

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/81



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

## A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

## 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L2-2318
<b>Naslov projekta</b>	Adaptivni sistem za umerjanje inteligentnih senzorjev za uporabo v brezžičnih omrežjih
<b>Vodja projekta</b>	1926 Slavko Amon
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	9303
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	05.2009 - 04.2012
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	1704 HIPOT-RR raziskave in razvoj tehnologij in sistemov, d.o.o.
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.09 Elektronske komponente in tehnologije 2.09.01 Materiali za elektronske komponente
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13.02 Tehnološke vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	2.02
<b>- Veda</b>	2 Tehniške in tehnološke vede
<b>- Področje</b>	2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

SLO

Projekt se po problematiki umešča v 3. prioritetni sklop MVZT "Raziskovanje materialov, novih proizvodnih postopkov, orodij in tehnologij" s poudarkom na razvijanju senzorike za brezžična omrežja senzorskih sistemov, za ciljne aplikacije sodelujočega naročnika.

Predmet projekta je bila zasnova in razvoj sistema za zajem, prenos in restavriranje senzorskega signala za potrebe spremljanja vitalnih funkcij pacienta med operativnim posegom na medicinskem monitorju.

Sistem je sestavljen na strani pacienta iz zamenljivega senzorja tlaka za enkratno uporabo ter nezamenljivega modula senzorske in oddajne elektronike. Ta modul se povezuje z elektroniko brezžične prenosne poti, ki ima na strani medicinskega monitorja sprejemni modul za verno restavriranje signala. Najpomembnejši del projekta je bil posvečen raziskavi in izdelavi sistema za umerjanje zamenljivih senzorjev, oddajnega in rekonstrukcijskega modula, s poudarkom na digitalni temperaturni kompenzaciji senzorjev tlaka. Zasnovan in razvit sistem zagotavlja maksimalno prilagodljivost, razširljivost sistema ter kalibracijo na zahtevo, obenem pa tudi občutno pocenitev enostavno zamenljivih senzorjev.

Sistem za umerjanje je sposoben analizirati lastnosti umerjenih senzorjev. Analizirane lastnosti predstavljajo niz kriterijev, ki omogočajo hitro izločanje neustreznih senzorjev na vходу sistema, s čimer se znatno poveča izkoristek umerjanja. Niz teh kriterijev predstavlja temelj adaptivne zasnove sistema za umerjanje. Adaptivna zasnova sistema za umerjanje predstavlja osnovno izvirnost v tem projektu.

Sistem je skladen z veljavnimi standardi na področju elektronike za uporabo v medicini. V ta namen je bila zasnovana in realizirana tudi oprema za izvajanje testov in verifikacije izdelkov v laboratorijskem in kliničnem okolju.

Rezultati projekta imajo neposredni vpliv tudi na končnega naročnika projekta, ki je pridobil točnejše in zanesljivejše senzorje z vsemi prednostmi digitalnega umerjanja. Na strani industrijskega partnerja se odraža na izboljšanjem proizvodnem procesu z uvedbo postopkov sledljivosti, razvitimi kriteriji detekcije sistemskih napak (failure analysis toolkit), poenotenja proizvodnje različnih izvedenk senzorjev, skladnosti z veljavnimi ISO standardi proizvodnega procesa in višje dodane vrednosti končnega izdelka.

ANG

Proposed project is categorized into the 3rd thematic priority within the public call MVZT »Research of materials, new industrial processes, tools and technologies«, with emphasis on the development of sensors for wireless sensor system networks targeting the application requirements of the industrial partner.

Objective of the proposed application oriented research project was design and development of the system for sensor signal acquisition, transfer and restoration aiming at the patient vital function supervision on medical display monitor during the surgical procedure.

At the patient side, the system consists of disposable pressure sensor, reusable sensor and transmitter electronics module. This module transfers data by wireless communication to the electronics module on the receiving side, which provides accurate restoration of the sensor signal into appropriate electrical equivalent, ready for display on medical monitor. The main part of the project was focused on research and realization of system for disposable sensor calibration, focusing on digital sensor temperature compensation. Developed system provides maximal adaptability, possibility of system expansion and calibration on demand, resulting in a significant decrease of the price for disposable sensors.

The calibration system provides a detailed insight into sensor properties acquired during the calibration process. Analyzed properties represents criteria for removal of inappropriate sensors in the early stage of calibration process, thus substantially increasing the calibration yield. The adaptive approach to calibration system design represents an original scientific contribution to the project.

System was conceived in such a manner to comply with standards for electronics in medical environment. For this purpose, the equipment for testing and verification in the industrial as well as in the medical environment was developed and realized.

Project results have direct impact on the end user by providing more accurate and reliable sensors with all advantages of adaptive calibration. From the industrial partner perspective, the advantages are expected in improvement of the production process by implementation of utmost traceability, development of sensor failure analysis toolkit, production unification, compliance with current ISO standards for production process and a higher added value to the final product.

#### 4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>3</sup>

Zasnovan in realiziran sistem za zajem, brezžični prenos in restavriranje senzorskega signala za potrebe spremljanja vitalnih funkcij pacienta med operativnim posegom na medicinskem monitorju (v nadaljevanju sistem) je sestavljen iz oddajnega modula na pacientovi strani in sprejemnega modula na strani medicinskega modula. Oddajni modul zajema podatke z zamenljivega senzorja krvnega tlaka za enkratno uporabo in jih pošlje na sprejemni modul na strani medicinskega monitorja. Signal s tlačnega piezorezistivnega senzorja vodimo v oddajni modul, ki ga primerno obdelava, tako da je izhodni podatek modula podatek o tlaku, ki je podan v vnaprej definiranih enotah (mmHg). Sprejemni modul sprejeto vrednost merjene veličine s senzorjev rekonstruira v električni ekvivalent senzorskega odziva (npr. napetost, tok). Izhodni podatek o tlaku se v tej obliki prenese preko brezžične prenosne poti in se na rekonstrukcijski strani rekonstruira v ustrezni električni ekvivalent senzorskega odziva. Izhod iz rekonstrukcijskega modula je prilagojen za prikaz vitalne funkcije pacienta na standardnem medicinskem monitorju. Oba modula povezuje elektronika brezžične prenosne poti, ki mora zagotoviti veran prenos podatkov.

V sodelovanju z industrijskim partnerjem smo raziskali, zasnovali in izdelali prototipa obeh osnovnih elementov sistema (oddajni in rekonstrukcijski modul). Zasnovali smo algoritem za obdelavo senzorskega signala ob intenzivni uporabi dosedanjih izkušenj v LMSE na področju senzorskih sistemov umerjanja.

Na oddajni strani smo posebno pozornost potrebno posvetili študiji kompenzacije neželenih vplivov senzorjev – predvsem vplivu parametrov senzorske karakteristike (ničelna napetost, občutljivost, nelinearnost, temperaturni koeficient ničelne napetosti ter občutljivosti) ter pozneje linearnosti pretvorbe in zakasnitvam, ki jih prenosna pot (zajem, rekonstrukcija) signala povzroča.

Na strani rekonstrukcijskega modula smo raziskali, zasnovali, izdelali in testirali vezja za rekonstrukcijo senzorskega signala v električni ekvivalent senzorskega odziva. Glavni izziv pri tem je predstavljalo izpolnjevanje zahtev po izmeničnem in pulznem vzbujanju, zato smo rekonstrukcijsko stopnjo sistema za brezžični prenos zasnovali s pomočjo štirikvadrantnega množilnika (multiplier DAC). S to izbiro smo pokrili celotno merilno področje delovanja senzorja, obenem pa tudi zagotovili možnost detekcije izpada posamezne veje mostiča tlačnega senzorja kot tudi določa možnost obračanja polaritete senzorja glede na priključitev. Štirikvadratni množilnik smo opremili z dodatnimi elektronskimi stikali, ki omogoča prekinitev izhoda ter na ta način posredovanje informacije z vhoda o neprisotnosti senzorja.

Izdelali smo sistem za preizkušanje in karakterizacijo oddajnega in rekonstrukcijskega modula. Na oddajni modul smo priključili signal s simulatorja senzorjev tlaka, s katerim lahko simuliramo priključen senzor tlaka in na simulator poslali vzorec sinusnega signala tlaka. Ta vzorec smo pretvorili v digitalno obliko in ga preko USB povezave poslali na osebni računalnik. Izmerjena zakasnitev je bila reda 10 ms z odstopanji  $\pm 0.01$  ms. Z izdelanim sistemom za testiranje oddajnih modulov smo pokazali, da pride do vplivov nelinearnosti, ki jih pripisujemo lastnostim elektronskega vezja za pretvorbo senzorskega signala. Slednje je vodilo k posvečanju posebne pozornosti pri izvedbi algoritmov za umerjanje oddajnih modulov.

Tudi za sprejemni modul smo izdelali sistem za karakterizacijo tako ,da smo nanj priključili različne tipe medicinskih monitorjev. Na rekonstrukcijski modul smo poslali vzorec sinusnega signala tlaka in ga nato pretvorili v analogno obliko. Osebni računalnik je preko USB povezave krmilil rekonstrukcijski modul in medicinski monitor. Izmerjena zakasnitev je bila ponovno reda 10 ms, kar je pomembno z vidika časovne sinhronizacije oddajnega in sprejemnega modula. Na rekonstrukcijski strani je bila oblika signala pri vzbujanju štirikvadrantnega množilnika z enosmerno napetostjo nepopačena, s čimer smo pokazali ,da algoritem za umerjanje rekonstrukcijske strani ne zahteva posebne obdelave nelinearnosti izhodne stopnje. Tu je največji izziv predstavljal odziv na enotin impulz oziroma monitor, ki ima za referenčni signal vlak pravokotnih impulzov. Kot vir zakasnitev so se pokazali blokirni kondenzatorji, katere smo morali vsled pridobljenih časovnih konstant odstraniti.

Zaradi nedostopnosti in cene komercialnih simulatorjev senzorja tlaka smo realizirali programsko in strojno opremo simulatorja odziva tlačnih senzorjev, kar smo pozneje uporabili kot sestavni element sistema za umerjanje. Simulator odziva tlačnih senzorjev ima na svojem izhodu takšno diferencialno napetost kot bi jo imel senzor tlaka za medicinske aplikacije, na vhodu pa sprejema vzorce te napetosti preko osebnega računalnika. Z izdelanim simulatorjem lahko poustvarimo statično delovanje senzorjev z različnimi karakteristikami (ničelna napetost, občutljivost), kot tudi s poljubnimi dinamičnimi časovnimi karakteristikami preko vpogledne tabele. Pri delovanju smo preizkusili vzorce utripa srca, sinusne napetosti ter žagaste napetosti. Z izdelanim simulatorjem lahko ponazorimo tudi temperaturne vplive na senzorsko karakteristiko. Izdelani simulator lahko uporabljamo tudi med dinamičnim testiranjem in umerjanjem oddajnega modula. Na simulatorju senzorskega signala smo med postopkom umerjanja oddajnih modulov nastavili signal (ali samo nivo) ustrezne oblike, nato smo zajeli nekompenziran digitalni odziv s senzorske elektronike oddajnega modula, pri čemur zaobjamemo vse nelinearnosti. ki nastanejo ob digitalizaciji senzorskega signala. Opisano zaporedje predstavlja osnovni korak (točko umerjanja) pri umerjanju oddajnih modulov. Če korake ponavljamo tako, da z izdelanim simulatorjem senzorjev simuliramo tlake in temperature v mejah kalibracijskega področja, lahko pripadajoče surove odčitke modulov zbiramo na osebнем računalniku. Ta postopek je prvi del postopka umerjanja elementov sistema za zajem, prenos in restavriranje senzorskega signala. Rezultati teh raziskav so bili objavljeni v znanstveni reviji s faktorjem vpliva (Midem Informacije) in na mednarodni konferenci (Microreactors technology for healthcare applications.)

Izdelali smo sistem za umerjanje oddajnega in sprejemnega modula, ki je razširljiv, saj je zasnovan modularno. Centraliziran je z uvedbo strežnika, ki hrani podatke vseh izmerjenih parametrov umerjenih senzorjev. Na osnovi shranjenih parametrov senzorjev smo določili bistvene kriterije za določanje primernosti senzorjev za nadaljnje umerjanje. V ta namen smo kot osnovno merilo za klasifikacijo umerjenih senzorjev uporabili kombinirano temperaturno napako umerjanja. Predlagani pristop omogoča kontrolo kvalitete in nadzor kompleksnejših lastnosti senzorjev. Predlagani, načrtani in realizirani so bili izvorni pristopi k optimizaciji merilnega področja z algoritmi za stabilizacijo merjenih veličin. Realizirali smo niz optimizacijskih postopkov faze predtestiranja, pri katerih parametre analogne stopnje vezja za digitalno kompenzacijo merjene veličine prilagodimo senzorski karakteristiki tako, da bomo dosegli največji izkoristek merilnega področja analogne stopnje za zajem podatkov s senzorja na

oddajnem modulu. Rezultat tega je, da smo dosegli maksimalno prilagodljivost sistema, tako da lahko umerjamo tudi senzorje z večjim raztrosom parametrov. Izdelani postopki omogočajo hitro in masovno umerjanje nizekotlačnih senzorjev za potrebe spremljanja vitalnih funkcij pacienta med operativnim posegom na medicinskem monitorju.

Realizirali smo napravo za Predtestiranje, Umerjanje in Končno Testiranje (PUKT) oddajnih in sprejemnih modulov sistema »HYBYMED® Wireless System«, ki omogoča podrobnejši vpogled v funkcionalnost posameznih delov, kot tudi celotnega sistema. Izdelana naprava je bila prenesena v proizvodni proces industrijskega partnerja. Industrijski partner je z napravo PUKT osvojil srebrno priznanje Gospodarske zbornice Dolenjske in Bele krajine za inovacijo v letu 2011.

Izvedli smo testiranje in verifikacijo sistema po definiranih smernicah s strani industrijskega partnerja. Del testov smo izvajali pri industrijskem partnerju, na SIQ in po prejemu certifikatov EMC skladnosti tudi klinično evalvacijo pri končnem uporabniku (Klinični center) v kliničnih pogojih. Izdelani sistem je popolnoma skladen z veljavnimi standardi za elektronsko opremo v medicini. Faza testiranja je zaključena, v zadnjem letu so se odpravljale še zadnje pomanjkljivosti. Izdelanih je bilo sto kompletov prve serije sistemov, ki jih industrijski partner trži. Izdelani sistem je popolnoma prilagodljiv uporabniku, zato je lahko vsaka serija elementov sistema izdelana po naročilu.

#### 5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>4</sup>

Ocenjujemo, da je bil načrtani program dela raziskovalnega projekta realiziran v celoti in da so bili zastavljeni raziskovalni cilji doseženi.

#### 6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>5</sup>

Program raziskovalnega projekta, kot tudi sestava projektne skupine, se med izvajanjem projekta nista spreminjala.

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

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	25475367	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Keramični MEMS za brezžični monitoring tlaka v industrijskem okolju
		<i>ANG</i>	Ceramic MEMS designed for wireless pressure monitoring in the industrial environment
	Opis	<i>SLO</i>	V prispevku je predstavljen načrt sistema za brezžično spremljanje tlaka v zahtevnih okoljih. Predstavljeni sta dve vrsti keramičnih senzorjev tlaka, izdelanih z nizko temperaturo cofired keramike (LTCC). Prvi tip je piezorezistivni senzor tlaka. Druga vrsta je kapacitivni senzor tlaka, ki temelji na spremembah v kapacitivnosti vrednosti med dvema elektrodama: prva elektroda je fiksna in pomična druga pa gibljiva glede na vhodni tlak. Zasnova je bila osredotočena na nizko porabo energije. Zanesljivo delovanje v prisotnosti motenj, kot so elektromagnetne interference, parazitne kapacitivnosti, itd, so se izkazale kot protislovne. Piezorezistivni keramični senzor tlaka z visoko mostično impedanco je bil izbran za uporabo v brezžičnem sistemu spremljanja tlaka. Dosegli smo sprejemljivo rešitev z uporabo pretvarjanje energije. Opisana rešitev združuje funkciji senzorskega elementa in pretvornika energije, ki ima debeloplastno baterijo in pripadajočo elektroniko na enem substratu.

		<p>This paper presents the design of a wireless pressure-monitoring system for harsh-environment applications. Two types of ceramic pressure sensors made with a low-temperature cofired ceramic (LTCC) were considered. The first type is a piezoresistive strain gauge pressure sensor. The second type is a capacitive pressure sensor, which is based on changes of the capacitance values between two electrodes: one electrode is fixed and the other is movable under an applied pressure. The design was primarily focused on low power consumption. Reliable operation in the presence of disturbances, like electromagnetic interference, parasitic capacitances, etc., proved to be contradictory constraints. A piezoresistive ceramic pressure sensor with a high bridge impedance was chosen for use in a wireless pressure-monitoring system and an acceptable solution using energy-harvesting techniques has been achieved. The described solution allows for the integration of a sensor element with an energy harvester that has a printed thick-film battery and complete electronics in a single substrate packaged inside a compact housing.</p>
	Objavljeno v	MDPI; Sensors; 2012; Vol. 12, no. 1; str. 320-333; Impact Factor: 1.739; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.379; A': 1; WoS: EA, HQ, OA; Avtorji / Authors: Pavlin Marko, Belavič Darko, Novak Franc
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	26024231 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p>SLO Brezžični vmesnik za senzorske mostične aplikacije</p> <p>ANG A wireless interface for replacing the cables in bridge-sensor applications</p>
	Opis	<p>SLO V prispevku je predstavljen brezžični vmesnik, ki zamenjuje kabelske povezave v mostičnih senzorskih aplikacijah. Najbolj opazna značilnost predstavljenega pristopa je dejstvo, da brezžični vmesnik preprosto zamenja kable brez dodatnih sprememb strojne opreme obstoječega sistema. Uporabljen je je recipročne topologije, kjer oddajnik stran zajema signale z lastno prenosno funkcijo. Sprejemna stran signale rekonstruira s prenosno funkcijo, ki je recipročna funkciji oddajnika. V tem prispevku je princip zajema in rekonstrukcije podatkov opisan z detajli izvedbe prenosa senzorskega signala in rekonstrukcijskega monitorja. Preučili smo brezžični prenos podatkov predstavili razvoj lastne rešitve zmanjšanja količine prenesenih podatkov. Predlagane metode in algoritmi so bili izvedeni z uporabo dveh različnih brezžičnih tehnologij. Različna niza rezultatov sta pokazala visoko stopnjo amplitudne in časovne točnosti brezžično prenesenih senzorskih signalov.</p> <p>ANG This paper presents a solution in which a wireless interface is employed to replace the cables in bridge-sensor measurement applications. The most noticeable feature of the presented approach is the fact that the wireless interface simply replaces the cables without any additional hardware modification to the existing system. In this approach, the concept of reciprocal topology is employed, where the transmitter side acquires signals with its own transfer function and the receiver side reconstructs them with the transfer function reciprocal to the transmitter transfer function. In this paper the principle of data acquisition and reconstruction is described together with the implementation details of the signal transfer from the sensor to the signal-monitoring equipment. The wireless data communication was investigated and proprietary data-reduction methods were developed. The proposed methods and algorithms were implemented using two different wireless technologies. The performance was evaluated with a dedicated data-acquisition system and finally, the test results were analyzed. The two different sets of results indicated the high level of amplitude and the temporal accuracy of the wirelessly transferred sensor signals.</p>

	Objavljeno v	MDPI; Sensors; 2012; Vol. 12, no. 8; str. 10014-10033; Impact Factor: 1.739; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.379; A': 1; WoS: EA, HQ, OA; Avtorji / Authors: Pavlin Marko, Novak Franc	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	11768859	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Kompensacija in obdelava podatkov na kapacitivnem senzorju tlaka
		<i>ANG</i>	Compensation and signal conditioning of capacitive pressure sensors
	Opis	<i>SLO</i>	Predstavljen je izboljšana metoda temperaturne kompenzacije kapacitivnih senzorjev, ki izhaja iz metode za kompenzacijo piezoresistivnih senzorjev. Analizirane so možnosti za kompenzacijo senzorskih parametrov kot so nelinearnost in temperaturna občutljivost. Predstavljeni so različni pristopi k kompenzaciji kot npr. dvodimenzionalni polinomski opis in Chisholmovi aproksimanti. Senzorske odzive smo primerjali z referenčnim tlačnim izvorom in predlagali najbolj ustrezno metodo temperaturne kompenzacije.
		<i>ANG</i>	Implementation of a novel digital temperature compensation method, developed for piezoresistive pressure sensors, to the field of capacitive sensors is presented. Possibilities for the compensation of sensor parameters such as sensor nonlinearity and temperature sensitivity are analyzed. In order to achieve effective compensation and linearization, different approaches to digital descriptions of sensor characteristic are investigated and reported, such as two-dimensional rational polynomial description and Chisholm approximants. Results of sensor response are compared against reference pressure source and most effective digital temperature compensation is proposed.
	Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, LASIM; Ventil; 2011; Letn. 17, št. 1; str. 36-43; Avtorji / Authors: Možek Matej, Vrtačnik Danilo, Resnik Drago, Pečar Borut, Amon Slavko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	7814740	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Digitalna temperaturna kompenzacija kapacitivnih senzorjev tlaka
		<i>ANG</i>	Digital temperature compensation of capacitive pressure sensors
	Opis	<i>SLO</i>	Predstavljene so izboljšane metode za digitalno temperaturno kompenzacijo kapacitivnih senzorjev tlaka. Analizirane so možnosti kompenzacije senzorskih parametrov kot sta nelinearnost in temperaturna občutljivost. Za doseganje učinkovite temperaturne kompenzacije in linearizacije je uporabljena ulomljena polinomska aproksimacija in Chisholmovi aproksimanti. Rezultati ovrednotenja s posameznim opisom senzorske karakteristike so primerjani glede na tlak referenčnega tlačnega izvora. Iz rezultatov primerjave smo izbrali in predlagali najbolj ustrezno metodo temperaturne kompenzacije.
		<i>ANG</i>	Implementation of a novel digital temperature compensation method to the field of capacitive sensors is presented. Possibilities for the compensation of sensor parameters such as sensor nonlinearity and temperature sensitivity are analyzed. In order to achieve effective compensation and linearization, a two-dimensional rational polynomial description and Chisholm approximants were investigated. Evaluation results of sensor response are compared against reference pressure source and most effective digital temperature compensation is proposed.
	Objavljeno v	Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale; Informacije MIDEM; 2010; Letn. 40, št. 1; str. 38-44; Impact Factor: 0.250; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.203; WoS: IQ, PM; Avtorji / Authors: Možek Matej, Vrtačnik Danilo, Resnik Drago, Pečar Borut, Amon Slavko	
		1.01	

	Tipologija	Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	23802151	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Kapacitivni senzor tlaka z digitalnim izhodom izdelan v LTCC tehnologiji
		ANG	An LTCC-based capacitive pressure sensor with a digital output
	Opis	SLO	Prikazani so rezultati študije kapacitivnega keramičnega senzorja tlaka, izdelanega z uporabo keramike z nizko temperaturo žganja, za uporabo v brezžičnem senzorskem sistemu. Predstavljen je merilni sistem z ustrezno programsko podporo za evaluacijo temperaturne kompenzacije. Z digitalno kompenzacijo temperaturne odvisnosti odziva smo dosegli napako manjšo od 0,4% FS znotraj temperaturnega področja 10 do 75°C.
		ANG	A capacitive pressure sensor, fabricated using low-temperature cofired ceramic (LTCC) materials and technology was considered for an application in a wireless sensor system. A sensor characterization system with the corresponding software for an evaluation of the sensor's nonlinearity and temperature sensitivity is presented. The digital temperature compensation was performed with a two-dimensional rational polynomial approximation, resulting in a less than 0,4% FS temperature error in the range 10 to 75°C.
	Objavljeno v	Strokovno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale; Informacije MIDEM; 2010; Vol. 40, no. 1; str. 74-81; Impact Factor: 0.250; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.203; WoS: IQ, PM; Avtorji / Authors: Santo-Zarnik Marina, Možek Matej, Maček Srečo, Belavič Darko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

### 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>2</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	9562708	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Načini mikroobdelave za realizacijo senzorskih in aktuatorskih struktur
		ANG	Micromachining approaches in realization of sensor and actuator structures
	Opis	SLO	Prvi del predavanja prinaša pregled pomembnih postopkov mikroobdelave in s tem povezanih senzorskih in aktuatorskih struktur. Podan je kritičen pogled na prednosti in slabosti konkretnih tehnoloških pristopov. Drugi del predavanja podaja princip in realizacijo temperaturnih Ti/Pt tankoplastnih senzorjev in mikroreglcev. Poudarek je na mikrostrukturnih lastnostih tankih Ti/Pt plasti in predhodne toplotne obdelave ter vpliv na spremembe električne upornosti. Predstavljene so karakterizacijske metode za merjenje TCR in uporabnost pristopa v mikroreaktorjih. Zadnji del predavanja je osredotočen na piezoresistivne senzorje tlaka, tehnologijo izdelave, temperaturne kompenzacije s poudarkom na vplivu mehanskega stresa na tankih membranah na končne karakteristike senzorja.
		ANG	The first part of the presentation provides overview of some important micromachining processes and related microstructures which are constitutional structures used for sensing and actuating. The limitations of certain technological approaches are discussed and explained. The second part of the presentation is dedicated to thin film Ti/Pt temperature sensors and microheaters with emphasis on microstructural properties, which affect the electrical resistance. Characterization methods are presented for extraction of TCR and dependency on the thermal annealing parameters. The fabrication process steps provide insight into the integration of temperature sensors and heater on Si platform for microreactor applications. Last part of the presentation focuses on the piezoresistive pressure sensor structure, giving detailed analysis of membrane fabrication



		process and important mechanical stress issues regarding the thin film deposited layers on the membrane.
Šifra	B.04	Vabljen predavanje
Objavljeno v	Università degli Studi di Udine, Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica; 2012; Avtorji / Authors: Resnik Drago, Aljančič Uroš, Vrtačnik Danilo, Možek Matej, Amon Slavko	
Tipologija	3.14 Predavanje na tuji univerzi	
2.	COBISS ID	11767835 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Prof. dr. Slavko Amon, predstojnik Laboratorija za mikrosenzorske strukture in elektroniko (LMSE) na Fakulteti za elektrotehniko Univerze v Ljubljani
	ANG	Prof.dr. Slavko Amon, Head of Laboratory of microsensors structures in electronics (LMSE), Faculty of Electrical Engineering, University of Ljubljana
Opis	SLO	Predstavljeno je bilo znanstveno-raziskovalno delo v LMSE s stališča uporabe v slovenski industriji in obrtni dejavnosti. Glavni poudarek je bil na mikrotehnologijah s področja MEMS, ki višajo dodano vrednost naprednih mikrostruktur, senzorjev ter aktuatorjev.
	ANG	R&D activities in LMSE with the emphasis on their applicability in Slovenian industry were presented. The main emphasis was given to microtechnologies in the field of MEMS, which add value to advanced microstructures, sensors and actuators.
Šifra	F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
Objavljeno v	Fakulteta za strojništvo, LASIM; Ventil; 2011; Letn. 17, št. 1; str. 6-9; Avtorji / Authors: Amon Slavko	
Tipologija	1.22 Intervju	
3.	COBISS ID	8470100 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Aktivnosti v LMSE
	ANG	Activities in LMSE
Opis	SLO	Podan je podroben pregled aktivnosti v LMSE na področju mikroobdelave silicija, stekla ter drugih kompatibilnih materialov, ki sestavljajo moderne mikroelektronske senzorje, aktuatorje ter MEMS stukture. Hkrati so bile predstavljene aplikacije na različnih področjih, na katerih se v LMSE načrtovane in izdelane mikrostrukture uporabljajo.
	ANG	A detailed overview of activities in LMSE in the field of micromachining of silicon, glass and other compatible materials which are part of modern microelectronic sensor, actuator or/and MEMS structures was given. In addition, applications on various fields using structures designed and fabricated in LMSE were presented.
Šifra	B.04	Vabljen predavanje
Objavljeno v	FP7 Proposal Workshop Fraunhofer EMFT, Munich, May 15-16, 2011 [s. n.]; 2011; Avtorji / Authors: Amon Slavko, Vrtačnik Danilo, Resnik Drago, Možek Matej, Aljančič Uroš, Pečar Borut	
Tipologija	3.16 Vabljen predavanje na konferenci brez natisa	
4.	COBISS ID	7831380 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Potek namestitve razvojnega okolja Eclipse s prevajalnikom MSP430 GCC in vmesnikom USB-JTAG
	ANG	Installation progress Eclipse development environment with the GCC compiler MSP430 and USB-JTAG
		Potek namestitve razvojnega okolja Eclipse s prevajalnikom MSP430 GCC in

Opis	SLO	vmesnikom USB-JTAG je v prvi vrsti namenjena študentom elektrotehnike študentom in diplomantom na univerzitetnem in visokošolskem strokovnem študiju. Razvojno okolje Eclipse s prevajalnikom MSP430 GCC in vmesnikom USB-JTAG ilustrira snov, ki jih pokriva predmet Razvoj digitalnih sistemov.	
	ANG	Installation progress Eclipse development environment with the GCC compiler MSP430 and USB-JTAG is primarily intended for students of electrical engineering students and graduates at university and professional studies. Eclipse development environment with the GCC compiler MSP430 and USB-JTAG illustrates material covered by the subject Development of digital systems.	
Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso		
Objavljeno v	http://dt.fe.uni-lj.si/music/Eclipse-MSPGCC/Programi/Installer/Out/MSP430GccEclipse.exe. [M. Možek]; 2010; Avtorji / Authors: Možek Matej		
Tipologija	2.05 Drugo učno gradivo		
5. COBISS ID	8105044	Vir: COBISS.SI	
Naslov	SLO	Mikroobdelava in strukture za mikrofluidiko	
	ANG	Micromachined structures for microfluidics	
Opis	SLO	Pregledane so bile raziskovalne aktivnosti v LMSE na področju mikro/nano struktur, (mikro)elektronskih vezij, inteligentnih senzorjev ter elektronike, povezane z aplikacijami v mikrofluidiki. Poročali smo tudi o naših novih raziskovalnih rezultatih in v razgovoru pretresli njihov pomen in uporabnost ter možnosti za sodelovanje.	
	ANG	Research activities in LMSE on micro/nano structures, related (micro) electronic circuits, smart sensors and electronics, involved in microfluidic applications, were reviewed. Latest results were reported and discussed. Possible topics for cooperation were identified.	
Šifra	B.04 Vabljeni predavanja		
Objavljeno v	Microreactors Technology for Healthcare Applications, Fiesa, Slovenia, 26-28 September, 2010, European Science Foundation; 2010; Avtorji / Authors: Amon Slavko		
Tipologija	3.16 Vabljeni predavanja na konferenci brez natisa		

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

v letu 2012:

- 5 objavljenih izvirnih znanstvenih člankov (tipologija 1.01)
- 9 objavljenih znanstvenih prispevkov na konferencah (tipologija 1.08)
- 1 objavljen povzetek znanstvenih prispevkov na konferencah (tipologija 1.12)
- 2 mentorstvi pri študentskih delih za Prešernovo nagrado
- 10 recenzij za mednarodne znanstvene revije ter mednarodne konference
- nadgradnja novega tehnološkega procesa - suho reaktivno ionsko jedkanje silicija
- razvoj novega izdelka - fotopletizmografski senzor za spremljanje mikrocirkulacije na vidnem živcu med operativnim posegom
- razvoj novega izdelka - polje mikrokonvic za podkožni vnos zdravil
- razvoj novega izdelka - mikročrpalka
- razvoj in nadgradnja tehnološkega procesa - biokompatibilno spajanje silicija, stekla ter PMDS-ja

v letu 2011

- postavitve vrhunškega tehnološkega postopka za globoko reaktivno ionsko jedkanje (DRIE) silicija.
- razvoj novega izdelka - MC senzor za nedestruktivno in neinvazivno merjenje mehanskega odziva skeletnih mišic (skupaj s TMG-BMC d.o.o. Ljubljana)
- nagrada: 2. mesto v skupini »Inovativni proizvod«, kategorija »inovator ali skupina inovatorjev« na 6. Slovenskem forumu inovacij v Ljubljani z delom: Matej Makovec, Uroš Aljančič, Roman Bošnjak: »Občutljivi kirurški retraktor«, (ID255)
- nagrada: fakultetna Prešernova nagrada za študentsko delo Dominika Peruška, z naslovom »Načrtovanje, izdelava in karakterizacija mikrosistema za kontrolo temperature v mikroprocesorju vodika« COBISS ID: 8669012, izvedeno pod mentorstvom doc.dr. Mateja Možka

v letu 2010

- nagrada: drugo mesto za raziskovalni projekt z naslovom ABPI MEASURING DEVICE na študentskem tekmovanju "Texas Instruments, University Analog Design Contest", pod vodstvom doc.dr. Mateja Možka

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

### 10.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>

SLO

Pomen predloženih raziskav je poleg pridobljenih raziskovalnih in aplikativnih rezultatov tudi v doprinosu k bazičnim znanjem (vede o materialih, vede o tehnologijah, napredna elektronika krmilnih in komunikacijskih sistemov). Postopki umerjanja in temperaturne kompenzacije senzorjev pri brezžičnih komunikacijah predstavljajo dokaj nov pristop in imajo odločilen vpliv na končne lastnosti sistema. Raziskave in zasnova zaprtostančnega koncepta sistema za umerjanje pametnih senzorjev omogoča adaptivno prilagajanje kriterijev umerjanja. Z uporabo adaptivnega koncepta realizacije sistema za umerjanje smo dosegli večjo zanesljivost in točnost kot tudi znatno povečanje izkoristka umerjanja pametnih senzorjev. Razviti algoritmi in orodja so uporabni tudi širše na področju umerjanja aktuatorjev. Rezultati raziskav ustreznih novih pristopov za nadzor kvalitete in vzpostavitev konceptov pri zgodnji odpravi napak pametnih senzorjev bodo uporabni tudi v sorodnih proizvodnih sistemih. Na osnovi našega dosedanjega raziskovalnega dela smo rezultate teh raziskav objavili tudi v ustreznih znanstvenih revijah in na mednarodnih konferencah.

ANG

The benefit of the proposed research project is, beside the new applied knowledge for the beneficiary, in new fundamental knowledge in certain fields such as material science, microtechnology, advanced control electronics and communication protocols. The procedures for calibration and temperature compensation of pressure sensors in wireless systems represent a rather new field of applications and have a crucial impact on the performance of the complete systems. Research and study of the closed-loop system concept for calibration of sensors enable adaptive control of calibration criteria. By implementation of this concept efficiency, accuracy and reliability of smart sensor calibration is significantly increased. Results and newly developed concepts in the field of failure analysis and failure detection in early processing stages enable effective sensor quality control. Obtained results will be also applicable in similar industrial processes. Results of investigations were presented at international conferences and published in scientific journals.

### 10.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>

SLO

Rezultati projekta, ki so bistvenega pomena za Slovenijo, vključujejo obvladovanje novih sistemov in storitev za uporabnike, novih metod dela ter ključnih tehnologij ter bodo zato predstavljali tudi platformo za razvoj sorodnih aplikacij na področju medicinske diagnostike. Verifikacija, dodelava znanstvenih pristopov in prenos znanja iz raziskovalnih inštitucij v industrijsko okolje industrijskega partnerja predstavlja dodaten doprinos k dvigu tehnološke

razvitosti v slovenskem okolju.

Odločilnega pomena za našo družbo predstavlja sinergija med raziskovalnimi laboratoriji in razvojnimi oddelki industrijskega partnerja, ki se odraža v sprotne izobraževanju kadrov med izvajanjem projekta, kot tudi dvig nivoja interdisciplinarnih znanj v okolju industrijskega partnerja. Povezovanje in interaktivno delo strokovnjakov z različnih področij predstavlja odlično osnovo tudi za nadaljnje projekte.

ANG

Results obtained during the research project are expected to have a direct impact for the end user as well as for the beneficiary of the project. Results obtained during current course of the project were implemented in the advanced industrial processes of the beneficiary, thereby advancing the common strive towards market oriented end products. Verification and completion of established scientific approaches as well as technology transfer in the industrial environment of the beneficiary represent most significant contributions in terms of advanced of beneficiary automation and technology.

The project is expected to have a strong impact on the future developments of sensor applications in the field of medical diagnostics based on the developed platforms. Wireless monitoring of various vital patient parameters is a demonstrative presentation of the extensive system adaptability. Decisive importance of the project for the society is reflected in the continuous and interdisciplinary education and expansion of new technological skills by personnel involved in the research project as well as in elevation of the interdisciplinary know-how in the beneficiary environment. Successful interactive collaboration between involved University scientists and industrial partner R&D members has proven essential also for the future projects.

**11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!  
Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.06 Razvoj novega izdelka</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.08 Razvoj in izdelava prototipa</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.11 Razvoj nove storitve</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.12 Izboljšanje obstoječe storitve</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.13 Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.14 Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih</b>		

	<b>procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	V celoti <input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**


**12.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!**  
**Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>					
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>					

**Komentar**

--

**13.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>12</sup>**

	Sofinancer	
1.	Naziv	HYB d.o.o., proizvodnja hibridnih vezij
	Naslov	Levičnikova 34, 8310 Šentjernej

Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		109.051,35	EUR
Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25	%
Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.	Izvirni znanstveni članki	A.01
	2.	Patenta	F.32
	3.	Srebrno priznanje Gospodarske zbornice Dolenjske in Bele krajine za inovacijo v letu 2011	E.01
	4.	Prenosi znanja v prakso	F.04
	5.	nagrade	E.02
Komentar			
Ocena	<p>Strateška usmeritev družbe HYB d.o.o. je izdelava hibridnih debeloplastnih vezij in senzorjev. Na področju uporabe silicijevih senzorjev tlaka v medicinske namene je bilo v ta namen organizirano interdisciplinarno sodelovanje na aplikativnem projektu L2-2318-1704, kjer združujejo znanja HYB d.o.o., proizvodnja hibridnih vezij, Laboratorij za mikrosenzorske strukture in elektroniko, Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani (1538-029) in Raziskovalno razvojna skupina, HIPOT-RR d.o.o. (1704-001).</p> <p>Delo na projektu je potekalo skladno z zastavljenim programom projekta. Rezultati tega projekta so HYB d.o.o. prinesli realizacijo naslednjih izdelkov:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oddajni in rekonstrukcijski modul sistema za zajem, brezžični prenos in restavriranje senzorskega signala za potrebe spremljanja vitalnih funkcij pacienta,</li> <li>2. Sistem za preizkušanje in karakterizacijo oddajnega in rekonstrukcijskega modula,</li> <li>3. Merilni inštrument – Simulator odziva senzorjev tlaka,</li> <li>4. Sistem za umerjanje oddajnega in sprejemnega modula,</li> <li>5. Naprava za Predtestiranje, Umerjanje in Končno Testiranje (PUKT) modulov sistema »HYBYMED® Wireless System«,</li> </ol> <p>Izdelane naprave so bile prenesene v proizvodni process, kar predstavlja preskok na višji nivo tehnologij in s tem izboljšanje konkurenčnosti podjetja.</p>		

#### 14. Izjemni dosežek v letu 2012<sup>13</sup>

##### 14.1. Izjemni znanstveni dosežek

glej prilogo

##### 14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

glej prilogo

### C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

## Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za  
elektrotehniko

Slavko Amon

---

## ŽIG

Kraj in datum: 

Ljubljana	14.3.2013
-----------	-----------

### Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/81

---

<sup>1</sup> Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>5</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

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

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

<sup>8</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

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

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

3A-60-C4-80-3E-F0-E2-B6-D9-87-B8-C3-8A-21-19-CE-29-C7-D8-87

VEDA: tehniške in tehnološke vede

Področje: 2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

**Dosežek 1: Sistem za zajem, brezžični prenos in restavriranje senzorskega signala za potrebe spremljanja vitalnih funkcij pacienta med operativnim posegom na medicinskem monitorju,**

**Vir: HYB d.o.o.**



V sodelovanju z industrijskim partnerjem smo raziskali, zasnovali in izdelali osnovna elementa sistema za zajem, brezžični prenos in restavriranje senzorskega signala za potrebe spremljanja vitalnih funkcij pacienta med operativnim posegom na medicinskem monitorju. Sistem je sestavljen iz oddajnega modula na pacientovi strani (levo) in sprejemnega modula na strani medicinskega modula (desno). Oddajni modul zajema podatke z zamenljivega senzorja krvnega tlaka za enkratno uporabo in jih pošlje na sprejemni modul na strani medicinskega monitorja. Signal s tlačnega piezorezistivnega senzorja vodimo v oddajni modul, ki ga primerno obdela, tako da je izhodni podatek modula podatek o tlaku, ki je podan v vnaprej definiranih enotah (mmHg). Sprejemni modul sprejeto vrednost merjene veličine s senzorjev rekonstruira v električni ekvivalent senzorskega odziva.

VEDA: tehniške in tehnološke vede

Področje: 2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

**Dosežek 2: Naprava za Predtestiranje, Umerjanje in Končno Testiranje,**

**Vir: HYB d.o.o.**



V sodelovanju z industrijskim partnerjem smo raziskali, zasnovali in realizirali napravo za Predtestiranje, Umerjanje in Končno Testiranje (PUKT) oddajnih in sprejemnih modulov sistema »HYBYMED® Wireless System«, ki omogoča podrobnejši vpogled v funkcionalnost posameznih delov, kot tudi celotnega sistema za zajem, brezžični prenos in restavriranje senzorskega signala za potrebe spremljanja vitalnih funkcij pacienta med operativnim posegom na medicinskem monitorju. Izdelana naprava je bila prenesena v proizvodni proces industrijskega partnerja. Industrijski partner je z napravo PUKT osvojil srebrno priznanje Gospodarske zbornice Dolenjske in Bele krajine za inovacijo v letu 2011.