Marko Topič (UL FE)
pogodba: 019670

Nemčija – BMBF - Farbstoffsolarzellen

»Entwicklung von geeigneten chemischen Materialien und Elektrodenmaterialien für die kostengünstige Fertigung von langzeitstabilen und dekorativen Farbstoffsolarzellen-Modulen«
koordinator: Dr. Rainer Kern, Fraunhofer Institut fuer Solare Energiesysteme, Freiburg, Nemčija
število partnerjev: 7
trajanje: 1.4.2004 – 30.9.2006 (2,5 let)
slovenski nosilec: dr. Urša Opara Krašovec (UL FE)
pogodba: 035-252077

Nemčija – Forschungszentrum Juelich - OptoASIC

»Tankoplastni ultravijolični senzorji na naročniških integriranih vezjih / Thin film ultraviolet detectors on Application Specific Integrated Circuits«
koordinator: Dr. Helmut Stiebig, Forschungszentrum Juelich, Nemčija
število partnerjev: 2
trajanje: 1.7.2002 – 30.6.2004 (2 leti)
slovenski nosilec: prof. dr. Marko Topič (UL FE)
pogodba: 41513443

ZDA – bilateralni - BI-US/05-06/012

»Analiza izgub v tankoplastnih polikristalnih sončnih celicah / Loss Analysis of Thin-Film Polycrystalline Solar Cells«
koordinatorja: prof. dr. Marko Topič (UL FE) / prof. dr. James Sites (Colorado State University)
trajanje: 1.1.2005 – 31.12.2006 (2 leti)
pogodba: BI-US/05-06/012

Portugalska – bilateralni - BI-PT/08-09-004

»Fotodiode za nizke osvetlitve – optoelektronsko zaznavanje fluorescence in kemijske luminescence izbranih biomolekul / Photodiodes for low light intensities - optoelectronic detection of fluorescence and chemiluminescence of tagged biomolecules«
koordinatorja: doc. dr. Janez Krč (UL FE) / prof. dr. Virginia Chu (INESC Microsistemas and Nanotecnologias, Lizbona)
trajanje: 1.1.2008 – 31.12.2009 (2 leti)
pogodba: BI-PT/08-09-004

13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS¹²

V letih 2004-2008 smo izvedli naslednje projekte za tuje naročnike in so bili opisani v letnih poročilih:

Industrija – Japonska: Kaneka Corporation
Industrija – Nemčija: Schueco KG
Industrija – Nemčija: Schott AG
Industrija – Švica: VHF Technologies SA
Industrija – Nemčija: Merck KGaA

Industrija – Slovenija: Blues d.o.o. in BISOL d.o.o., Velenje
Industrija – Slovenija: HTZ I.P. Velenje d.o.o., Velenje
Industrija – Slovenija: Trimo d.o.o., Ljubljana
Industrija – Slovenija: Genera d.o.o., Ljubljana
Slovenija: Tehnični muzej Slovenija, Bistra

V letih 2004-2008 smo izvedli tudi nekaj manjših projektnih nalog za slovenska podjetja VR Elektronika d.o.o., AMK d.o.o., Semikron d.o.o., MDR Kalin d.o.o.

V slovenskem prostoru smo sodelovali kot nosilci ali partnerji pri številnih projektih:
Ministrstvo za gospodarstvo RS: Grozd URE in OVE
Ministrstvo za gospodarstvo RS: Grozd za sončne elektrarne
Ministrstvo za gospodarstvo RS: Projektna naloga Potencial OVE

14. Dolgoročna sodelovanja z uporabniki, sodelovanje v povezavah gospodarskih in drugih organizacij (grozdi, mreže, platforme), sodelovanje članov programske skupine v pomembnih gospodarskih in državnih telesih (upravni odbori, svetovalna telesa, fundacije, itd.)

Grozd URE in OVE

Sodelovali smo v Grozdu "URE in OVE", kjer smo leta 2004 uspešno zaključili drugo fazo grozda. V okviru grozda smo delovali na projektu izobraževanja, na projektu kakovosti ter na več RR projektih. Med njimi smo koordinirali projekt "Razvoj fotonapetostnega testnega okolja in primerjava različnih tipov PV modulov".

26. januarja 2004 smo bili soustanovitelji zavoda Grozd URE in OVE - Zavod za trajnostni razvoj energetike in ekologije (skrajšano ime Zavod TREE).

Grozd za sončne elektrarne in Slovenska tehnološka platforma za fotovoltaiiko

V letu 2004 smo bili pobudnik in soustanovitelj »Grozda za sončne elektrarne«, ki se je leta 2005 preoblikoval v Slovensko tehnološko platformo za fotovoltaiiko (www.pv-platforma.si). Po treh letih uspešnega delovanja platforma združuje preko 25 najpomembnejših slovenskih podjetij in raziskovalno-razvojnih institucij s področja fotovoltaiike. Prof. dr. Marko Topič deluje kot predsednik skupščine, Franko Nemas iz podjetja ApE d.o.o. pa kot koordinator. Platforma ima šest delovnih skupin. Člani našega raziskovalnega programa vodijo dve delovni skupini: Raziskave in razvoj (prof. dr. M. Topič) in Izobraževanje in promocija (dr. K. Brecl).

Evropska tehnološka platforma za fotovoltaiiko

Evropska tehnološka platforma za fotovoltaiiko (www.eupvplatform.org) je bila ustanovljena decembra 2005 v Bruslju. Januarja 2006 je Upravni odbor EU PV TP imenoval redne člane delovnih skupin. Prof. dr. Marko Topič je postal redni član delovne skupine 3 »Science, Technology and Applications«, ki je v letu 2007 objavila Strateško razvojno agendo kot monografsko publikacijo (»A strategic research agenda for photovoltaic solar energy technology« [Brussels]: European Communities, cop. 2007. 70 str.. ISBN 978-92-79-05523-2. [COBISS.SI-ID 5952596]), trenutno pa pripravlja Izvedbeni načrt zanjo. Februarja 2006 je minister dr. Jure Zupan imenoval prof. dr. Marka Topiča za slovenskega predstavnika v področnem odboru (Mirror Group) platforme. Leta 2007 je Marko Topič postal član Upravnega odbora Evropske tehnološke platforme za fotovoltaiiko.

Svet Vlade Republike Slovenije za konkurenčnost

Dne 17.4.2008 je minister dr. Žiga Turk sprejel sklep o imenovanju vodij in članov razvojnih skupin znotraj Sveta Vlade Republike Slovenije za konkurenčnost. Kot člana 5. razvojne skupine za energetiko in trajnostne vire energije je imenoval prof. dr. Marka Topiča.

15. Skrb za povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06)¹³

Naslov	Elektronika na poti od detektorja do osrednjega dela sistema
Opis	Pregledni strokovni članek opisuje delovanje elektronskih vezij na poti od raznovrstnih detektorjev, ki dajejo šibak električni signal pa do centralnih procesnih enot elektronskih sistemov.
Objavljeno v	KRČ, Janez, JANKOVEC, Marko, TOPIČ, Marko. Elektronika na poti od detektorja do osrednjega dela sistema = Electronics on the way from a detector to the central system unit. Inf. MIDEM, 2002, letn. 32, št. 4, str. 298-302.

COBISS.SI-ID	3484244
---------------------	---------

16. Skrb za popularizacijo znanstvenega področja (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12)¹⁴

Naslov	Neizčrpen in povsem čist energijski vir : fotovoltaika na Slovenskem
Opis	TOPIČ, Marko. Neizčrpen in povsem čist energijski vir : fotovoltaika na Slovenskem. Delo (Ljubl.), 28. okt. 2004, letn. 46, št. 251, str. 16. [COBISS.SI-ID 216868864]
Objavljeno v	TOPIČ, Marko. Neizčrpen in povsem čist energijski vir : fotovoltaika na Slovenskem. Delo (Ljubl.), 28. okt. 2004, letn. 46, št. 251, str. 16.
COBISS.SI-ID	216868864

17. Vpetost vsebine programa v dodiplomske in podiplomske študijske programe na univerzah in samostojnih visokošolskih organizacijah v letih 2004 – 2008

1.	Naslov predmeta	Elektronski elementi
	Vrsta študijskega programa	VŠS program Elektrotehnika – smer Elektronika
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
2.	Naslov predmeta	Osnove nelinearnih elementov
	Vrsta študijskega programa	UNI program Elektrotehnika – smer Elektronika
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
3.	Naslov predmeta	Nelinearni elementi
	Vrsta študijskega programa	UNI program Elektrotehnika – smer Elektronika
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
4.	Naslov predmeta	Elektronska vezja
	Vrsta študijskega programa	UNI program Elektrotehnika – smer Elektronika
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
5.	Naslov predmeta	Aplikativna elektronika
	Vrsta študijskega programa	Magistrski program Elektrotehnika
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
	Naslov predmeta	Polprevodniški elementi
	Vrsta	

6.	študijskega programa	Magistrski program Elektrotehnika
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
7.	Naslov predmeta	Optoelektronika
	Vrsta študijskega programa	Magistrski program Elektrotehnika
	Naziv univerze/fakultete	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

18. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja:

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visoko-šolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input 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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
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	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar¹⁵

Raziskave novih tehnologij in spremljevalnih aktivnosti na področju fotovoltaike kot enemu najperspektivnejših obnovljivih virov električne energije so izrednega pomena za trajnostni razvoj energetike, ki bo predpogoj za trajnostni gospodarski razvoj Slovenije in Evrope v celoti. Fotovoltaika je postala v svetovnem merilu energetskega gospodarskega sektorja, ki raste v povprečju zadnjih desetih let s 40% letno stopnjo. Zametki slovenske fotovoltaične industrije (BISOL d.o.o. – proizvodnja kristalnih silicijevih PV modulov, Trimo d.d. – integracija tankoplastnih PV modulov v strešne in fasadne elemente, SolarValue Proizvodnja d.o.o. – proizvodnja solarno čistega silicija, ETI Elektroelement d.d. – proizvodnja zaščitnih gradnikov, Kon Tiki Solar d.o.o., Genera d.d., Gryps d.o.o., Chemitrade d.o.o., ... - inženiring) uvajajo nove tehnologije v proizvodne obrate in z optimizmom napovedujejo nove domače proizvode, ki bodo namenjeni predvsem izvozu na globalne svetovne trge.

Poleg temeljnih raziskav smo vedno bolj vpeti v aplikativne raziskave in razvoj novih tehnologij in produktov s področja fotovoltaike in elektronike za gospodarske subjekte doma in po svetu.

Rezultati naših raziskav se hkrati prenašajo v proces visokošolskega izobraževanja, kar utrjuje kvaliteto in aktualnost vsebin dodiplomskih in podiplomskih predmetov na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani, z vabljenimi predavanji pa tudi po drugih visokošolskih inštitucijah.

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 5., 6. in 7. točke na spletni strani <http://sicris.izum.si/> obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki

Podpisi:

vodja raziskovalnega programa		zastopniki oz. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Marko Topič	in/ali	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Kraj in datum:

Ljubljana

11.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/945

¹ Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja ter rezultate in učinke raziskovalnega programa. Največ 21.000 znakov vključno s presledki (približno tri in pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

² Največ 3000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

³ Samo v primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁴ Navedite največ pet najpomembnejših znanstvenih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, ki je predmet poročanja. Za vsak rezultat navedite naslov v slovenskem in angleškem jeziku (največ 150 znakov vključno s presledki), rezultat opišite (največ 600 znakov vključno s presledki) v slovenskem in angleškem jeziku, navedite, kje je objavljen (največ 500 znakov vključno s presledki), izberite ustrezno šifro tipa objave po Tipologiji dokumentov/del za vodenje bibliografij v sistemu COBISS ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Navedeni rezultati bodo objavljeni na spletni strani <http://sicris.izum.si/>.

PRIMER (v slovenskem jeziku):

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

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

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

Tipologija: 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

⁵ Navedite največ pet najpomembnejših družbeno-ekonomsko relevantnih rezultatov programske skupine, ki so nastali v času trajanja programa v okviru raziskovalnega programa, 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, 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](#)

⁶ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si> [Nazaj](#)

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

⁷ Največ 4.000 znakov vključno s presledki Nazaj

⁸ Največ 4.000 znakov vključno s presledki Nazaj

⁹ Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR Nazaj

¹⁰ Vpisuje se uredništvo revije, monografije ali zbornika v skladu s Pravilnikom o kazalcih in merilih znanstvene in strokovne uspešnosti (Uradni list RS, št. 39/2006, 106/2006 in 39/2007), kar sodi tako kot mentorstvo pod sekundarno avtorstvo, in delo (na zlasti nacionalno pomembnim korpusu ali zbirki) v skladu z 3. in 9. členom istega pravilnika. Največ 1000 znakov (ime) oziroma 150 znakov (število) vključno s presledki. Nazaj

¹¹ Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. Nazaj

¹² Navedite konkretne projekte, kot na primer: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine ipd. in ne sodijo v okvir financiranja pogodb ARRS. Največ 9.000 znakov vključno s presledki. Nazaj

¹³ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine strokovnega prispevka v slovenskem jeziku, ki se nanaša na povezavo znanja s slovenskim prostorom in za slovensko znanstveno terminologijo (Cobiss tip 1.04, 1.06, 1.07, 1.08, 1.09, 1.17, 1.18, 2.02, 2.03, 2.04, 2.05, 2.06). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki) ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Nazaj

¹⁴ Navedite objavo oziroma prevod (soobjavo) članov programske skupine, povezano s popularizacijo znanosti (Cobiss tip 1.05, 1.21, 1.22, 2.17, 2.19, 3.10, 3.11, 3.12). Napišite naslov (največ 150 znakov vključno s presledki), kratak opis (največ 600 znakov vključno s presledki), navedite, kje je objavljen/a (največ 500 znakov vključno s presledki), ter napišite ustrezno COBISS.SI-ID številko bibliografske enote. Nazaj

¹⁵ Komentar se nanaša na 18. točko in ni obvezen. Največ 3.000 znakov vključno s presledki. Nazaj

Obrazec: ARRS-ZV-RPROG-ZP/2008 v1.00a