

Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/358

## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA V OBDOBJU 2004-2008

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P2-0244
<b>Naslov programa</b>	Mikrostrukture in nanostrukture
<b>Vodja programa</b>	1926 Slavko Amon
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	11.900
<b>Cenovni razred</b>	C
<b>Trajanje programa</b>	01.2004 - 12.2008
<b>Izvajalke programa (raziskovalne organizacije in/ali koncesionarji)</b>	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Poročilo o realizaciji programa raziskovalnega programa<sup>1</sup>

Opravljen raziskovalni delo in rezultate programa v letih 2004-2008 (podrobneje opisano v objavah programske skupine) lahko razvrstimo v nekaj osnovnih področij:

##### **Mikroobdelava (micromachining) in nanotehnologije za izdelavo mikro/nano struktur**

Globoko anizotropno suho jedkanje silicija za realizacijo 3D MEMS (mikroelektro mehanskih struktur) s postopkom **reaktivnega ionskega jedkanja (RIE)** ima prednosti glede na klasično mokro jedkanje v tem, da je anizotropija jedkanja silicija neodvisna od kristalografskih ravnin. Jedkanja bazira običajno na plinih kot sta SF<sub>6</sub> in CF<sub>4</sub>. Raziskave so pokazale, da je anizotropijo procesa uravnavamo s skupnim pretokom plinov ter tudi s silicijevim bremenom. Tako lahko dobimo za enake osnovne parametre procesa različne profile od popolnoma vertikalnih do pozitivno oziroma negativno nagnjenih. Pokazali smo, da vertikalne profile z minimalnim lateralnim jedkanjem silicijevih sten dobimo, če zagotovimo dober termični kontakt med vzorcem in elektrodo substrata. Selektivnost jedkanja maske, bodisi da je ta iz silicijevega oksida ali fotorezista, je v največji meri odvisna od hitrosti jedkanja silicija, ki je obratno sorazmerna s površino silicija. Rezultati, ki smo jih dosegli, kažejo, da lahko realiziramo stebričke, ki imajo razmerje med višino in širino (AR) v razredu do 15 in vdolbine z AR do 8. Maksimalne hitrosti jedkanja silicija so 2 μm/min, selektivnost na oksid 80 in na fotorezist 60 v primeru, da je silicijeva površina okrog 2 cm<sup>2</sup>. Pri tem dosegamo lateralno jedkanje sten glede na globino oziroma višino jedkane strukture manjše ali enako 6%. Razviti proces jedkanja smo uporabili tudi za izdelavo mikrokanalov mikro fluidnega reaktorja in lateralnih prstastih struktur za akcelerometre.

Na področju **mikroobdelave z mokrim jedkanjem za realizacijo silicijevih mikro/nano struktur** je bila opravljena raziskava vpliva raznih jedkal. Ker vpliva na načrtovanje in izdelavo teh struktur predvsem anizotropija, pogojena z izbiro jedkalnega sistema, je bilo pri eksperimentalnem delu raziskovanih več možnih jedkal. Končno smo z uvedbo novega jedkalnega sistema 25%TMAH z dodatkom površinskega agenta Triton X-100 potrdili, da je možno ob optimalni določitvi jedkalnih parametrov doseči zadovoljivo kvaliteto jedkanih

površin in optimalno anizotropijo. Posledično je bilo ugotovljeno z izračunom razmerij jedkalnih hitrosti, da je optimalen dodatek, kjer je anizotropija največja med 10-200ppm dodanega Tritona. Najnižja hrapavost kristalnih ravnin (110) je bila dosežena pri dodatku Tritona v razponu 10-50ppm. Nadalje smo ugotovili, da obstaja optimalni režim agitacije, kjer pride do ravnovesja med hitrostjo površinskih reakcij in senčenjem površine zaradi odstrajevanja jedkalnih produktov in je dosežena hrapavost ravnin minimalna.

Ugotovitve smo preizkusili na izdelani optični mikroplatformi na monokristalnem siliciju, za manipulacijo svetlobnih žarkov iz enorodovnih optičnih vlaken. Razumevanje principov jedkanja in vpliva surfaktantov ter določitev optimalnih pogojev se je izkazalo kot vitalnega pomena pri načrtovanju mask za razne mikro/nano strukture.

Opravljenе so bile tudi raziskave važnega področja **mehanskih napetosti v mikro/nano strukturah**, ki imajo lahko velik vpliv na njihove lastnosti. Povečani mehanski stresi v tankih dielektričnih plasteh povzročijo neželen ničelni upogib, ki vpliva na odziv senzorskih struktur, zato jih je potrebno upoštevati pri načrtovanju in delovanju. Mehanski stresi so bili merjeni posredno preko merjenja ukrivitve silicijevih rezin z merilnikom profila Tallysurf. Ugotovljeno je bilo, da je možno z variacijo procesa znižati intrinzični stres PECVD nitrida pod 500MPa. Na podlagi teh rezultatov smo s pravilno izbiro materialov, procesov in debelin plasti uspeli znižati neželene vplive mehanskih stresov na delovanje teh struktur.

Na področju **nanotehnologij** so bile opravljene tudi teoretske raziskave o vplivu mikro/nano defektov na lastnosti polprevodniških materialov, aplicirane na primer amorfne silicija. Eksperimentalno ugotovljeni učinek nelinearno rastoče prevodnosti amorfne silicija z rastočim električnim poljem je bil do nedavnega pripisan samo tunelskemu preskakovanju (hopping) med sosednimi plitvimi energijskimi stanji v energijski reži polprevodnika. Naša skupina je predlagala kot vzrok za učinek rastoče prevodnosti z rastočim poljem termično podprto tuneliranje. Novi pristop, ki upošteva termično podprto tuneliranje in Poole-Frenkel efekt, je pokazal, da se pri visokih električnih poljih električna prevodnost materiala zaradi omenjenih efektov lahko poveča za več velikostnih razredov. Razviti model je pokazal odlično skladanje z eksperimentalnimi rezultati. Močna temperaturna odvisnost prevodnosti je bila razložena s termično podprtim tuneliranjem delcev iz pasti v reži v prevodni oz. valenčni pas polprevodnika. Rezultati teh raziskav so bili objavljeni v vodilni reviji na področju polprevodniških elementov IEEE Transactions on Electron Devices.

### **Silicijevi mikrotrakasti detektorji**

Raziskave mikrotrakastega detektorja s stransko(edge) osvetlitvijo za detekcijo x-žarkov na področju mamografije(20 keV) so, kot je razvidno iz naših rezultatov, objavljenih pred l. 2004, pokazale mnoge odlične lastnosti teh struktur. Osnovna slabost omenjenih struktur je bila v tako imenovani mrtvi plasti (dead-layer), ki znižuje izkoristek. Zato smo raziskali in izvedli optimizacijo roba detektorja tako, da zmanjšano mrtvo področje ne povečuje zapornega toka. Proučili smo strukturne in tehnološke možnosti za zmanjšanje mrtve plasti. Strukturne lastnosti smo reševali z ustreznim dizajnom in primerno električno priključitvijo zaključitvenih struktur detektorja, medtem ko smo za obdelavo roba predvideli žaganje z ozkim diamantnim lističem širine 20  $\mu\text{m}$  in usmerjenim globokim suhim jedkanjem skozi strukturo detektorja (Deep RIE-DRIE), kar je bila izvedeno v razvojnem laboratoriju firme Plasma Technology, Velika Britanija.

Rez z DRIE nima lateralnih poškodb, povzročča pa poškodbe na površini zaradi efekta brušenja robu(faceting). Pristop je tehnološko zahteven, ker zahteva dodaten fotolitografski korak ter zaradi težav z jedkanjem skozi različne površinske plasti. Pri rezu z žaganjem se je pokazalo, da je mehansko poškodovan silicijev rez mogoče z dodatnimi postopki obdelave znatno izboljšati. Izvirni postopek obdelave robu smo razvili na izdelanih detektorjih tako, da so bili vsi postopki: žaganje, suho jedkanje in pasivacija izvedeni na foliji za žaganje. Določili smo optimalno globino suhega jedkanja ter debelino pasivacijske plasti. Za pasivacijsko plast smo uporabili plazemski nanos iz tekočega HMDS izvora, medtem ko je bilo suho jedkanje izvedeno v plazmi plinov  $\text{CF}_4$  in  $\text{N}_2$ .

Druga pomembna izboljšava, ki smo jo naredili v zvezi s povečanjem občutljivosti detektorja, je električna priključitev varovalnih obročev. Klasična zaključitev planarnih pn spojev je napetostna(voltage junction termination structure-VTS). Slabost te strukture je, da potrebuje večjo površino, kar pa je s stališča robu nedopustno. Osnovna ideja nove tokovne zaključitve (current termination structure-CTS), ki smo jo analizirali, načrtali in izdelali, je v tem, da sta varovalna obroča priključena na detektorjevo napetost.

Z upoštevanjem vseh teh dejavnikov nam je uspelo zmanjšati razdaljo od roba detektorskega čipa do detektorjeve aktivne površine iz prvotnih 250  $\mu\text{m}$  na 50  $\mu\text{m}$ . Rezultat tega je dosežen kvantni izkoristek detektorja blizu 100% za x-žarke energij 18 keV, kar predstavlja 15% poboljšanje glede na prejšnje rezultate. Dosežen rezultat je v samem svetovnem vrhu, raziskave pa so pomembno prispevale k pridobitvi novih znanj, zamisli in tehnik izvedbe.

**Mikrobiosenzorji:** Za potrebe mikrobiosenzorike smo v sodelovanju z Laboratorijem za bioelektromagnetiko(LBM, vodja D.Križaj) FE UL raziskali, načrtali in nato v LMSE izdelali razne mikrostrukture za manipulacijo mikro- in sub-mikrometrskih(nano) delcev s pomočjo pojava dielektroforeze. Izdelanih je bilo več tipov dielektroforezičnih struktur, ki izkoriščajo različne principe dielektroforeze. Kovinske miniaturne elektrodne strukture iz aluminija oziroma Cr/Au metalnega sendviča smo izdelali s standardnimi polprevodniškimi postopki v planarni tehnologiji z eno- in dvo-nivojsko metalizacijo, na silicijevih kakor tudi na borsilikatnih ploščicah premera 100 mm.

Za študijo vpliva visokonapetostnih nanosekundnih pulzov na poracijo plazemske membrane gojenih bioloških celic smo v sodelovanju z Laboratorijem za biokibernetiko(LBK, vodja D.Miklavčič) FE UL, v LMSE izdelali elektrodno mikrostrukturo. Elektrodno mikrostrukturo iz zlata smo izdelali na tankem mikroskopskem steklu debeline 100  $\mu\text{m}$  z ozko režo premera 100  $\mu\text{m}$  in debeline 6  $\mu\text{m}$ . Zlato plast smo dobili z galvansko odebelitvijo tankega Cr/Au sendviča (50nm/200nm). S fotolitografskim postopkom smo definirali višino in strmino elektrodne reže tako, da je električno polje v reži čim bolj homogeno.

Omenjene raziskave so privedle do koristnega znanja na tem področju. Odras tega so objave v mednarodnih revijah in na konferencah. Pomembno je tudi, da smo vzpostavili dobre raziskovalne povezave z LBK IN LBM, kar bo dodatno vplivalo na dolgoročno vpetost in usmeritev naše programske skupine na področje bioMEMS in medicine.

**Magnetni mikrosenzorji:** Na področju magnetnih mikrosenzorjev je bila opravljena študija izvedljivosti raznih magnetnih mikrostruktur in materialov, primernih za realizacijo z obstoječo tehnologijo v LMSE. Ugotovljeno je bilo, da lahko s primernim načrtovanjem mikrostruktur na siliciju realiziramo magnetne mikrosenzorje s primernimi lastnostmi. Nato je bila načrtana struktura Hallovega senzorja z dimenzijami, izvedljiva v LMSE. V nadaljnje delo tu nismo šli zaradi znatnega zmanjšanja odobrenih sredstev(cca 50% od zaprosenih za predlagani program) in posledično pomanjkanja raziskovalnih potencialov(predvideni raziskovalec z doktoratom in z izkušnjami na tem področju se je moral preusmeriti drugam).

**Pametni (Smart) senzorji:** Opravljene raziskave v letih 2004-2008 so omogočile razvoj sistemov za umerjanje pametnih senzorjev ter nakazale smeri bodočega razvoja senzorske elektronike. Z izdelanimi rešitvami smo prikazali učinkovitost zaprtozančnih sistemov za umerjanje tlačnih senzorjev. Pokazali smo, da lahko z adaptivno zasnovo sistema dosežemo večji izkoristek umerjanja, kar je posebej pomembno pri proizvodnji. Na osnovi uspešno umerjenih senzorjev smo določili optimalni nabor kriterijev, po katerem dosežemo največji izplen. Izdelani sistemi za umerjanje senzorjev nudijo največjo možno prilagodljivost, saj sta merilno področje senzorja kot tudi območje temperaturne kompenzacije enostavno nastavljiva. Z uporabo algoritmov za optimizacijo merilnega področja lahko umerjamo senzorje, katerih ničelna napetost presega njihov odziv tudi za trikrat, kar je omogočilo umerjanje senzorjev z ekstremno nizkim merilnim področjem ( npr. 2mbar pri senzorjih tlaka), s tem da ohranjamo točnost. Poleg tega omogočajo največjo možno sledljivost v in izven sistema za umerjanje, saj je vsak senzor opremljen z unikatno kodo, kar je osnova za določanje izvora napak na posameznem senzorju. Izdelani sistem za umerjanje senzorjev je preprosto razširljiv, saj je zasnovan modularno. Koncept sistema za umerjanje je centraliziran z uvedbo strežnika, ki hrani podatke vseh izmerjenih parametrov umerjenih senzorjev. Povezovanje kriterijev umerjanja in umerjenih senzorskih lastnosti je temelj koncepta adaptivnosti sistema za umerjanje, kar je izvirna ideja pri zasnovi. Sistem za umerjanje temelji na digitalnem principu temperaturne kompenzacije, tako da se da odziv senzorja po končanem umerjanju predvideti, s čimer odpade potreba po končnem testiranju senzorjev, ki je značilno za odprtozančne sisteme. Pri načrtovanju sistemov se nismo omejevali samo na umerjanje povsem digitalnih senzorjev, ampak smo področje razširili tudi na mešani pristop k obdelavi senzorskega signala, kar bo omogočilo razvoj senzorskih aplikacij npr. na medicinskem področju.

**Zaključek:** Rezultati raziskav na programu so bili objavljeni v vodilnih revijah na področju (*IEEE Transactions on Electron Devices, Journal of micromechanics and microengineering, Vacuum, Sensors and Actuators* in drugo, gl.Bibliografijo!). Zlasti glede na relativno majhen obseg ur programa(1.4FTE) smatramo, da je bil program uspešno izpeljan.

### 3. Ocena stopnje realizacije zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>2</sup>

Zastavljeni raziskovalni cilji so bili doseženi.

### 4. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa<sup>3</sup>

--

### 5. Najpomembnejši znanstveni rezultati programske skupine<sup>4</sup>

Znanstveni rezultat			
1.	Naslov	SLO	D.RESNIK, D.VRTAČNIK, U.ALJANČIČ, M.MOŽEK, S.AMON: Vpliv površinskega agenta Triton na anizotropno jedkanje zrcalne ravnine {110} v (100) siliciju.
		ANG	D.RESNIK, D.VRTAČNIK, U.ALJANČIČ, M.MOŽEK, S.AMON: The role of Triton surfactant in anisotropic etching of {110} reflective planes on (100) silicon.
	Opis	SLO	Delo obravnava teoretični in eksperimentalni pristop mokrega jedkanje silicija v TMAH (tetrametil-amonijev hidroksid) pri realizaciji optičnih mikrostruktur, predvsem mikrozrcal realiziranih na (100) siliciju. Rezultirajoča zrcala so bila preliminarno karakterizirana tako optično z meritvami odbojnosti pri valovnih dolžinah 632nm, 1.33 $\mu$ m in 1.55 $\mu$ m, kot tudi z meritvami površinske hrapavosti in morfologije s SEM in AFM analizo. Prispevek bo omogočil boljše razumevanje, načrtovanje in realizacijo mikrostruktur.
		ANG	Etching characteristics and properties of {110} silicon crystal planes used as 45° optical mirrors for deflecting optical beams from/to optical fibers were investigated in this paper. The results of optical characterization of passive mirrors with 632 nm incident light show reduced scattering of reflected optical beam due to improved microroughness for mirrors made by TMAH-Triton. The article improves understanding, design and realization of microstructures.
	Objavljeno v		J. micromechanics microengineering (Print). [Print ed.], 2005, vol. 15, str. 1174-1183, ilustr. [COBISS.SI-ID 4688724] JCR IF: 2.499, SE (7/27), nanoscience & nanotechnology, x: 1.944, SE (2/52), instruments & instrumentation, x: 0.893, SE (23/178), materials science, multidisciplinary, x: 1.429, SE (4/110), mechanics, x: 0.96
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	COBISS.SI-ID		4688724
2.	Naslov	SLO	FURLAN, Jože, GORUP, Žarko, LEVSTEK, Andrej, AMON, Slavko. Vplivi visokih električnih polj in temperature na prevodnost a-Si
		ANG	FURLAN, Jože, GORUP, Žarko, LEVSTEK, Andrej, AMON, Slavko. Effects of high electric fields and temperature on conductivity of a-Si
	Opis	SLO	Pokazali smo, da se pri visokih električnih poljih zaradi Poole-Frenklovega efekta in termično stimuliranega tuneliranja poveča električna prevodnost a-Si. Zasedenost stanj v reži, koncentracije ujetih in prostih nosilcev naboja in električna prevodnost so bili izračunani na osnovi neutralnosti v področju prostorskega naboja in časovno nespremenljive koncentracije nosilcev. Teorija dinamike ujetja-emisije v a-Si ob visokih poljih je bila razširjena z uporabo funkcije zasedenosti in kvazi Fermijevih nivojev.
		ANG	Authors proved that at high electric fields, the Poole-Frenkel effect and thermally-assisted tunneling give rise to an enhanced electrical conductivity of a-Si. The occupancy of states in the gap, free and trapped charge carrier concentrations and electric conductivity of a homogenous a-Si in steady-state conditions were calculated on the basis of space-charge neutrality and with time unchangeable concentrations of charge carriers. The theory of capture-emission dynamics in a-Si at high fields was further extended by expressing occupancy functions and nonequilibrium quasi-Fermi levels.
	Objavljeno v		IEEE trans. electron devices. [Print ed.], 2004, vol. 51, no. 10, str. 1688-1694. [COBISS.SI-ID 4457556] JCR IF: 2.036, SE (25/209), engineering, electrical & electronic, x: 0.9, SE (15/79), physics, applied, x: 1.653
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID		4457556	
3.	Naslov	SLO	D.RESNIK, U.ALJANČIČ, D.VRTAČNIK, M.MOŽEK, S.AMON: Mehanske napetosti v tankoplastnih mikrostrukturah izdelanih na silicijevem substratu.
		ANG	D.RESNIK, U.ALJANČIČ, D.VRTAČNIK, M.MOŽEK, S.AMON: Mechanical stress in thin film microstructures on silicon substrate.

Opis	SLO	Po temeljitem študiju vpliva intrinzičnih mehanskih stresov v posameznih plasteh in analizi merjenih rezultatov smo postavili pogoje depozicij tankih plasti, kjer smo dosegli zmanjšanje stresnih upogibov ročic in dvostransko vpetih mostičev. Analiza je pokazala tudi velik vpliv izbire debelin pasivacijskih plasti na upogibe membran in njihovo minimizacijo pri ničelnem tlaku. Pokazano je bilo, da imaj senzori tlaka pri debelinah Si membrane pod 15µm velik ničelni upogib, ki ga inducira kombinacija izolacijskih plasti SiO <sub>2</sub> and LPCVD Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , ki se uporabljajo v standardnih postopkih.
	ANG	It was shown that by a proper combination of thin film layers, stress can be reduced without drastically changing the stoichiometry of the thin films. A combination of 560nm SiO <sub>2</sub> /750nm SiN and 560nm SiO <sub>2</sub> /70nm Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> had a residual stress of 480MPa and -107MPa, respectively. The results apply also to other applications where similar thin film depositions are taking part in realization of silicon 3D microstructures.
Objavljeno v	Vacuum. [Print ed.], oct. 2005, vol. 80, iss. 1/3, str. 236-240, ilustr. [COBISS.SI-ID 4953428] JCR IF: 0.909, SE (83/178), materials science, multidisciplinary, x: 1.429, SE (53/83), physics, applied, x: 1.645	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	4953428	
4. Naslov	SLO	MOŽEK, Matej, VRTAČNIK, Danilo, RESNIK, Drago, ALJANČIČ, Uroš, PENIČ, Samo, AMON, Slavko. Sistem za umerjanje tlačnih senzorjev
	ANG	MOŽEK, Matej, VRTAČNIK, Danilo, RESNIK, Drago, ALJANČIČ, Uroš, PENIČ, Samo, AMON, Slavko. Calibration system for smart pressure sensors
Opis	SLO	V prispevku je predstavljena modularna zasnova sistema za umerjanje tlačnih senzorjev z digitalnim pristopom obdelave senzorskega signala. Opisani, izdelani in implementirani so algoritmi za stabilizacijo merjene veličine, ki za samo stabilizacijo merjene veličine uporabljajo odčitke iz ASIC vezja za prilagoditev signala sensorja. Predstavljen je izboljššan princip umerjanja analogne izhodne stopnje sensorja in izboljššana metoda digitalne temperaturne kompenzacije senzorjev. Predstavljen je koncept adaptivne zasnove samostojnega učenja sistema za umerjanje.
	ANG	A modular design of system for calibration of smart pressure sensors using digital signal conditioner is presented. Measured quantity stabilization algorithms, which use direct readout from sensor ASIC are presented. A novel approach to calibration of analog output sensor stage and novel digital temperature compensation methods are presented. A concept of adaptive calibration system was designed and implemented.
Objavljeno v	Inf. MIDEEM, sep. 2006, letn. 36, št. 3, str. 161-165, ilustr. [COBISS.SI-ID 5672788] JCR IF: 0.066, SE (192/206), engineering, electrical & electronic, x: 0.942, SE (171/175), materials science, multidisciplinary, x: 1.659	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
COBISS.SI-ID	5672788	
5. Naslov	SLO	D.RESNIK, J.KOVAČ, D.VRTAČNIK, U.ALJANČIČ, M.MOŽEK, A.ZALAR, S.AMON: Raziskava lastnosti večplastnih tankih filmov Ti/Ni/Ag na Si substratu
	ANG	D.RESNIK, J.KOVAČ, D.VRTAČNIK, U.ALJANČIČ, M.MOŽEK, A.ZALAR, S.AMON: Investigation of interface properties of Ti/Ni/Ag thin films on Si substrate
Opis	SLO	V raziskavah je bila uporabljena metalizacijska shema plasti Ti/Ni/Ag za kontaktiranje zadnje strani elementa. Opravljena je bila raziskava vzrokov, ki privedejo do poslabšane adhezije. Ugotovljeno je bilo, da ima temperaturna obdelava močan vpliv na adhezijo ter da se pojavlja največji mehanski stres v Ni plasti (1.4-2 MPa). Z znižanjem mehanskega stresa v Ni plasti in temperaturno obdelavo pri 550°C je bila dosežena ustrezna adhezija.
	ANG	In our work, Ti/Ni/Ag stack was applied as a silicon backside metallization scheme. Investigation of adhesion failure was performed on samples where metal stacked layers were delaminated. It is shown that beside the chemical preparation of the Si surface prior to sputtering also thermal annealing of sputtered metal structure has strong influence on the adhesion of sputtered layers to the silicon. Measured high tensile residual stress, particularly in sputtered Ni layer (1.4-2 MPa) is found to reduce the metal stack adhesion.
Objavljeno v	Vacuum. [Print ed.], 2007, vol. 82, no. 4, str. 162-165. [COBISS.SI-ID 21313319] JCR IF (2006): 0.834, SE (96/175), materials science,	

	multidisciplinary, x: 1.659, SE (54/84), physics, applied, x: 1.846
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
COBISS.SI-ID	21313319

## 6. Najpomembnejši družbeno-ekonomsko relevantni rezultati programske skupine<sup>5</sup>

Družbeno-ekonomsko relevantni rezultat		
1.	Naslov	<p><i>SLO</i> Pedagoško delo ter razvoj dodiplomskega in podiplomskega izobraževanja</p> <p><i>ANG</i> Pedagogical work and development of undergraduate and postgraduate study</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Rezultati raziskovalnega dela programske skupine so bili vključeni v pedagoško delo na dodiplomskem študiju Fakultete za elektrotehniko ter Fakultete za računalništvo in informatiko, Univerze v Ljubljani in sicer pri 15. predmetih (glej točko 17). Kot rezultat pedagoškega dela sodelavcev programske skupine kot mentorji ali somentorji študentom na omenjenih študijih je bilo v obdobju 2004 do 2008 zaključeno 60 diplom, 5 specializacij in 2 doktorata.</p> <p><i>ANG</i> Programme team research results were included inside pedagogical work of undergraduate educational programmes at:  - University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, and  - University of Ljubljana, Faculty of Computer and Information Science. (see point 17).  As result of programme team pedagogical work (as mentor or co-mentors), 60 diplomas, 5 specializations and 2 doctor's degrees were concluded in period of 2004 – 2008.</p>
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	Učbeniki in avtorska dela v založbi Fakultete za Elektrotehniko: ISBN 961-6371-77-0 (1. izdaja) ISBN 961-6371-77-0 (2. izdaja) ISBN 961-243-033-0 ISBN 961-6371-77-0 (3. izdaja) ISBN 961-6210-87-4 ISBN 961-243-037-3 ISBN 961-6371-49-5 ISBN 978-961-243-037-5 ISBN 961-243-036-5 5 Doktorskih disertacij (2x mentor + 3x komentor) 5 Specialističnih del 60 Diplomskih del
	Tipologija	2.03 Univerzitetni ali visokošolski učbenik z recenzijo
	COBISS.SI-ID	225872640
2.	Naslov	<p><i>SLO</i> vodenje mednarodnih in domačih projektov, ustanovitev raziskovalnega centra, laboratorija, študija, društva in članstvo v mednarodnih odborih</p> <p><i>ANG</i> leadership of international and domestic projects, foundation of research center, lab, study, association and membership in international committees</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> Prof.dr. Slavko Amon je v obdobju 2004 – 2008 izven ARRS vodil oz. koordiniral 13 mednarodnih in 21 domačih projektov (točka 12 in 13 tega zaključnega poročila). Leta 2005 je bil izvoljen za predsednika mednarodnega strokovnega društva MIDEM. S.Amon je bil z odredbo Ministra za MVZT I. 2005 imenovan za člana Znanstvenega odbora Evropske tehnološke platforme o nanoelektroniki (European Nanoelectronics Initiative Advisorz Council, ENIAC). S.Amon je član mednarodnih znanstvenih institucij Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE in Electro Chemical Society - ECS.</p> <p><i>ANG</i> Prof. dr. Slavko Amon was leader and coordinator of 13 international and 21 national projects (point 12 and 13) outside the scope of ARRS during the period 2004 – 2008. The successful research of his group led into his election as a president of international scientific society MIDEM in 2005. S.Amon was appointed as a member of European Nanoelectronics Initiative Advisors</p>

Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

		Council (ENIAC) by Ministry of MVZT in the year 2005. He is member of international scientific institutions IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) and ECS (Electro Chemical Society).
Šifra	D.01	Vodenje/koordiniranje (mednarodnih in domačih) projektov
Objavljeno v	ISSN 0352-9045	
Tipologija	2.13	Elaborat, predštudija, študija
COBISS.SI-ID	10134038	
3.	Naslov	<p><i>SLO</i> Referat na mednarodni znanstveni konferenci, vabljen predavanje ter mednarodna nagrada</p> <p><i>ANG</i> Contribution at the International conference, Invited lecture and International award</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> V obdobju 2004 – 2008 so člani programske skupine predstavili 46 referatov na mednarodnih znanstvenih konferencah (B.03) (za podrobnosti gl. Cobiss!). Imeli so vabljen predavanje (B.04) z naslovom: »Micromachining of silicon microstructures« na mednarodnem posvetovanju 3rd European Microelectronics and Packaging Symposium. Člani programske skupine so dobili mednarodno nagrado (E.02) na mednarodni konferenci MIPRO 2006: Chairmanship MIPRO HU Award for exceptional outstanding paper »Retraction Force Measurements with Silicon Piezoresistor«, Opatija, Hrvaška, maj 2006.</p> <p><i>ANG</i> In the years 2004 – 2008, the members of programme team presented 46 contributions at international conferences (B.03) (the details can be found on Cobiss platform!). They held an invited lecture (B.04) entitled: »Micromachining of silicon microstructures« at international symposium 3rd European Microelectronics and Packaging Symposium. Members of programme team received international award (E.02) at international conference MIPRO 2006: Chairmanship MIPRO HU Award for exceptional outstanding paper »Retraction Force Measurements with Silicon Piezoresistor«, Opatija, Croatia, Maj 2006.</p>
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v	<p>V: SIKULA, Josef (ur.). 3rd European Microelectronics and Packaging Symposium, 16th to 18th June 2004, Hotel Diplomat, Prague, Czech Republic. Proceedings. Lanskroun (Czech Republic): IMAPS CZ&amp;SK Chapter, 2004, str. 25-36. [COBISS.SI-ID 4218196]</p> <p>+ 46 prispevkov tipa 1.08  + 1 prispevek tipa 1.09  + 7 prispevkov tipa 1.12  + 1 prispevek tipa 1.13  + 1 prispevek tipa 1.25</p>
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
	COBISS.SI-ID	4218196
4.	Naslov	<p><i>SLO</i> Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige, organizator znanstvenega srečanja, varovanje okolja in trajnostni razvoj</p> <p><i>ANG</i> Editing of foreign/international proceedings/book, organizer of Scientific meeting, environmental protection and long term development</p>
	Opis	<p><i>SLO</i> S.Amon, predsednik mednarodnega strokovnega društva MIDEM, je sodeloval pri organizaciji mednarodnih konferenc in delavnic:  - MIDEM 2005 (B.01) z Delavnico o Zeleni elektroniki (G.06)  - Delavnica "MEMS and NEMS" na MIDEM 2006  - S.Amon in D.Vrtačnik sta urednika (C.01): Proceedings of 42nd International CONFERENCE on microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on MEMS and NEMS  - MIDEM 2007 (B.01) z Delavnico o Testiranju elektronskih vezij  - SEMTO 2008: Senzorji in aktuatorji  - MIDEM 2008 (B.01) z delavnico Napredne plazemske tehnologije  - mednarodne konference MIPRO.</p> <p>S.Amon, as a president of Society for microelectronics, devices and materials MIDEM organized international conferences and workshops:  - MIDEM 2005 (B.01), with workshop on Green Electronics (G.06)  - Workshop on MEMS and NEMS during MIDEM 2006  - S.Amon and D.Vrtačnik are editors of Proceedings of 42nd International</p>

		CONFERENCE on microelectronics, Devices and Materials and the Workshop on MEMS and NEMS (C.01) - MIDEM 2007 and workshop on Electronic testing - SEMTO 2008: Sensors and actuators - MIDEM 2008 with workshop on Advanced Plasma Technologies - International conference MIPRO
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	ISBN 961-91023-3-9 ISBN 961-91023-6-3 ISBN 978-961-91023-7-4 ISBN 978-961-91023-8-1
	Tipologija	2.31 Zbornik recenziranih znanstvenih prispevkov na mednarodni ali tuji konferenci
	COBISS.SI-ID	5299540
5.	Naslov	SLO Pridobitev novih znanstvenih spoznanj, razvoj nove tehnologije, prenos novih spoznanj v prakso in članstvo v uredniškem odboru
		ANG Acquiring new scientific knowledge, Development of new technology, and Transfer of new cognitions into praxis, Membership in editorial board
	Opis	SLO Pridobljena nova znanstvena spoznanja (F.02) je skupina objavljala na medn. konferencah (B.03) (glej: COBISS). Prispevki so posledica razvoja novih tehnologij (F.09), ki so bili pridobljeni v okviru RR dela skupine in so bili prenešeni uporabnikom v prakso (F.17). S.Amona, je z ustrezno uredniško politiko v medn. reviji "MIDEM Informacije" poskrbel za objave 179 znanstvenih člankov drugih avtorjev v prid vsesplošnemu napredku, kot npr. gospodarskemu (G.02) in tehnološkemu razvoju (G.03), dvigu kvalitete življenja (G.04.1) kot tudi varovanju okolja in trajnostnemu razvoju (G.06) (točka 10.1).
		ANG Scientific findings (F.02) was published at Int. conferences (B.03) (see COBISS). The contributions are based on new technological processes in technologies (F.09), which were acquired during the R&D and were transferred to praxis (F.17). S.Amon contributing to the common development in business (G.02), technology (G.03), improving the quality of life (G.04.1) as well as contributing in environment protection and long term development (G.06). In the years 2004 – 2008, there were 179 scientific papers published in international journal MIDEM Informacije.
	Šifra	F.02 Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Objavljeno v	ISSN 0352-9045 predavanja v okviru tehnološkega centra SEMTO, Tehnološke platforme NaMat, Obrtne zbornice Slovenije in/ali posamično (npr. COBISS.SI-ID 6439764, 6682196)
Tipologija	2.13 Elaborat, predštudija, študija	
	COBISS.SI-ID	10134294

## 7. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>6</sup>

### 7.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>7</sup>

SLO

Opisane raziskave na področju mikro/nano struktur predstavljajo infrastrukturo oz. osnovo za razvoj pomembnih naprednih znanstveno-raziskovalnih področij kot so npr. vede o mikro/nano materialih in tehnologijah, mikro/nano senzorji in aktuatorji, MEMSi (Micro-Electro-Mechanical Systems), mikrofluidika, mikroreaktorji, numerično modeliranje tehnoloških procesov, numerično modeliranje pojavov v mikro/nano strukturah, informacijska in računalniška znanost in tehnologija, napredna elektronika senzorskih, aktuatorskih, krmilnih in komunikacijskih sistemov in drugo. Kvalitetne izvirne rezultate naših raziskav smo objavili v uglednih znanstvenih revijah in konferencah.

ANG

Described investigations in the field of micro/nano structures represent infrastructure and basis for the development of important advanced R&D fields such as science of micro/nano materials and technologies, micro/nano sensors and actuators, MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems), microfluidics, microreactors, numerical modeling of technological processes, numerical



modeling of effects in micro/nano structures, information and computer science, advanced electronics of sensor, actuator, controlling and communication systems etc.

## 7.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>8</sup>

SLO

Opisane raziskave na področju mikro/nano materialov, tehnologij in struktur imajo zaradi svojega splošnega infrastrukturnega značaja nedvomno odločilen vpliv na družbeno-ekonomski in kulturni razvoj Slovenije, podobno kot mikroelektronika pred desetletji na razvoj računalništva in informatike ter s tem na splošni napredek slovenske družbe.

Rezultati takih raziskav se, kot je razvidno iz obstoječih študij in napovedi glede nadaljnega človeškega razvoja, nedvomno močno odražajo tudi v napredku na mnogih pomembnih področjih znanosti in tehnologije kot tudi ekonomije v Sloveniji, kot npr.:

- spodbujanje produktivnosti, konkurenčnosti in gospodarske rasti na področju naprednih tehnologij in izdelkov z visoko dodano vrednostjo
- obvladovanje novih sistemov in storitev za uporabnike, novih metod dela ter ključnih tehnologij
- na področju izobraževanja kadrov za potrebe industrijskih partnerjev
- dostopanje do tujih znanj preko mednarodnega sodelovanja enakopravnih partnerjev
- pospešen razvoj stroke in inženirske prakse

ANG

Described investigations in the field of micro/nano materials, technologies and structures have, due to their general, infrastructural nature, a strong impact on socio-economic and cultural progress of Slovenia, similar as it was the case with microelectronics and its impact on the development of computer and information science and technology, influencing then in general the development of slovenian society.

Results of such investigations have a strong impact, as predicted by many studies on future development, on the further progress in many important fields of science and technology as well as of the economy in Slovenia, e.g.:

- stimulation of productivity, competitiveness and economical growth in the field of advanced technologies and products with high added value
- mastering of new systems and services for end users, new working schemes and key technologies
- in the field of education of people for industrial needs
- access to knowledge by international cooperation with foreign partners on equal basis
- accelerated development of technical and engineering practice

## 8. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov<sup>9</sup>

Vrsta izobraževanja	Število mentorstev	Od tega mladih raziskovalcev
- magisteriji		
- doktorati	2	2
- specializacije	5	
<b>Skupaj:</b>	7	2

## 9. Zaposlitev vzgojenih kadrov po usposabljanju

Organizacija zaposlitve	Število doktorjev	Število magistrov	Število specializantov
- univerze in javni raziskovalni zavodi	1		1
- gospodarstvo	1		4
- javna uprava			
- drugo			
<b>Skupaj:</b>	2	0	5

**10. Opravljeno uredniško delo, delo na informacijskih bazah, zbirkah in korpusih v obdobju<sup>10</sup>**

	<b>Ime oz. naslov publikacije, podatkovne informacijske baze, korpusa, zbirke z virom (ID, spletna stran)</b>	<b>Število *</b>
1.	Informacije MIDEM: - 4 revije v l.2004 - 4 revije v l.2005 - 4 revije v l.2006 - 3 revije v l.2007 - 3 revije v l.2008 ISSN 0352-9045, <a href="http://www.midem-drustvo.si">http://www.midem-drustvo.si</a> član uredniškega odbora prof.dr.Slavko Amon	179 znanstvenih člankov + 12 konferenčnih poročil + 4 aplikacijski članki / št. sodelavcev 18 / cobiss 112, inspec 125
2.	GORUP, Žarko, SMOLE, Franc, TOPIČ, Marko. Osnove nelinearnih elementov : delovno gradivo za laboratorijske vaje. 7. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2004. 1 zv. (loč. pag.), graf. prikazi, tabele. ISBN 961-6210-87-4. [COBISS.SI-ID 128797184]	Drugo učno gradivo (2.05)
3.	TOPIČ, Marko, LEVSTEK, Andrej, JANKOVEC, Marko. Zbirka rešenih nalog iz nelinearnih elektronskih vezij. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2004. 133 str., ilustr. ISBN 961-6371-77-0. [COBISS.SI-ID 214076160]	Drugo učno gradivo (2.05)
4.	TOPIČ, Marko, LEVSTEK, Andrej, JANKOVEC, Marko. Zbirka rešenih nalog iz nelinearnih elektronskih vezij. 2. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2005. 137 str., ilustr. ISBN 961-6371-77-0. [COBISS.SI-ID 219123456]	Drugo učno gradivo (2.05)
5.	Proceedings of 42nd International CONFERENCE on microelectronics, Devices and Materials and the WORKSHOP on MEMS and NEMS (ISBN 961-91023-6-3, <a href="http://www.midem-drustvo.si/conf2006/">http://www.midem-drustvo.si/conf2006/</a> ) urednik: prof.dr.Slavko Amon in dr. Danilo Vrtačnik	59 / 3 / cobiss 44
6.	GORUP, Žarko. Uvod v Labview. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, cop. 2006. IV, 141 str., ilustr. ISBN 961-243-036-5. [COBISS.SI-ID 225872640]	Univerzitetni ali visokošolski učbenik z recenzijo (2.03), cobiss 1
7.	LEVSTEK, Andrej, PIRC, Matija. Zbirka rešenih nalog iz elektronskih komponent. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, 2006. 139 str., ilustr. ISBN 961-243-033-0. [COBISS.SI-ID 224653312]	Drugo učno gradivo (2.05)
8.	TOPIČ, Marko, LEVSTEK, Andrej, JANKOVEC, Marko. Zbirka rešenih nalog iz nelinearnih elektronskih vezij. 3. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, cop. 2006. 137 str., ilustr. ISBN 961-6371-77-0. ISBN 978-961-6371-77-3. [COBISS.SI-ID 228825856]	Drugo učno gradivo (2.05)
9.	GORUP, Žarko, JANKOVEC, Marko, PIRC, Matija. Računalniška orodja : laboratorijske vaje. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, cop. 2006. VI, 68 str., ilustr. ISBN 961-243-037-3. [COBISS.SI-ID 225326080]	Drugo učno gradivo (2.05)
10.	GORUP, Žarko, PIRC, Matija. Realizacija elektronskih sklopov : laboratorijske vaje. 1. izd. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko, cop. 2006. VI, 65 str., ilustr. ISBN 961-6371-49-5. [COBISS.SI-ID 122892032]	Drugo učno gradivo (2.05)

\*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**

<b>Sodelovanje v programski skupini</b>	<b>Število</b>
- raziskovalci-razvijalci iz podjetij	1
- uveljavljeni raziskovalci iz tujine	1
- podoktorandi iz tujine	
- študenti, doktorandi iz tujine	1
<b>Skupaj:</b>	3

**12. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obravnavanem obdobju<sup>11</sup>**

1. v okviru 6.F.P.: Micro-Nanosystem European Network, MINOS-EURONET, Specific Support Action, Contract No. 015704, prof.dr. Slavko Amon - koordinator projekta za Slovenijo
2. Socrates Minerva, Grant Agreement No. 116947-CP-1-2004-SI-MINERVA-M, prof.dr. Slavko Amon - vodja projekta, s skupnim odobrenim budgetom EU v višini 378.388,00 Euro
3. v okviru 6.F.P.: Micro and nanotechnologies going to EASTTern, MINAEAST-NET, Contract No. 510470, prof.dr. Slavko Amon - koordinator projekta za Slovenijo
4. Projekt »Micropto«, sklenjen med FE UL in podjetjem Micropto iz Italije, zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev
5. Projekt »Fagor«, zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev, naročnik: podjetje Fagor, Španija
6. Projekt »Dash«, zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev Dash, naročnik: Renishaw, Velika Britanija
7. Projekt »Active Head«, zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev Active Head P3060, naročnik: Renishaw, Velika Britanija
8. Skupne raziskave v polprevodniških tehnologijah (v sodelovanju z IRST, Trento, Italija)
9. Modeliranje in načrtovanje nizkotemperaturnih (krio)elementov (v sodelovanju z UNIVERSITA DI TRENTO, Trento, Italija)
10. Analize in modeliranje X-žarkovnih detektorjev za medicinske aplikacije (v sodelovanju z UNIVERSITA DI TRIESTE in ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE - sezione Trieste, Trieste, Italija)
11. Mikrosenzorji sevanja (v sodelovanju s UNIVERSITA DI PERUGIA, Perugia, Italija)
12. Raziskave fizikalnih modelov za simulator MEDICI (v sodelovanju s Technology Modelling Associates (TMA) Avant!, Palo Alto, ZDA)
13. Raziskave šuma v mikrosenzorskih strukturah (v sodelovanju z Univerzo v Brnu, Brno, Češka)

**13. Vključenost v projekte za uporabnike, ki potekajo izven financiranja ARRS<sup>12</sup>**

- INDUSTRIJSKI PROJEKTI
1. Izedljivostna študija uvajanja novih tehnologij mikroobdelave in pametne elektronike za tlačne in optične senzorje, naročnik: HYB d.o.o., Slovenija
  2. Mikrostrukture v optoelektroniki, naročnik: RLS, Slovenija
  3. Projekt »Micropto« zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev, naročnik: Micropto, Italija
  4. Projekt »Fagor« zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter

procesiranje senzorjev, naročnik: Fagor, Španija

5. Projekt »Dash« zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev Dash, naročnik: Renishaw, Velika Britanija

6. Projekt »Active Head« zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev Active Head P3060, naročnik: Renishaw, Velika Britanija

7. Projekt »Analiza in optimizacija procesiranja silicijevih rezin«, naročnik: RLS d.o.o., Slovenija

8. Projekt »Fotosenzor« zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev, naročnik: RLS d.o.o., Slovenija

9. Projekt »Multiproject« zajema načrtovanje optičnih senzorjev in tehnoloških korakov ter procesiranje senzorjev DASH II, RLS d.o.o., Slovenija

10. Predinvesticijska zasnova za projekt "Proizvodnja sončnih celic in montaža modulov v TDR, naročnik: Metalurgija d.d., Ruše

11. Predštudija izvedljivosti za projekt Proizvodnja sončnih celic in montaže modulov v TDR, naročnik: Metalurgija d.d., Ruše

12. Razvoj raziskovalne infrastrukture - Center Odličnosti: Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij

#### DRUGO

1. Projekt s področja mikrofluidike v alternativnih virih energije, trajanje 3 leta, naročnik: MORS, Sektor za raziskave in razvoj

2. Preliminarne študije piezorezistivnega merilnega retraktorja za merjenje retrakcijske sile na korenu živca med operacijo ledvene diskus hernije (v sodelovanju z Oddelkom za neurokirurgijo na UKC Ljubljana in Oddelkom za kirurgijo Splošne bolnice Novo Mesto)

3. Izvedljivostna študija uporabe piezoupora za merjenje mišične kontrakcije po metodi TMG in izdelava prototipa merilne naprave (v sodelovanju s TMG-BMC d.o.o., Slovenija)

4. Študij možnosti kontrole prehrabnenih proizvodov z uporabo X žarkov (v sodelovanju z MDR Electronic Devices Ljubljana)

5. Razvoj fotolitografskih postopkov in izdelava vzorcev za "lift-off" tehnologijo (v sodelovanju z IJS Ljubljana)

6. Izvedljivostna študija realizacije mikrofluidnega reaktorja (v sodelovanju s Univerzo v Ljubljani, Fakulteto za strojništvo, Laboratorij za alternativne tehnologije in Univerzo v Ljubljani, Fakulteto za kemijo in kemijsko tehnologijo, Katedra za kemijsko, biokemijsko in ekološko inženirstvo)

7. Razvoj in izdelava spajkljivega fotodetektorja (v sodelovanju s PMS d.o.o., Ljubljana)

8. Posredovanje novih znanj na področju materialov, tehnologij ter električnih in tehnoloških meritev neposrednim uporabnikom na posvetovanjih v okviru Tehnološkega centra SEMTO in Tehnološke platforme "Napredni materiali - NaMat"

9. Sodelovanje pri Tehnološki platformi "Napredni materiali - NaMat" in članstvo v TP "NaMat" kot nosilec znanja

10. Raziskave in razvoj silicijevih senzorjev tlaka (v sodelovanju s HYB d.o.o., Šentjernej)

11. Razvoj senzorskega sistema za spremljanje obremenitve na YOYO trenažerju (v sodelovanju s TMG-BMC d.o.o. Ljubljana:)

12. Izvedljivostna študija združljivosti MEMS tehnologije in reformerja goriva za gorivne celice (v sodelovanju s Kemijskim Institutom, Laboratorij za katalizo in reakcijsko inženirstvo, Ljubljana ter MO)

13. Analiza brezžičnega senzorja tlaka za avtomobilsko industrijo (v sodelovanju z mag. Vladimir Murko, ISKRA Zaščite, Slovenija)
14. Sodelovanje pri razvoju aplikacij spajkljivih fotosenzorskih struktur (g. Polde Prevc, PMS d.o.o., Ljubljana)
15. Sodelovanje pri razvoju naprave za spremljanje nukleacijskih jeder in termodinamičnih pojavov pri vrenju vode, ing. Sanib Bašič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo
16. Razvoj in izdelava grelnega telesa z nukleacijskimi mikrokonici izdelanega z MEMS tehnologijo za študij termodinamskih pojavov (v sodelovanju z Univerzo v Ljubljani, Fakulteto za strojništvo, Laboratorijem za toplotno tehniko)
17. Načrtovanje in izdelava jedkalne komore za izotropno jedkanje silicija s XeF<sub>2</sub> (v sodelovanju z Odsekom za anorgansko kemijo in tehnologijo, IJS, Slovenija)
18. Raziskave in razvoj detektorjev ter sistemov za odkrivanje in merjenje x-žarkov (v sodelovanju z Odsekom za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev, IJS, Slovenija)
19. Skupne raziskave v polprevodniških tehnologijah (v sodelovanju z IRST, Trento, Italija)
20. Modeliranje in načrtovanje nizkotemperaturnih (krio)elementov (v sodelovanju z UNIVERSITA DI TRENTO, Trento, Italija)
21. Analize in modeliranje X-žarkovnih detektorjev za medicinske aplikacije (v sodelovanju z UNIVERSITA DI TRIESTE in ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE - sezione Trieste, Trieste, Italija)
22. Mikrosenzorji sevanja (v sodelovanju s UNIVERSITA DI PERUGIA, Perugia, Italija)
23. Raziskave fizikalnih modelov za simulator MEDICI (v sodelovanju s Technology Modelling Associates (TMA) Avant!, Palo Alto, ZDA)
24. Raziskave šuma v mikrosenzorskih strukturah (v sodelovanju z Univerzo v Brnu, Brno, Češka)

**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.)**

- Vodja programske skupine prof.dr. Slavko Amon je
- član znanstvenega odbora Evropske tehnološke platforme za nanoelektroniko (European Nanoelectronics Initiative Advisory Council, ENIAC), od leta 2005 dalje,
  - predsednik mednarodnega društva MIDEM, od leta 2005 dalje,
  - član mednarodnega programskega odbora Mednarodne konference »MEET« (Microelectronics, Electronics and Electronic Technologies), v okviru mednarodne konference »MIPRO«, od leta 2001 dalje,
  - član mednarodnega programskega odbora Mednarodne konference »CIMTEC« (Smart Materials, Structures and Systems) v letu 2007,
  - član programskega in organizacijskega odbora Konference SEMTO 2008: Senzorji in aktuatorji
- recenzent znanstvenih projektov pri Ministrstvu za znanost, obrazovanje i sport R Hrvatske, od leta 2006 dalje
- recenzent mednarodne konference EUROCON 2005
  - recenzent mednarodnih revij (J.Micromech.Microeng., Sensors and Actuators, IEEE Electron Device Letters, IEEE Transactions on Electron Devices)
- Član programske skupine dr. Drago Resnik je
- član izvršnega odbora Društva za vakumsko tehniko (DVTS),
  - slovenski predstavnik Društva za vakumsko tehniko pri sekciji »Thin Film Division« mednarodnega združenja IUVSTA (International Union of Vacuum Science, Technique and Applications).
- Član programske skupine dr. Danilo Vrtačnik je
- bil predsednik mednarodne konference MIDEM 2006, Strunjan, Slovenija,

- koordinator projekta Mikrostrukture in Mikrosistemi znotraj Centra Odličnosti Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij (RRI CO-ME).

Član programske skupine doc.dr. Žarko Gorup je

- evaluator Sistema za nadzor in vodenje prometa pri projektu Avtocestni odsek Šentvid – Koseze, DARS, Slovenija.

Programska skupina tesno sodeluje v raznih znanstveno-tehnoloških institucijah:

- Tehnološki platformi »Napredni materiali in tehnologije« (TP NaMat)
- Tehnološkem centru za sklope, elemente, materiale, tehnologije in opremo za elektrotehniko SEMTO (TC SEMTO)
- Tehnološki center za vakumsko tehniko (Vakuum TC)
- Center odličnosti: Materiali za elektroniko naslednje generacije ter drugih prihajajočih tehnologij (CO-ME)
- Obrtna zbornica Slovenije

Dolgoročna sodelovanja z gospodarstvom:

RLS d.o.o., Ljubljana, Slovenija  
 PMS d.o.o., Ljubljana, Slovenija  
 Iskra sistemi, Ljubljana, Slovenija  
 Binar d.o.o., Ljubljana, Slovenija  
 IPS d.o.o., Ljubljana, Slovenija  
 ASIST d.o.o., Ljubljana, Slovenija  
 Micropto, Milano, Italija  
 Renishaw, Gloucestershire, Velika Britanija  
 Fagor, Mondragon, Španija

Dolgoročna sodelovanja z institucijami znanja:

IJS, Ljubljana, Slovenija  
 IRST, Trento, Italija  
 Università di Trento, Trento, Italija  
 Università di Trieste, Trst, Italija  
 Istituto nazionale di fisica nucleare – sezione di Trieste, Trst, Italija  
 Università di Perugia, Perugia, Italija  
 Technology Modelling Associates (TMA) Avant!, Palo Alto, ZDA  
 Univerza v Brnu, Brno, Češka  
 Università di Udine, Dipartimento di elettronica, Laboratorio di fisica ambientale, Udine, Italija

**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)<sup>13</sup>**

<b>Naslov</b>	RESNIK, Drago, VRTAČNIK, Danilo, AMON, Slavko. Micromachining of silicon microstructures
<b>Opis</b>	A survey in the field of micromachining for microstructures fabrication is given. Basic micromachining principles and technologies such as wet and dry /an/isotropic etching of silicon, deposition techniques, sacrificial film techniques, substrate bonding etc. is briefly presented. Recent activities in the field of micromachining and microstructures taking place in Laboratory of Microsensor Structures and Electronics (LMSE) such as design and fabrication of different silicon 3D structures are reviewed and discussed.
<b>Objavljeno v</b>	SIKULA, Josef (ur.). 3rd European Microelectronics and Packaging Symposium, 16th to 18th June 2004, Hotel Diplomat, Prague, Czech Republic. Proceedings. Lanskronek (Czech Republic): IMAPS CZ&SK Chapter, 2004, str. 25-36. [COBISS.SI-ID 4218196]
<b>COBISS.SI-ID</b>	4218196

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

--	--

<b>Naslov</b>	AMON, Slavko, ŠKRLEC, Janez. Napredne tehnologije, zanimive tudi za obrtna mikro podjetja : Laboratorij za mikrosenzorske strukture in elektroniko.
<b>Opis</b>	Avtorja sta predstavila raziskovalno razvojno delo v Laboratoriju za mikrosenzorske strukture in elektroniko na Fakulteti za Elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Poudarek prispevka je bil na razvoju tehnik mikroobdelave silicija in pyrex stekla ter aplikacijah, ki se razvijajo v laboratoriju in so zanimive za širšo javnost.
<b>Objavljeno v</b>	Obrtnik, jul.-avg. 2008, letn. 37, št. 7/8, str. 70. [COBISS.SI-ID 6572884]
<b>COBISS.SI-ID</b>	6572884

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

1.	<b>Naslov predmeta</b>	Senzorji in aktuatorji
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Doktorski študij
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL, Fakulteta za elektrotehniko
2.	<b>Naslov predmeta</b>	1.) Realizacija filtrov, 2.) Sistemi za zajemanje podatkov, 3.) Senzorji (trije različni predmeti znotraj istega študijskega programa)
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Specialistični študij
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL, Fakulteta za elektrotehniko
3.	<b>Naslov predmeta</b>	1.) Elektronske komponente, 2.) Digitalna tehnika, 3.) Elektronika 2, 4.) Digitalne komunikacije (štirje različni predmeti znotraj istega študijskega programa)
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Univerzitetni študij
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL, Fakulteta za elektrotehniko
4.	<b>Naslov predmeta</b>	Digitalna tehnika I
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Visoki strokovni študij
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL, Fakulteta za računalništvo in informatiko
5.	<b>Naslov predmeta</b>	1.) Komponente in sestavi, 2.) Prenos signalov, 3.) Realizacija elektronskih sklopov, 4.) Računalniška orodja, 5.) Gradnja mikroprocesorskih sistemov (pet različnih predmetov znotraj istega študijskega programa)
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	Visoki strokovni študij

	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	UL, Fakulteta za elektrotehniko
6.	<b>Naslov predmeta</b>	
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	
7.	<b>Naslov predmeta</b>	
	<b>Vrsta študijskega programa</b>	
	<b>Naziv univerze/ fakultete</b>	

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

	<b>Vpliv</b>	<b>Ni vpliva</b>	<b>Majhen vpliv</b>	<b>Srednji vpliv</b>	<b>Velik vpliv</b>	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visoko-šolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: _____	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>						
G.04.01	Dvig kvalitete življenja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>						
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>						
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>						
<b>G.09.</b>	Drugo:		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**<sup>15</sup>

--

**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/> 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. pooblaščen osebe raziskovalnih organizacij in/ali koncesionarjev
Slavko Amon	in/ali	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko


Kraj in datum:

Ljubljana

17.4.2009

**Oznaka poročila: ARRS\_ZV\_RPROG\_ZP\_2008/358**

<sup>1</sup> 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](#)

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

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

<sup>4</sup> 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., PREMZL, A., ZAVAŠNIK-BERGANT, T., TURK, B., KOS, J.. Carboxypeptidase cathepsin X mediates  $\beta 2$  - integrin dependent adhesion of differentiated U-937 cells. *Exp. Cell Res.*, 2006, 312, 2515-2527, JCR IF (2005): 4.148

**Tipologija:** 1.01 - Izvirni znanstveni članek

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

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

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

<sup>7</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

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

<sup>9</sup> Za raziskovalce, ki niso habilitirani, so pa bili mentorji mladim raziskovalcem, se vpiše ustrezen podatek samo v stolpec MR [Nazaj](#)

<sup>10</sup> 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](#)

## Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega programa v obdobju 2004-2008

<sup>11</sup> Navedite oziroma naštejite konkretne projekte. Največ 12.000 znakov vključno s presledki. [Nazaj](#)

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

<sup>13</sup> 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](#)

<sup>14</sup> 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](#)

<sup>15</sup> 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