

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/154

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

Šifra programa	P2-0257
Naslov programa	Sistemi na čipu z integriranimi mikromehanskimi, z optičnimi, z magnetnimi in z elektrokemijskimi senzorji
Vodja programa	1927 Janez Trontelj
Obseg raziskovalnih ur	42.500
Cenovni razred	D
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

V raziskovalnem programu 'Sistemi na čipu z integriranimi mikromehanskimi, z optičnimi, z magnetnimi in z elektrokemijskimi senzorji' smo v LMFE v obdobju 2004-2008 razvili , verificirali in uvedli v redno pilotsko proizvodnjo naslednje tehnologije:

1. Tehnologija LMFE-CMOS z optimiziranimi integriranimi magnetnimi senzorji. Izdelan je bil prototip integriranega magnetnega mikrosistema in je bil dostavljen potencialnemu slovenskemu kupcu, ki je izdelek pozitivno ocenil in sedaj naroča razvoj mikrosistema v skladu s svojimi specifikacijami. Ocenjujemo , da je tak odziv kupca najbolj prepričljiv kazalec uspeha razvite tehnologije, ki po magnetnih lastnostih presega vse primerljive tehnologije v tujini.
2. Tehnologija LMFE-CMOS z optimizirano integrirano fotodiodo. Tudi tu gre za izjemno uspešen tehnološki dosežek LMFE. Zasnovali smo namreč IR diodo, ki je po svojih lastnostih presegala tiste iz tehnološko razvitih ZDA, zato smo v LMFE izdelali na milijone takih diod za naročnika v ZDA in s tem močno prispevali k proračunu LMFE. Žal je zaradi velikega cunamija decembra 2005, ki je uničil tovarno v Indoneziji za končno proizvodnjo sistemov s temi IR diodami, ta aktivnost v LMFE ugasnila. Nadomestil jo je nov proizvod, to je polje fotodiod za slovenskega naročnika, kjer smo izdelali tako polje v komercialni nemški polprevodniški tovarni XFAB in v tehnologiji LMFE in pri tem spet dosegli boljše rezultate in predvsem nižjo proizvodno ceno.
3. Tehnologijo silicijeve membrane smo uspeli dodelati do takšne mere, da je lahko uporabimo za mikro senzor temperature oziroma za detektor IR in THz valovanja.
4. Razvita je bila tehnologija CMOS z integriranimi elektrokemijskimi senzorji. Kaže se izjemen interes za uporabo te tehnologije v aplikacijah tako imenovanega 'umetnega nosu'.

Podrobnejše poročilo o razvitih tehnologijah LMFE je v **prilogi 7**.

Nadalje so bile razvite tri ključne metodologije:

1. Metodologija načrtovanja mikrosistemov.
2. Razvit je bil nov, po našem poznanju doslej najpopolnejši model integriranega magnetnega senzorja in je bil vključen v načrtovalsko orodje LMFE.
3. Razvita je bila metodologija in diagram poteka za načrtovanje obsežnih sistemov na čipu 'SoC'. Podrobnejše poročilo je v **prilogi 8**.

V petletnem obdobju je LMFE izdelal celo vrsto proizvodnih produktov, prototipov, pilotskih serij ipd. naj naštejem le najpomembnejše, ki so vezani na raziskovalni program v obdobju 2004-2008.

- Za najpomembnejši dosežek LMFE štejemo ključen delež sodelovanja LMFE pri razvoju mikrosistema žiroskop (**priloga 9a**) firme SensorDynamics za avtomobilsko industrijo. Predvsem s prispevkom LMFE je ta proizvod prišel v serijsko proizvodnjo in prekosal multinacionalke kot so Analog Devices, ki so v tak razvoj vložile blizu 250 mio\$. Gre za zares izjemen dosežek, ki je bil v Avstriji nagrajen kot najboljši tehnološki dosežek leta. **Priloga 9**.
- Uspešen je bil tudi proizvod IR dioda v tehnologiji LMFE, ki je po lastnostih presegal izdelke iz ZDA in smo ga tja tudi izvažali v milijonskih količinah.
- Obsežen sistem na čipu SoC je bil sistem SOS za mikrotipalo, ki je bil razvit za domačega kupca in ki ga visokotehnološka firma v Angliji izvažala po vsem svetu saj nima konkurence glede tehničnih lastnosti.
- Sistem za merjenje pozicije s poljem fotodiod, izdelan v tehnologiji LMFE, je prav tako prekosal primerjalnega proizvajalca v Nemčiji (XFAB).
- Magnetni mikrosistem za absolutno, točno in robustno merjenje pomika je tudi uspešen in predstavlja tehnološko in načrtovalsko prednost LMFE.

V obdobju april-december 2008 so potekale aktivnosti:

- Optimiziran je bil postopek za industrializacijo vezja SOS (**priloga 9b**), tako da je bil zasnovan robot, ki avtomatsko podaja vezje v testni sistem in izdeluje merilni protokol. Tudi ta sistem je bil izdelan za slovensko industrijo.
- Verifikacija sistema s poljem fotodiod in izdelava prototipne serije za domačega naročnika (**priloga 9c**). Izdelan je bil testni program.

Lahko trdimo, da so bili doseženi in preseženi vsi pričakovani rezultati za petletno obdobje trajanja programa. Tudi trditev, da vsak poznavalec na svetu iz področja magnetnih mikrosistemov in inercialskih mikrosistemov pozna in spoštuje prispevke LMFE ni pretirana. V zadnjem petletnem obdobju je LMFE pridobil 14 mednarodnih patentov in objavil 21 člankov.

3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev²

Stopnja realizacije zastavljenih ciljev je 100%, oziroma je celo presežena, kar je posledica ugodne situacije, ki je vladala na tržišču v preteklem obdobju.

4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa³

--

5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine⁴

	Znanstveni rezultat		
1.	Naslov	SLO	Načrtovanje analognih integriranih vezij v tehnologiji CMOS in BiCMOS

		ANG	Integrated circuit design in CMOS and BiCMOS technology
	Opis	SLO	Prva knjiga v slovenščini, ki obravnava visoko tehnologijo načrtovanja integriranih vezij. Dejansko je današnja elektronika skoraj stoddostotno elektronika integriranih vezij in integriranih sistemov, zato je znanje, ki je odmevno v svetovnem prostoru, sedaj na voljo tudi slovenski strokovni javnosti na način, ki nima podobne vsebine v tuji literaturi. Pomen monografije je tudi v dejstvu, da LMFE skrbi za izobraževanje na ljubljanski in mariborski univerzi z dvema predmetoma: Mikroelektronske tehnologije in Integrirana vezja in je monografija tudi dragocen učni pripomoček.
		ANG	The book "Integrated circuit design in CMOS and BiCMOS technology" is the first and only book written in Slovene that describes the high technological design of integrated circuits. The electronics of integrated circuits. The electronics of integrated circuits and integrated systems represents almost entire modern electronic and this knowledge is therefore available to Slovenian public in a way that foreign literature cannot offer. The book is also important for educational literature at University of Ljubljana and at the University of Maribor.
	Objavljeno v		Fakulteta za elektrotehniko, 1.izdaja, 308 str., 2006
	Tipologija		2.01 Znanstvena monografija
	COBISS.SI-ID		224247552
2.	Naslov	SLO	Limitni cikli pri sigma-delta modulatorjih visokega reda
		ANG	Limit cycles in high order sigma-delta modulators
	Opis	SLO	Raziskave limitnih ciklov sigma-delta modulatorjev oziroma analogno digitalnih pretvornikov višjega reda. Tu je prvič objavljena empirična analiza pojava limitnih ciklov pri različnih pogojih delovanja. Gre za dragoceno znanje, ki se bo uporabljalo v širokem naboru načrtovanja integriranih mikrosistemov, ki zahtevajo maksimalne možne lastnosti A/D pretvornikov. Uvedena je originalna metoda izničenja limitnih ciklov, ki je zanimiva za vso strokovno javnost področja.
		ANG	Limit cycles generated in sigma delta modulators are analysed. Simulation results of two high order modulators are presented together with techniques to reduce limit cycles. The procedure is limited to general single loop sigma delta modulators. To reduce the probability of the appearance of limit cycles a method called dithering is used to reach ultimate performance. Simulation results prove the method's efficiency.
	Objavljeno v		Informacije MIDEM, marec 2006, letnik 36, št. 1, str. 11-18
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		5328468
3.	Naslov	SLO	Vir nizke kompenzirane referenčne napetosti, ki deluje pod 1V napajanja
		ANG	A compensated bandgap voltage reference with sub-1-V supply voltage
	Opis	SLO	Gre za nov princip izdelave referenčne napetosti pri zelo nizki napajalni napetosti, kar je izziv za nove nanoelektronske tehnologije, kjer je napajalna napetost pod 1V. Najbolj bran članek revije Analog Integrated Circuits and Signal Processing v četrtem kvartalu 2005 (priloga 10)
		ANG	It presents a new principle of generating the reference voltage at very low supply voltage. This is a great challenge for emerging nanoelectronic technologies, where the supply voltage is below 1V. The article was the most frequently read article of the last quarter of the year 2005 (appendix 10)
	Objavljeno v		Analog Integrated Circuits and Signal Processing, vol.44, str. 5-15, 2005
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		48009812
4.	Naslov	SLO	CITAT Janez Trontelj:Apparatus for magnetically decoupling an RFID tag, US patent 6,208,235, DE 698 20 236 T2, 21. 10. 2004.
		ANG	CITATION Apparatus for magnetically decoupling an RFID tag, US patent 6,208,235

	Opis	SLO	Gre za originalno rešitev , ki omogoča znižanje presluha med množico pametnih kartic. tak primer je npr. košarica s tako označenimi proizvodi v trgovini, ki naj se berejo in zaračunajo ne da bi se košarica ali nakupovalni voziček praznil pri blagajni, ampak bi kupec v trenutku dobil račun za svoj nakup. Povezava z mikrosistemi je v dejstvu, da je že mnogo mikrosistemov vgrajenih v brezžične sisteme, v prihodnosti pa bo tega še mnogo več.
		ANG	It is a solution of reducing the cross-talk among multiple smart-cards. For instance, a shopping cart with tagged products that are charged to the customer without emptying the shopping cart or basket. The connection to microsystem is in the fact that there is a growing number of microsystems requiring wireless systems.
	Objavljeno v		USPTO database (priloga /appendix 11)
	Tipologija		2.24 Patent
	COBISS.SI-ID		5123156
5.	Naslov	SLO	Priporočila za načrtovanje elektromagnetno robustnih mikroelektronskih sistemov po naročilu
		ANG	Design guidelines for a robust electromagnetic compatibility operation of application specific microelectronic systems
	Opis	SLO	Na pravilno delovanje mikroelektronskih sistemov pogosto vplivajo elektromagnetne motnje. Z zmanjševanjem velikosti mikroelektronskih struktur in njihovih napajalnih napetosti, so se povečale zahteve za elektromagnetno robustnost integriranih vezij. Upoštevanje elektromagnetne združljivosti je torej potrebno tako zaradi pravilnega delovanja vezja, kot tudi zaradi upoštevanja predpisanih zakonov elektromagnetne združljivosti.
		ANG	Proper operation of microelectronic systems is often influenced by electromagnetic interference. While the geometry and power supply voltage of the microelectronic structures are decreasing, the demand for emission robust integrated circuits is increasing. Designing the integrated circuit for electromagnetic compatibility is therefore necessary to achieve the desired functional performance as well as to meet legal requirements.
	Objavljeno v		Informacije MIDEM, sept. 2008, let.38, št. 3, str. 180-185
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
		COBISS.SI-ID	6980948

6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine⁵

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat			
1.	Naslov	SLO	Integrirani mikrosistemi za brezkontaktno merjenje električnega toka
		ANG	Integrated microsystems for contactless current measurement
	Opis	SLO	Gre za dosežek, ki je po svojem konceptu zelo inovativen in predstavlja osnovo za novo generacijo hitrih in natančnih merilnikov električnega toka, ki se predvsem uporabljajo za kontrolni podatek pri krmilnikih električnih pogonov. Ta koncept uporabili za razvoj inteligentnega krmiljenja električnih pogonov.
		ANG	It is an innovative achievement that represents basis for a new generation of fast and accurate current measuring devices that are mostly used with electric drive controllers. We will use this concept for the development of intelligent electric drive controllers.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		Zbornik konference EMPS 2006 - 4th European Microelectronics and Packaging Symposium with Table-Top Exhibition, str. 33-36, 2006
2.	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
	COBISS.SI-ID		5443668
	Naslov	SLO	Temperaturno neodvisen nizko napetostni referenčni vir
		ANG	Temperature independent low reference voltage source
	Referenčni vir je namenjen uporabi v integriranih sistemih, ki lahko uporabljajo baterijsko napajanje. Referenčni vir temelji na ekstrakciji potenciala energijske reže silicija, vendar izkorišča le polovico območja, saj		

	Opis	SLO	je potencial 1,205V previsok. Referenčni vir deluje pri napetosti do 0,8V in ima na izhodu napetost nastavljivo od 0,3V do 0,5V s točnostjo 20ppm/stopinjoC. V mikrosistemih se zelo pogosto rabi tako stabilen referenčni vir.
		ANG	Reference voltage source is implemented in integrated systems that use battery as a supply voltage. It is based upon the extraction of the band gap potential of energy gap of silicon, but it uses only one half of it since 1.205V is too high. The reference voltage source operates down to 0.8V of supply and the output voltage can be adjusted from 0.3V to 0.5V with an accuracy of 20ppm/ degreeC. In microsystems such stable reference is very often needed.
	Šifra	F.32 Mednarodni patent	
	Objavljeno v	US7282901 B2 2007-10-16, US Patent Office 2007	
	Tipologija	2.24 Patent	
	COBISS.SI-ID	5429844	
3.	Naslov	SLO	ESSCIRC - European Solid-State Circuits Conference, 2004, Leuven; 2005, Grenoble; 2006, Montreux; 2007, Muenchen; 2008, Edinburgh,
		ANG	ESSCIRC - European Solid-State Circuits Conference, 2004, Leuven; 2005, Grenoble; 2006, Montreux; 2007, Muenchen; 2008, Edinburgh,
	Opis	SLO	Prof. Janez Trontelj je član TPC (Technical Program Comitee) največje strokovne konference na svetu, European SOLid-State Circuit Conference. Člani TPC so najuglednejši svetovni znanstveniki na tem področju. Gre za izjemno resno ocenjevanje, saj vsak prispevek pregleda in oceni osem strokovnjakov in potem na celodnevem posvetu izberejo 20% prispevkov. Prof. Janez Trontelj deluje v TPC na področju senzorskih sistemov, kar je vezano na vsebino programa.
		ANG	Professor Janez Trontelj is a TPC (Technical Program Committee) member of the largest and most prestigious professional conference in the world, European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC). The TPC members are the worlds most renowned scientists in this field. Prof. Trontelj is the only one from the new EU members. Each paper is verified by eight experts and after the consultation they choos 20% of all papers. Prof. Trontelj covers the field of sensor systems, which are related to this project.
	Šifra	D.03 Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih	
	Objavljeno v	Zbornik referatov konference ESSCIRC	
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
	COBISS.SI-ID	5525588	
4.	Naslov	SLO	Žiroskop
		ANG	Electrostatic vibratory gyroscopes with negligible feed-through of driving signals to sensing channels
	Opis	SLO	Odločilen delež LMFE pri projektu avtomobilski žiroskop je pomemben zaradi izjemne vrednosti in svetovne odmevnosti ter presega izdelek multinacionalke Analog Devices. Zaradi tega projekta je SensorDynamics dobil najprestižnejšo nagrado Avstrije na področju tehnologije. Vložena je bila PCT patentna prijava.
		ANG	An important role of LMFE on the gyroscope project is certainly worth mentioning due to its worldwide reputation. It surpasses the product of the multinational corporation Analog Devices. On this project the company SensorDynamics received the most prestigious award in the field of technology in Austria. The patent has been filled but due to industrial IP protection we are delaying the PCT publication.
	Šifra	F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Objavljeno v	München: Siemens AG, Corporate Intellectual Property and Functions, številka prijave 10 2006 046 772.8, datum prijave 29. 9. 2006.	
	Tipologija	2.23 Patentna prijava	
	COBISS.SI-ID	6137940	

5.	Naslov	SLO	IskraLAB
		ANG	IskraLAB
	Opis	SLO	LMFE je soustanovitelj skupaj z Iskra Avtoelektriko "spin-off" podjetja IskraLAB, ki predstavlja bazo visoke tehnologije za Iskra Avtoelektriko, kjer predvidevajo, da bo za program IskraLAB ustvarjenih okrog 100 novih delovnih mest in kar nekaj novih proizvodnih tehnologij in programov, ki so vezani na mikroelektronske tehnologije in mikrosisteme.
		ANG	LMFE and Iskra Avtoelektrika are co-founders of a spin-off company IskraLAB that introduces the basis of high-tech technology for Iskra Avtoelektrika that is anticipating to provide around one hundred jobs and many new technologies and programmes related to microelectronic technologies and microsystems.
	Šifra	F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")
	Objavljeno v	Poslovni register Slovenije	
	Tipologija	3.25	Druga izvedena dela
	COBISS.SI-ID	6568532	

7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine⁶

7.1. Pomen za razvoj znanosti⁷

SLO

Raziskovalni program predstavlja edino raziskovalno skupino v Sloveniji na področju mikroelektronike in mikroelektronskih sistemov, ki se lahko primerja s svetovnimi skupinami v najrazvitejšem delu sveta.

Program je izrazito usmerjen v ustvarjanje novih znanj in tehnologij, ki jih je mogoče uporabiti v industriji. Še več, neposredni raziskovalni rezultati raziskovalnega programa so bili uporabljeni v konkretnih proizvodih za domačo in tujo industrijo. Na ta način je bila vrednost raziskovalnega dela potrjena na najbolj prepričljiv način.

Za razvoj znanosti so najpomembnejši prispeki razvoj treh ključnih metodologij:

1. Metodologija načrtovanja mikrosistemov.
2. Razvit je bil nov, po našem poznanju doslej najpopolnejši model integriranega magnetnega senzorja in je bil vključen v načrtovalsko orodje LMFE.
3. Razvita je bila metodologija in diagram poteka za načrtovanje obsežnih sistemov na čipu 'SoC'.

ANG

The research program is the only research group in Slovenia in the field of microelectronics and microelectronic systems and it can be compared to the best research groups in the developed world.

The research program is focused in creating new technologies and knowledge that can be used in industry. Moreover the results of the research program were used in concrete products for domestic and foreign industry. The value of the achieved results was therefore proven by the most convincing way.

The largest contribution to the science is the development of three key methodologies:

1. The methodology of microsystem design
2. A new, according to our knowledge most improved model of integrated magnetic sensor was developed and implemented into the LMFE design tools.
3. A methodology and design flow chart of large scale systems on chip (SoC) was developed.

7.2. Pomen za razvoj Slovenije⁸

SLO

Za razvoj Slovenije je seveda najpomembnejše, da imamo vsaj eno oziroma edino raziskovalno skupino, ki obvlada vrhunsko znanje razvoja, realizacije in prenosa v proizvodnjo visoke tehnologije mikroelektronskih sistemov.

Pomembno je tudi dejstvo, da so rezultati programske skupine dejansko prešli v industrijsko uporabo tako v Sloveniji kot tudi v tujini.

Ustanovljeno je bilo tudi "spin-off" podjetje, ki uporablja tehnologijo, ki je bila razvita v sklopu programa.

Nadaljevanje programa je tako izjemno pomembno za obstoj mikroelektronike in mikrosistemov v Sloveniji.

ANG

It is very important for the technological development of Slovenia that there is one professional research group in the field of advanced development, realization and transfer of the microelectronic systems to production.
In addition a "spin-off" company was constituted that uses the technology which was developed during the research program.
The continuing of the program is therefore essential for the existence of microelectronics and microsystems in Slovenia.

8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov⁹

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji	1	
- doktorati	4	3
- specializacije		
Skupaj:	5	3

9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	1		
- gospodarstvo	3	1	
- javna uprava			
- drugo			
Skupaj:	4	1	0

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.		
2.		
3.		
4.		
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	1
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	
- podoktorandi iz tujine	1
- študenti, doktorandi iz tujine	2
Skupaj:	4

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

1. ESRR, Strukturni skladi: Center odličnosti (2004-2006)- Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij: Mikrostrukture in mikrosistemi
2. SYMATEC: Advanced System Manufacturing using Micro- and Nanotechnologies, Integrated fail-safe systems (projekt financiran s strani avstrijske vlade)
3. SensorDynamics, Avstrija: (mikrosistem Gyro)
4. Sensitec, Nemčija: (mikrosistem za merjenje toka)

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

Industrijski projekti:

- Precizni IR senzorski sistem za večnamensko uporabo: Iskra TELA
- Raziskave in tehnološki razvoj močnostnih elektronskih modulov za aktuatorje in električne pogonske sisteme, Iskra Avtoelektrika
- Integrirano vezje za interpolator, RLS Merilna tehnika
- Integrirano vezje RENMET, RLS Merilna tehnika
- Integrirano vezje SOS, RLS Merilna tehnika
- Razvoj vezja ASIC za merjenje električne energije SmartSenzor 0.2 ter svetovanje pri prenosu v proizvodnjo, Iskraemeco
- Mikrosistem Gyro, SensorDynamics

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.)

- Tehnološki center za električne stroje TECES
- Slovenski avtomobilski grozd - Gospodarsko interesno združenje ACS GIZ
- IskraLAB: LMFE je soustanovitelj
- Iskraemeco: dolgoročno sodelovanje na področju razvoja modernih elektronskih električnih števecv
- Iskra TELA: dolgoročno sodelovanje na področju optičnih dajalnikov pozicije
- RLS Merilna tehnika: dolgoročno sodelovanje (od začetka ustanovitve RLS) na celotnem proizvodnem programu.

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	D. Strle, V.Kempe: Inercijski merilni sistemi v MEMS tehnologiji
Opis	Inercijski sistemi, ki bazirajo na MEMS tehnologijah so najhitreje rastoče področje trga senzorskih sistemov. Uporaba sega od potrošnih, osebnih navigacijskih do avtomobilskih sistemov, kjer se uporabljajo za zaznavo stabilnosti in prevračanja ter pri merjenju pospeškov.
Objavljeno v	Zbornik referatov konference SEMTO 2008, Senzorji in aktuatorji, TC SEMTO, 2008
COBISS.SI-ID	6935124

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	J.Trontelj: Laboratorij za mikroelektroniko (poljudni članek) D.Burk, A.Pleteršek, J.Trontelj: Kako nastane čip? (TV oddaja)
Opis	Laboratorij za mikroelektroniko na Fakulteti za elektrotehniko je bil ustanovljen leta 1970. Dejavnost LMFE sega na področje raziskav in razvoja mikroelektronskih in nanoelektronskih sistemov, sistemov MEMS in MOEMS ter razvoja mikroelektronskih tehnologij. LMFE je kot univerzitetni laboratorij močno vpet v pedagoško dejavnost, tako da vsak študent elektrotehnike v Ljubljani in Mariboru pride v procesni laboratorij in se spozna z mikroelektronskimi tehnologijami.
Objavljeno v	Elektrotehniška revija, 2/2008 TV oddaja Digitron: Uvod v integrirana vezja, TV Maribor, 23.11.2007
COBISS.SI-ID	6459476

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

1.	Naslov predmeta	Merive v elektroniki
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UL FE
2.	Naslov predmeta	Meritve v telekomunikacijah
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UL FE
3.	Naslov predmeta	Mikroelektronske tehnologije
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UL FE
	Naslov	

4.	predmeta	Integrirana vezja
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UM FERI
5.	Naslov predmeta	Fizika
	Vrsta študijskega programa	UNI
	Naziv univerze/fakultete	UL FRI
6.	Naslov predmeta	Integrirani mikrosistemi in analogno digitalna integrirana vezja
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL FE
7.	Naslov predmeta	Integracija elektronskih sistemov
	Vrsta študijskega programa	podiplomski študij
	Naziv univerze/fakultete	UL FE

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	☐	☐	☐	☒	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☐	☐	☒	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☒	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☒	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☐	☒	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☒	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☒	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☒	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☐	☒	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☐	☒	

G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☐	☒	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☒	☐	☐	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☒	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☐	☒	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☒	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	☒	☐	☐	☐	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	☐	☒	☐	☐	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	☒	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	☒	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	☒	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	☒	☐	☐	☐	
G.09.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	

Komentar¹⁵

LMFE je kot univerzitetni laboratorij močno vpet v pedagoško dejavnost, tako da vsak študent elektrotehnike v Ljubljani in Mariboru pride v procesni laboratorij in se spozna z mikroelektronskimi tehnologijami.

LMFE je tudi tesno povezan s slovensko industrijo, kot dobavitelj razvoja, visoko tehnoloških izdelkov in tehnologij.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

- 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/> ter 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. pooblaščenice osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Janez Trontelj	in/ali	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Kraj in datum:

Ljubljana

17.4.2009

Oznaka poročila: ARRS_ZV_RPROG_ZP_2008/154

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

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

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](#)

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), kratek 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), kratek 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