

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/106



## ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

(za obdobje 1. 1. 2009 - 31. 12. 2014)

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROGRAMU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem programu

<b>Šifra programa</b>	P2-0225
<b>Naslov programa</b>	Metrologija in kakovost Metrology and Quality
<b>Vodja programa</b>	10774 Janko Drnovšek
<b>Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)</b>	13368
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje programa</b>	01.2009 - 12.2014
<b>Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)</b>	1538 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	2 TEHNIKA 2.15 Meroslovje
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	2 Tehniške in tehnološke vede 2.02 Elektrotehnika, elektronika in informacijski inženiring

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

#### 2. Povzetek raziskovalnega programa<sup>1</sup>

SLO

Raziskovalni program Metrologija in kakovost obravnava merjenja v najširšem smislu kot znanstveno disciplino in segmente tehniške kakovosti, kot ključne evropske razvojne paradigme, ki temeljijo na

merjenjih oziroma razvoju novih merilnih principov. V razvitih družbah, še posebej tistih s skupnim trgom kot npr. Evropska unija, je kvalitativno pojmovanje kakovosti že danes, nedvomno pa bo še mnogo bolj tudi v bodočnosti, nadomeščeno s kvantitativnim pojmovanjem kakovosti, kar je seveda neločljivo povezano z merjenji. Zahteve po vedno točnejših merjenjih torej rastejo na vseh tradicionalnih področjih merjenj, vezanih na osnovne in izpeljane fizikalne veličine, na primer s stališča manjše merilne negotovosti, večje dinamike, itd, vse v smislu podpore in napredka znanosti in tehnologije oziroma posledično industrijskega razvoja. To zahteva multidisciplinaren razvoj z interdisciplinarnimi metodami. Pri razvoju ustrezne merilne instrumentacije je to sodelovanje še posebno ključno. Poleg tega evropsko pojmovanje kakovosti proizvodov ter zaščite človeka in okolja postavlja vrsto novih merilnih izzivov na konkretnih področjih, kot npr. varnosti električnih naprav, kakovosti klime in prezračevanja, celovite energetske učinkovitosti, naravnosti materialov, holistične medicinske diagnostike itd, ter zahteva mnogo več, kot le nekaj utečenih fizikalnokemijskih meritev. Skupno tem novim področjem je dejstvo, da vključujejo tudi človekovo percepcijo, in s tem postavljajo nove, do sedaj še nerešene merilne zahteve in izzive, pri čemer pa je še vedno prisotna zahteva po primerljivosti, ponovljivosti in zanesljivosti merilnih rezultatov. Raziskovalne vsebine programa z namenom razvoja meroslovne znanosti, potrditve hipotez in implementacije v najširšem kontekstu obsegajo področje bazične metrologije s stališča razvoja merilnih principov in analize merilnih rezultatov, termometrijo (merjenje temperature na kontaktni in brezkontaktni način, merjenje vlage v zraku in materialih) in merjenja v najširšem pomenu te besede (merjenja drugih fizikalnih veličin, elektromagnetna merjenja, pa tudi oblike senzoričnega merjenja ter sociološke in ekonomske vidike merjenj v moderni družbi). Samo delo bo vključevalo teoretične vsebine, praktično izvedbo in eksperimentalno potrjevanje. Cilj raziskovalnega dela programa je s pomočjo novih razvitih merilnih metod in merilne instrumentacije ustvariti nove rešitve, uporabne tudi na drugih področjih v znanosti in družbi. Na tak način bo omogočen razvoj metrologije kot znanosti ter povečan vpliv na druge vede.

ANG

The objective of the research programme, Metrology and Quality is measurement science in its broadest sense, as well as those elements of technical quality, as one of the key European development paradigm, that are inherently based on measurements by themselves. Metrology, the science of measurements, is treated as a generic, demand driven scientific discipline, present in almost all scientific areas, which is typically usefully implemented when being the result of successful basic research. In developed economies, especially those with common markets, such as the European Union, qualitative approach to the evaluation of technical quality is becoming substituted with quantitative, objective parameters, which is intrinsically related to measurements. Requirements for more precise measurements are therefore present on all traditional subject fields, related to the improvements of typical metrological parameters, such as improvements of uncertainty, broader dynamic range, etc, with the aim to support scientific research and technological development and consequently to improve industrial production. In addition, European notion of quality of life measures, requires a number of new and innovative measurement approaches in new areas such as quality of indoor air and climate, complex energy efficiency, naturalness of materials, holistic medical diagnostics etc, which go well beyond the established, routine physical and chemical measurements. Common to all these measurements is namely the inclusion of human

perception in measurement results, while still requesting the comparability, repeatability and reliability of measuring methods and results.

Research topics will therefore focus to the development of basic principles of measurability of new phenomena and analysis of measurement results, thermometry (contact, noncontact) as well as relative humidity in air and in other solid materials, electromagnetic measurements, and finally perception based measurements considering socio economic relations as well. For each segment it is planned to experimentally confirm theoretical results.

Goal of the research part of the programme is, with usage of new measurement procedures and measurement instrumentation, to develop new solutions, which are going to be used also in the other fields of science and society. In such way, development of metrology as a science and its greater influence to other scientific disciplines will be achieved.

### **3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem programu, (vključno s predloženim dopolnjenim programom dela v primeru povečanja financiranja raziskovalnega programa v letu 2014)<sup>2</sup>**

SLO

Raziskovalne vsebine programa Metrologija in kakovost so med letoma 2009 in 2014 z namenom razvoja meroslovne znanosti obsegale več področij od merilnih metod in analize merilnih rezultatov, merjenj fizikalnih veličin do termodinamičnih veličin. Poseben poudarek je bil na interdisciplinarnosti na področjih materialov, biomedicinske instrumentacije, vključujoč nove oblike merjenj (psihofiziologija).

Na področju elektromagnetnih veličin je bil poleg nadaljevanja razvoja algoritmov za hitro procesiranje izmeničnih signalov na novo vzpostavljen laboratorij za magnetna merjenja in senzorske tehnologije, kar je omogočilo analitične raziskave s področja vpliva magnetnih polj na merilno instrumentacijo visoke ločljivosti.

V sklopu termometrije je bil realiziran razvoj sistemov novih celic fiksnih točk, ki temeljijo na eutektičnih spojinah ogljika in različnih čistih materialih. Izvedeno je bilo modeliranje termodinamskih pojavov v celicah fiksnih točk na osnovi razvitega matematično-fizikalnega modela. Skupina je pripravila več medlaboratorijskih primerjav. V sklopu brezkontaktnega merjenja temperature so potekale raziskave s področja umerjanja termovizijskih kamer s pomočjo črnega telesa in avtomatiziranega pozicionirnega sistema. Razvito je bilo veliko črno telo, ki je izzvalo izreden interes na svetovni konferenci s področja termometrije.

Na področju meroslovja biomedicinske instrumentacije se je skupina ukvarjala z meroslovjem fizioloških parametrov in preučevanjem vpliva psiholoških dejavnikov na fiziologijo človeka. V okviru študija dinamike parametrov se je nadaljevalo delo na analizi dinamike odziva hitrih termistorjev in invazivnih senzorjev za krvni tlak. Izhajajoč iz teh izkušenj so bila dognanja prenesena na področje merjenj klimatskih sprememb. Izkazalo se je, da se na podoben način lahko obravnava in izboljšuje negotovost merilnih rezultatov okoljskih merjenj, kar je bila osnova za uspešen EU projekt.

Na področju merjenja vlažnosti je bil razvit in ovrednoten primarni generator vlage (temperature rosišča od 20 °C do 70 °C). Začel se je študij zagotavljanja sledljivosti meritev vlage v trdnih materialih (površinska vlaga in vlažnostni profili v materialih). Izdelan je bil instrument za merjenje površinske vlage, ki je v fazi ovrednotenja.

Na področju tehniške kakovosti je skupina sodelovala v več medlaboratorijskih primerjavah na področju preskušanja varnosti električnih proizvodov, kjer je uvedla principe analize merilne

negotovosti na področje preskušanja.

V smislu interdisciplinarnosti novih merilnih metod in merilne instrumentacije so dodatna sredstva so skupini omogočila nadaljnji razvoj na področju merjenja vlažnosti materialov, konkretno izboljšave v razvoju novega laserskega senzorja za merjenje površinske vlage v polimernih elementih. Izgrajen je bil vmesnik za mehansko poravnavo med laserskim delom senzorja ter ostalimi elementi, s čimer se je zelo povečala ponovljivost meritev površinske vlage zaradi omejitve vpliva ostalih neželenih učinkov.

Rezultati skupine kažejo na uspešno delovanje v smislu razvoja metrologije kot znanosti ter povečanega vpliva na druge vede in pričajo o uspešnosti programa med letoma 2009 in 2014.

#### 4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem programu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

SLO

Glavni cilj raziskovalnega dela programa je bil s pomočjo novih razvitih merilnih metod in merilne instrumentacije ustvariti nove rešitve, ki bodo uporabne tudi na drugih področjih v znanosti in družbi. Hipoteze so bile implementirane na konkretnih področjih z jasno definiranimi in dokumentiranimi rezultati.

Na podlagi znanstvenih in družbeno ekonomskih rezultatov skupine lahko ugotovimo, da je zastavljen cilj v celoti realiziran.

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega programa oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v letu 2014<sup>4</sup>

SLO

V 2014 sta bila raziskovalca Valentin Batagelj (šifra ARRS 19218) in Vincencij Žužek (šifra ARRS 31981) vključena v programsko skupino, saj sta odločilno sodelovala pri znanstveno raziskovalnem delu preučevanja termodinamskih pojavov v temperaturnih etalonih, v fiksnih celicah čistih snovi.

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

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	8344660	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Določanje parametrov šibko dušenih sinusnih signalov v frekvenčnem prostoru
		ANG	Estimation of parameters of the weakly damped sinusoidal signals in the frequency domain
	Opis	SLO	Članek analizira šibko dušene sinusne signale in predlaga vrednotenje osnovnih parametrov: frekvence, amplitude, faze in faktorja dušenja. Ti parametri, ki predstavljajo posamezno komponento signala, so določeni z lokalnim maksimumom diskretne Fourierjeve transformacij (DFT). Koncept kvocientne interpolacije je uporabljen tudi za določitev faktorja dušenja, če je dušenje pod vrednostjo 1. V okolici merilne koherence zajemanja omogoča pravokotno okno manjše sistematične pogreške v primerjavi s spektralno močnejšim oknom, kot je Hannovo okno.
ANG		In this paper, exponentially damped sinusoidal signals are analyzed. Simple algorithms for fast measurement and estimation of the unknown damping, frequency, amplitude and phase are presented. The peaks of the discrete Fourier transform (DFT) results are adopted to obtain the parameters. The concept of quotient interpolation using the Hann window for the basic three parameters is also adopted for the damping estimation. In the case of the weakly damped sinusoids with dumping values up to 1, using the rectangular window in the estimation reduces the systematic errors in	

		comparison with the Hann window, especially in the vicinity of the coherent sampling conditions.
	Objavljeno v	North-Holland; Computer standards & interfaces; 2011; Vol. 33, no. 2; str. 117-121; Impact Factor: 1.257; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.023; A'': 1; A': 1; WoS: ES, EW; Avtorji / Authors: Agrež Dušan
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	7907412 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Uporaba afektivnih parametrov v priporočilnem sistemu za slike
		<i>ANG</i> Using affective parameters in a content-based recommender system for images
	Opis	<i>SLO</i> Članek preučuje vpliv afektivnih metapodatkov na uspešnost vsebinskega priporočilnega sistema za slike. S pomočjo uporabniške študije smo zbrali podatke in primerjali uspešnost priporočilnega sistema (a) z afektivnimi in (b) z generičnimi metapodatki. Rezultati statistične analize so pokazali, da je uspešnost afektivnih metapodatkov značilno boljša.
		<i>ANG</i> This paper investigates the influence of affective metadata on the performance of a content-based recommender (CBR) system for images. We performed a user-interaction session and compared the performance of the recommender system with affective versus generic metadata. The results of the statistical analysis showed that the proposed affective parameters yield a significant improvement in the performance of the recommender system.
	Objavljeno v	Kluwer Academic; User modeling and user-adapted interaction; 2010; Vol. 20, no. 4; str. 279-311; Impact Factor: 3.074; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.401; A'': 1; A': 1; WoS: ER; Avtorji / Authors: Tkaličič Marko, Burnik Urban, Košir Andrej
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	10567508 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Neparometrično določanje amplitudnega razmerja sinusnih signalov s skupno frekvenco
		<i>ANG</i> Non-parametric estimation of the amplitude ratio of sinusoidal signals with common frequency
	Opis	<i>SLO</i> V članku je prikazan način zmanjšanja sistematičnega pogreška neparometričnega vrednotenja razmerja dveh amplitud. Pogrešek iztekanja je učinkovito zmanjšan z enokoračno večtočkovno interpolacijo diskretne Fourierjeve transformacije v kvocientu amplitud signalov z isto frekvenco zajetih na dveh merilnih kanalih. Analiziran je tako sistematični pogrešek vrednotenja amplitudnega razmerja kot naključni del pogreška pri spreminjanju reda oken Rife-Vincent, ki imajo najhitrejše iztekanje stranskih motilnih grebenov frekvenčnega spektra, in oken MSL (minimum side-lobe level windows), ki imajo najmanjšo vrednost stranskega grebena frekvenčnega spektra in s tem minimalno energijo in ločljivost v glavnem grebenu spektra. Pogreški vrednotenja so analizirani v razmerju do števila period signala v času merjenja.
		<i>ANG</i> The systematic bias error of the amplitude ratio estimation owed to leakage effect can be effectively reduced by employment of the non-parametric multi-point interpolation of the discrete Fourier transform in the quotient of amplitudes. Simple single-step algorithms for fast measurement and estimation of the amplitude ratio of sinusoidal signals with the same frequency from two channels are presented. The paper analyzes and compares the systematic bias errors and the noise error behaviors of the amplitude ratio estimation changing the order of Rife-Vincent windows class

		I, which are designed for maximization of the window spectrum side-lobe fall-off, and minimum side-lobe level (MSL) windows, which are designed for minimization of the energy in the window spectrum main lobe. Estimation errors are shown in relation to the number of signal cycles in the measurement interval.
	Objavljeno v	Elsevier; Measurement; 2014; Vol. 55; str. 176-185; Impact Factor: 1.526; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; A': 1; WoS: IF, OA; Avtorji / Authors: Agrež Dušan, Lušin Tomaž
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	9940052 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Meroslovno ovrednotenje meritev prevodnosti kože
		<i>ANG</i> Metrological evaluation of skin conductance measurements
	Opis	<i>SLO</i> Članek opisuje postopek za meroslovno ovrednotenje meritev prevodnosti kože. Tri komercialne naprave za merjenje prevodnosti kože so bile primerjalno umerjene z referenčnim digitalnim ohmmetrom. Kombinirana merilna negotovost metrov prevodnosti kože je bila izračunana s pomočjo negotovosti referenčnega instrumenta in negotovosti zaradi ponovljivosti, obnovljivosti, ločljivosti in pogojev okolja. Analiza negotovosti je pokazala, da so prispevki zaradi ločljivost in občutljivost merilne naprave zanemarljive v primerjavi z negotovostjo merilne metode.
		<i>ANG</i> This paper describes a procedure for metrological evaluation of skin conductance measurement. Three commercial devices for measuring skin conductance were calibrated by comparison with a precision digital ohmmeter used as a reference. Combined measurement uncertainty of skin conductance meters was calculated by means of uncertainty of reference instrument and uncertainties due to measurement repeatability, reproducibility, resolution and environmental condition. Measurement uncertainty analysis showed that contributions due to resolution and sensitivity of the measuring device, usually obtained from specifications, are negligible when compared to uncertainty of measuring method.
	Objavljeno v	Elsevier; Measurement; 2013; Vol. 46, no. 9; str. 2993-3001; Impact Factor: 1.526; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; A': 1; WoS: IF, OA; Avtorji / Authors: Ogorevc Jaka, Geršak Gregor, Novak Domen, Drnovšek Janko
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	9591380 Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Črno telo z veliko odprtino za kalibracijo termovizijskih kamer
		<i>ANG</i> A large aperture blackbody bath for calibration of thermal imagers
	Opis	<i>SLO</i> Članek opisuje problematiko termografskih kamer, ki se vedno bolj uporabljajo tudi za točna merjenja temperature in ne zgolj temperaturnih razlik, kar je bolj enostavno. Za zagotavljanje točnih in zanesljivih merjenj je potrebno umerjanje termovizijskih kamer, ki omogoča ovrednotenje celotnega vidnega polja. V ta namen smo izdelali črno telo z veliko odprtino, ki ima boljšo temperaturno stabilnost in homogenost, kot je temperaturna občutljivost detektorja termovizijske kamere. Eksperimentalni rezultati so pokazali, da je umerjanje možno v območju od 10 °C do 70 °C z razširjeno negotovostjo 0,2 °C, medtem ko so nadaljnje raziskave potrebne, da bi se zagotovilo širše območje umerjanja. Poleg tega je bil razvit in preverjen tudi postopek umerjanja termovizijskih kamer, kakršnega bomo predlagali v novi ISO standard, ki bo določil zahteve za termovizijske kamere. Naš laboratorij

		namreč sodeluje pri razvoju tega standarda.
	ANG	This paper describes the problem of thermographic cameras, which are widely used for accurate measurement of temperature and not just temperature differences, which is more easy. To provide accurate and reliable measurements it is necessary to calibrate the thermal imaging camera, which allows assessment of the entire field of vision. To this end, we created a black body with a large opening, which has better temperature stability and homogeneity as the temperature sensitivity of the detector thermal imaging cameras. Experimental results show that the calibration can be in the range of 10 ° C to 70 ° C with an expanded uncertainty 0.2 ° C, while further research is needed in order to ensure a wider range of calibration. Furthermore, a thermal imaging camera calibration process was developed and tested, and a new ISO standard will be proposed that will set requirements for thermal imaging cameras. Our laboratory is involved in the development of this standard.
Objavljeno v		IOP Publishing; Measurement science & technology; 2013; Vol. 2, no. 24; str. 1-8; Impact Factor: 1.352; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; WoS: IF, OA; Avtorji / Authors: Miklavec Andraž, Pušnik Igor, Batagelj Valentin, Drnovšek Janko
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek

### 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati programske skupine<sup>6</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	251204864 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Organiziranje znanstvene konference TEMPEKO & ISHM 2010 ANG Organising the scientific conference TEMPEKO & ISHM 2010
	Opis	SLO Skupina je organizirala svetovno konferenco na temo termometrije, ki je bila prvič organizirana istočasno v povezavi s svetovno konferenco o merjenjih vlažnosti - Simpozij Joint International Symposium on Temperature, Humidity, Moisture and Thermal Measurements in Industry and Science TEMPEKO & ISHM 2010 (Skupna mednarodna konferenca o merjenju temperature, vlage, vlažnosti in termofizikalnih parametrov v industriji in znanosti TEMPEKO& ISHM 2010), je potekal od 31. maja do 4. Junija 2010 v Porotorožu. Udeležilo se ga je rekordno število znanstvenikov iz 51 držav iz vseh kontinentov. ANG The group organised World conference on thermometry combined with the World humidity and moisture conference, an event which never happened before. Joint International Symposium on Temperature, Humidity, Moisture and Thermal Measurements in Industry and Science TEMPEKO & ISHM 2010 took place from 31. May to 4th June 2010 in Porotorož. It was attended by a record number of scientists from 51 countries from all continents.
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja
	Objavljeno v	Faculty of Electrical Engineering, Laboratory of Meteorology and Quality; 2010; 2 zv. (IV, 479 str.); Avtorji / Authors: Bojkovski Jovan, Geršak Gregor, Žužek Vincencij, Pušnik Igor, Hudoklin Domen, Begeš Gaber, Batagelj Valentin, Drnovšek Janko
	Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela
2.	COBISS ID	Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO Akreditacija laboratorija po SIST ISO/IEC 17025 in ISO 17043:2010, vodenje centra/laboratorija

		ANG	Laboratory accreditation according to SIST ISO/IEC 17025 and ISO 17043:2010
	Opis	SLO	Vsakoletno preverjanje s strani akreditacijskih služb SA (Slovenska akreditacija) in RvA (nizozemska akreditacija) omogoča, da so dejavnosti laboratorija akreditirane po SIST ISO/IEC 17025 kot kalibracijski laboratorij za termodinamično temperaturo, relativno vlago, po SIST ISO/IEC 17025 kot preskuševalni laboratorij in po ISO 17043:2010 za izvajanje medlaboratorijskih primerjav. V podatkovni bazi BIMP KCDB (Bureau International des Poids et Mesures Key Comparison Database) je skupina vpisala nove kalibracijske zmožnosti CMC (Calibration and Measurement Capabilities), in sicer je na področju rosiščnih higrometrov najboljša med vsemi metrološkimi institucijami po svetu, na področju standardnih uporovnih termometrov pa med 10 najboljšimi laboratoriji sveta (podatki iz septembra 2014).
		ANG	Regular assessment by the Accreditation Services SA (Slovenian accreditation) and RvA (Dutch accreditation) ensures that the activities of the laboratory are accredited according to ISO / IEC 17025 as a calibration laboratory of thermodynamic temperature and relative humidity, according to ISO / IEC 17025 as a testing laboratory and ISO 17043:2010 for interlaboratory comparisons. In BIMP KCDB (Bureau International des Poids et Mesures Key Comparison Database) the group included its new CMC (Calibration and Measurement Capabilities) and is currently the most accurate metrological institution for the dew-point hygrometers in the world and one of the 10 best labs in the world in calibration of SPRTs at fixed points (September, 2014).
	Šifra		D.05 Akreditacija laboratorija
	Objavljeno v		www.rva.nl in www.gov.si/sa
	Tipologija		3.25 Druga izvedena dela
3.	COBISS ID		7738452 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uredništvo zbornika TEMPMEKO & ISHM 2010
		ANG	Editorial work on the TEMPMEKO & ISHM 2010 Proceedings
	Opis	SLO	Skupina je uredila zbornik v dveh zvezkih skoraj 400 referatov v okviru Skupne mednarodne konference o merjenju temperature, vlage, vlažnosti in termodinamičnih parametrov v industriji in znanosti TEMPMEKO & ISHM 2010).
		ANG	The group edited the book of abstract of two volumes for nearly 400 papers in the framework of the Joint International Conference on the measurement of temperature, moisture, humidity and thermophysical parameters in industry and science TEMPMEKO & ISHM 2010).
	Šifra		C.01 Uredništvo tujega/mednarodnega zbornika/knjige
	Objavljeno v		Faculty of Electrical Engineering, Laboratory of Meteorology and Quality; Book of abstracts; 2010; Vol. A; str. 78; Avtorji / Authors: Geršak Gregor, Bojkovski Jovan
	Tipologija		1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
4.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO	Podpredsednik EURAMET in soprijavitelj EU programa EMPIR
		ANG	Vicepresident of EURAMET and co-responsible person for EMPIR programme
	Opis	SLO	Podpredsednik evropskega združenja nacionalnih meroslovnih inštitutov EURAMET s sedežem v Braunschweigu, Nemčija (www.euramet.org) in eden od soprijaviteljev in soodgovorna oseba za izvedbo programa EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research) pri Evropski



		komisiji v okviru programa Horizon2020.	
	ANG	Vicepresident of European Association of National Metrology Institutes EURAMET, Braunschweig, Germany ( <a href="http://www.euramet.org">www.euramet.org</a> ) and one of the co-responsible persons for implementation of the programme EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research) of the European Commission in the framework of the program Horizon2020.	
	Šifra	D.03	Članstvo v tujih/mednarodnih odborih/komitejih
	Objavljeno v	<a href="http://www.euramet.org">www.euramet.org</a>	
	Tipologija	3.25 Druga izvedena dela	
5.	COBISS ID	10527828	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uredništvo mednarodne revije
		ANG	Editorial board of an international journal
	Opis	SLO	Dušan Agrež je bil urednik v posebni izdaji revije ACTA IMEKO ( <a href="http://acta.imeko.org/index.php/actaimeko/about/editorialTeam">http://acta.imeko.org/index.php/actaimeko/about/editorialTeam</a> ) s prispevki s svetovnega kongresa XX IMEKO v Busanu, J. Koreja : Ján Šaliga, Dušan Agrež, Introduction to the ACTA IMEKO issue dedicated to selected papers presented in TC4 at the 20th IMEKO World Congress, ACTA IMEKO, Vol 2, No 1 (2013)
		ANG	Dušan Agrež was editor of special issue of ACTA IMEKO ( <a href="http://acta.imeko.org/index.php/actaimeko/about/editorialTeam">http://acta.imeko.org/index.php/actaimeko/about/editorialTeam</a> ) dedicated to selected papers presented at XX. World Congress IMEKO in Busan, South Korea, ACTA IMEKO, Vol 2, No 1 (2013)
	Šifra	C.04	Uredništvo mednarodne revije
	Objavljeno v	International Measurement Confederation; Acta IMEKO; 2013; Vol. 2, no. 1; str. 3-4; Avtorji / Authors: Šaliga Ján, Agrež Dušan	
	Tipologija	1.20 Predgovor, spremna beseda	

## 8. Drugi pomembni rezultati programske skupine<sup>Z</sup>

programska oprema  
 BATAGELJ, Valentin, BOJKOVSKI, Jovan, DRNOVŠEK, Janko. AccuTCal 1.03.1. Ljubljana: Faculty of Electrical Engineering, Laboratory of Metrology and Quality, cop. 2010. [COBISS.SIID 8435284]  
 Licenca za uporabo programske opreme je bila prenešana na visokotehnoško kanadsko metrološko podjetje Measurements International. Programska oprema je bila nameščena tudi v najboljših metroloških institucijah sveta, v nemškem Physikalisch-Technische Bundesanstaltu in britanskem National Physical Laboratoryu.

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov programske skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Kot druge znanstvene discipline se mora tudi metrologija kot samostojna znanstvena disciplina razvijati v svojih temeljnih konceptih, kot so merljivost pojavov, analiza merilnih rezultatov itd, in nova dognanja eksperimentalno potrjevati. Na področju mednarodnega sistema enot SI, metrologije fizikalnih veličin, konkretno definicije, realizacije, diseminacije in vzdrževanja, je razvoj metrologije ključen za potrjevanje novih znanstvenih dognanj na vseh področjih raziskav, hkrati pa vse bolj točna in sledljiva merjenja predstavljajo predpogoj za tehnološki razvoj. Razvoj metrologije kot samostojne, horizontalne znanstvene discipline je tako neposredno povezan z razvojem praktično vseh drugih znanstvenih disciplin, ki jih je potrebno tudi eksperimentalno potrjevati. Treba se je zavedati da rezultati ne glede na znanstveno

področje, ki jih pridobimo z večjim številom eksperimentov, niso zanesljivi, če niso opremljeni s podatki o merilni negotovosti.

Na konkretnih področjih raziskovalnega programa je pomen za znanost na področju modeliranja toplotnih procesov v povezavi parametrov teoretičnega modela z neposrednimi, precizijskimi merjenji v primarnem temperaturnem laboratoriju. Kar v nadaljevanju omogoča razvoj novih pristopov na področju kontaktne termometrije, npr. novih celic s fiksnimi temperaturnimi točkami, kompleksnih temperaturnih medijev (peči in kopeli). Na področju brezkontaktna termometrije je bistven prispevek znanosti vezan na izboljšanje absolutne točnosti meritev s pomočjo termografskih kamer, predvsem zaradi upoštevanja dejanske merilne zmogljivosti posameznih senzorjev v detektorju kamere. Razširitev področja generiranja vlažnosti pri danih negotovostih realizacije predstavlja vrh evropske metrološke piramide. Posebno pomembne so raziskave merjenja površinske vlage in homogenosti vlažnosti v materialih. Električna merjenja in procesiranje signalov predstavljajo nove koncepte pri analogno digitalnih pretvorbah, kar pomeni mnogo večje hitrosti vzorčenja in procesiranja izmerjenih signalov ter ekstrakcije informacijske vsebine. Tudi na specialnem področju merjenja biomedicinskih signalov s poudarkom na kontaktnih in brezkontaktnih fizioloških merjenjih ter obdelavi surovih podatkov senzorjev termovizijskih kamer, so uporabljena dognanja in novi principi podatkovnega rudarjenja z vključevanjem fizioloških in psiholoških parametrov kot vplivnih veličin pri analizi merilnih rezultatov. Na področju preskušanja je najpomembnejši doprinos vpeljava znanstvenega pristopa potrjevanja pravilnosti izvedenih preskusov in uporabljenih preskusnih metod v preskušanje varnosti električnih aparatov.

ANG

Like other scientific disciplines, also metrology as an independent scientific discipline must develop its basic concepts such as measurability of phenomena, analysis of measurement results, etc and experimentally verify new findings. In the field of international system of units SI, metrology of physical quantities, definitions, realizations, dissemination and maintenance are the main issues. Development of metrology is therefore crucial for validation of new scientific findings in all research areas, while accurate and traceable measurements represent the basis for development of technology. Development of metrology as an independent, horizontal scientific discipline is directly related with development of other scientific disciplines, which all need experimental validation. It has to be realized that results regardless the scientific discipline, based on large number of experiments are not reliable, if they are not accompanied with the measurement uncertainty.

Within the research programme modelling of thermal processes in direct relation of parameters of a theoretical model with direct, highly precise measurements in temperature primary laboratory is of scientific importance. This enables future development of temperature fixed points, complex temperature media (baths and furnaces) and establishes possibility of evaluation of used chemical materials based on electrical measurements, which represent a new approach in the field of contact thermometry. In the field of non-contact thermometry the main contribution to the science is improvement of absolute accuracy of measurements with thermal imagers, where actual performance of sensors in the imager detector is encountered. Widening of the scope in humidity generation at given uncertainties of realization represents the highest accuracy in the European metrology hierarchy. In this way our research programme contributes to determination of the reference value on the European as well as on the worldwide level. Electrical measurements and signal processing represent new concepts in analogue-digital transformation, which enables faster sampling and processing of measured signals and information datamining. Also in the special field of measuring biomedical signals with emphasis on psychophysiological measurements and evaluation of raw data of sensors in thermal imagers similar findings and new principles of datamining are applied, with inclusion of other physiological and psychophysical parameters as influential parameters in analysis of measured results. In the field of testing of safety of electrical appliances the most important contribution is introduction of a scientific approach for confirmation of correctness of testing and applied test methods.

## 9.2.Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Neposredni pomen za družbo  
Metrologija ali veda o merjenjih je generična znanost. Zato je prisotna na mnogih področjih

znanosti in družbe ter tako izredno pomembna za ekonomski razvoj države. Slovenska izvozno naravnana proizvodnja potrebuje za izdelavo konkurenčnih proizvodov zanesljivo ugotavljanje skladnosti z mednarodnimi standardi na osnovi evropskih direktiv. Merilno-preskusna problematika na ta način predstavlja velik delež v dodani končni vrednosti proizvoda, zato je prenos znanja v mnoge proizvodne organizacije ključnega pomena. Tehnološki razvoj družbe temelji tudi na metrologiji kot infrastrukturni dejavnosti v smislu sledljivih meritev pri nadzoru in vodenju vseh tehnoloških procesov slovenske industrije. Temperaturna kontaktna in brezkontaktna merjenja, merjenja vlage, električnih veličin in procesiranje signalov so ključni elementi tako pri vodenju kot pri razvoju novih tehnoloških procesov. Delo programske skupine, ki je eden nosilcev meroslovne infrastrukture v državi, je tako neposredno družbeno-ekonomsko pomembno za Slovenijo in njene državljane. Skupina je nosilec primarnega etalona za termodinamično temperaturo in vlago. Primarni etalon je izbran ali vsesplošno priznan kot etalon z najvišjo meroslovno kakovostjo in predstavlja vrh metrološke infrastrukture v državi. Zato ima izreden pomen na različnih družbeno-ekonomskih področjih. Posredno preko posredniških etalonov nudi referenčno vrednost za merilnike različnih fizikalnih veličin v najrazličnejših panogah gospodarstva, preko tega pa tudi posredno vpliva na stabilnost proizvodnih procesov, ki so vitalnega pomena za slovensko družbo. Varnost električnih proizvodov ima velik pomen za vsako državo. Da pa se lahko zagotovi varnost, je potrebna infrastruktura, ki to omogoča. V tej infrastrukturi so nepogrešljivi ustrezno pripravljene standardizirani postopki. Uporabnost standardiziranih postopkov je velika le, če jih družba razume na enak način. Raziskave programske skupine na tem področju bodo doprinesle k ustreznem poenotenju razumevanja in pravilni uporabi dokumentov in postopkov. Zaradi pomanjkanja klasičnih energetske virov je v sodobni družbi vse pomembnejša energetska učinkovitost stavb. Osnovni način za določanje učinkovitosti vključuje meritve s pomočjo termografskih kamer. Kalibracijski postopki in problemi osnovne sledljivosti teh kamer še niso splošno sprejeti ali standardizirani, kar je področje, s katerim se intenzivno ukvarjajo člani programske skupine. Na področju osnovnih meritev v medicini in posledično splošnega povečanja kakovosti življenja je delo programske skupine usmerjeno predvsem na psihofiziološka merjenja v povezavi s sledljivostjo merilnih instrumentov in standardizacijo merilnih metod.

#### Posredni pomen za družbo

Programska skupina v okviru Univerze v Ljubljani, Fakultete za elektrotehniko poleg študijske smeri Tehnične kakovosti na Fakulteti za elektrotehniko vodi tudi vrsto univerzitetnih, visokošolskih in podiplomskih študijskih predmetov s področja merilne tehnike in merilne instrumentacije, merilnih sistemov, standardizacije in zagotavljanja kakovosti. Kot podpora slovenski industriji programska skupina redno organizira različne študijske seminarje in praktične delavnice s področja metrologije in kakovosti, na katerih izobražuje in prenaša aktualno uporabno znanje. Člani programske skupine aktivno sodelujejo v standardizacijskih tehničnih komitejih in tako doprinašajo k sprejemu standardov, ki izboljšujejo kakovost življenja v sodobni družbi. Odprtost skupine v tujino se izkazuje z njenim tesnim sodelovanjem s tujimi nacionalnimi meroslovnimi institucijami in univerzami, hkrati pa so člani programske skupine vidni in aktivni udeleženci pomembnih evropskih in mednarodnih meroslovnih organizacij (BIPM, IMEKO, EURAMET, OIML).

ANG

#### Direct importance of the programme

Metrology, science of measurement, is a generic scientific discipline. It is, therefore, present in many fields of science and of society and very important for economy development of the country. For production of quality products the Slovenian export oriented industry needs dependable conformity assessments according to international standards and based on EU directives. Thus the metrology and testing component represent a large portion of added value of the product. Knowledge transfer into many companies is therefore essential. Technological development of Slovenian society is based also on metrology as an infrastructure activity in the form of traceable measurements controlling technological processes in industry. Contact and non-contact temperature measurements, measurements of humidity, electrical quantities and signal processing are some of the key elements in controlling and development of new technological processes. The work of the programme group, being one of the holders of metrology infrastructure in our country, is social-economically directly relevant for Slovenia and Slovenian citizens. The group is holder of primary standard for thermodynamic temperature and

humidity. A primary standard is chosen or universally acknowledged as a standard with the highest metrology quality, representing the peak of the metrology infrastructure in a country and is therefore of a great importance for various social-economical domains. It ensures reference values for measuring devices in different branches of economy directly through transfer standards. Safety of electric appliances is of great importance for the citizens. To ensure this, an infrastructure using adequately prepared and uniformly understood standardised procedures, is needed. Planned research of the group in this field is focusing on gaining new knowledge in uniform comprehension and correct usage of the relevant documents. Due to insufficiency of classical energy sources, energy efficiency of buildings is gaining on importance in our society. The basic energy efficiency determination involves thermographic camera measurements. At the moment there is no consensus on calibration procedures and problems of traceability of these cameras. Therefore it is an important field of research of the programme group. In the field of improvement of basic measurements in medicine and consecutively quality of life measures, the group is focused on metrological characterisation of psychophysiological instrumentation in terms of traceability of measuring devices and standardisation of measurement methods.

Indirect importance of the programme

Programme group leads and coordinates a graduate study programme of Quality Engineering in the scope of University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering and lectures a number of graduate, university and postgraduate courses from various fields of measuring techniques, measuring instrumentation, measuring systems, standardisation and quality assurance. As a form of the group's knowledge transfer to industry, different study seminars and hands-on workshops in the field of metrology and quality are organised as a support for Slovenian industry and various public sectors. Members of the programme group are active in a number of standardisation technical committees and thus contribute to standards improving quality of life in modern society. Intensive cooperation with number of international metrology laboratories reflects good connection of the programme with developments in the world. The group cooperates with foreign national metrology institutions and universities. Its members are active and relevant participants in important European and international metrology organisations (BIPM, IMEKO, EURAMET, OIML).

## 10. Zaključena mentorstva članov programske skupine pri vzgoji kadrov v obdobju 1.1.2009-31.12.2014<sup>11</sup>

### 10.1. Diplome<sup>12</sup>

vrsta usposabljanja	število diplom
bolonjski program - I. stopnja	11
bolonjski program - II. stopnja	0
univerzitetni (stari) program	60

### 10.2. Magisterij znanosti in doktorat znanosti<sup>13</sup>

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
20188	Gaber Begeš	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
15918	Tanasko Tasić	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
27515	Tadej Podgornik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31981	Vincencij Žužek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30686	Andraž Miklavc	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
0	Igor Pfundner	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Valentin Peternel	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Aleksander Premuš	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

0	Martina Ribič	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Goran Grgić	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	
0	Tomaž Lušin	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	

Legenda:

**Mag.** - Znanstveni magisterij**Dr.** - Doktorat znanosti**MR** - mladi raziskovalec**11. Pretok mladih raziskovalcev – zaposlitev po zaključenem usposabljanju<sup>14</sup>**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	Zaposlitev	
27515	Tadej Podgornik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	
31981	Vincencij Žužek	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A - raziskovalni zavodi	
30686	Andraž Miklavec	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C - Gospodarstvo	

Legenda zaposlitev:

**A** - visokošolski in javni raziskovalni zavodi**B** - gospodarstvo**C** - javna uprava**D** - družbene dejavnosti**E** - tujina**F** - drugo**12. Vključenost raziskovalcev iz podjetij in gostovanje raziskovalcev, podoktorandov ter študentov iz tujine, daljše od enega meseca, v obdobju 1.1.2009-31.12.2014**

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Sodelovanje v programski skupini	Število mesecev	
0	Vladan Stepanović	B - uveljavljeni raziskovalec	1	
0	Tanja Vukićević	B - uveljavljeni raziskovalec	1	

Legenda sodelovanja v programski skupini:

**A** - raziskovalec/strokovnjak iz podjetja**B** - uveljavljeni raziskovalec iz tujine**C** - študent - doktorand iz tujine**D** - podoktorand iz tujine**13. Vključevanje v raziskovalne programe Evropske unije in v druge mednarodne raziskovalne in razvojne programe ter drugo mednarodno sodelovanje v obdobju 1.1.2009-31.12.2014<sup>15</sup>**

SLO

**EU projekti:**

iMERA (16220), koordinator: Janko Drnovšek

MINET (043927), koordinator: Gregor Geršak

CARDS 2006, koordinator: Janko Drnovšek

TAIEX (KOS 15704), koordinator: Janko Drnovšek

EuropeAid/126524/C/SER/ME ( 07ME1.11.01), koordinator: Janko Drnovšek

IPA EuropeAid/129224/C/SER/MK, koordinator: Janko Drnovšek

METEOMET (EMRP A169/ENV07), koordinator: Domen Hudoklin

NOTED (EMRP/SIB10 20122015), koordinator: Jovan Bojkovski

METEFNET (EMRP/SIB64), koordinator: Domen Hudoklin

METEOMET2 (EMRP A169/ENV58), koordinator: Gaber Begeš

**Znanstveno-raziskovalni projekti Evropskega združenja nacionalnih meroslovnih institucij Euramet:**

Projekt	Leto	Naslov	Koordinator
1352	2015	Comparison of the realisations of the relative humidity in the range from 10% to 95% at temperatures from -40 °C to 20 °C	Jovan Bojkovski
1318	2014	EURAMET.T-K9 Regional key comparison: ITS-90 SPRT Calibration from the Ar TP to the Zn FP	Jovan Bojkovski
1335	2014	Bilateral comparison of radiation thermometers	Igor Pušnik
1268	2013	Comparison of the calibration of thermocouples in fixed points and/or by comparison from 419,527 °C (freezing point of zinc) up to 1492 °C (Pd-C eutectic fixed point)	Jovan Bojkovski
1251	2012	Comparison of the calibration of standard platinum resistance thermometers in the range -80 °C to 300 °C by comparison	Jovan Bojkovski
1249	2012	Comparison of the calibration of liquid in glass thermometers in the range -30 °C to 150 °C	Jovan Bojkovski
1236	2011	Comparison of the realisations of the ITS-90 over the range of 234.3156 K to 692.677 K	Jovan Bojkovski
1193	2011	Intercomparison of calibration of Au-Pt and Pt/Rh thermocouples at fixed points in the range from triple point of water up to copper fixed-point	Jovan Bojkovski
1167	2010	Comparison of the realisations of the ITS-90 over the range of 83.8058 K to 692.677 K	Jovan Bojkovski
1127	2009	Bilateral comparison of triple point of mercury and melting point of gallium	Jovan Bojkovski
1114	2009	Bilateral comparison of freezing point of aluminium	Jovan Bojkovski

**14. Vključenost v projekte za uporabnike, ki so v obdobju trajanja raziskovalnega programa (1.1.2009–31.12.2014) potekali izven financiranja ARRS<sup>16</sup>**

SLO

Vključenost v industrijske projekte in projekte za druge naročnike in državno upravo (koordinator projektov Igor Pušnik):

- Zavod RS za transfuzijsko medicino (preverjanje sledljivosti naprav za globoko zamrzovanje in monitoring skladiščenja krvnih produktov), Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano RS Slovenije, Nacionalni Inštitut za javno zdravje RS (ovrednotenje klimatskih komor, kopeli, sušilnikov in termostatov v akreditiranih laboratorijih), ERICo Inštitut za ekološke raziskave, Regionalni tehnološki center Zasavje, Zavod za gradbeništvo, Nuklearna elektrarna Krško, Kemijski inštitut, Krka, Lek, Gorenje, Revoz, Petrol, Hidria, Mahle Letrika, Kolektor, IMP Klima, Cinkarna Celje, Delamaris, Iskraemeco, IRMA, IMT, itd)
- Državna uprava (Ministrstvo RS za gospodarstvo, Urad RS za meroslovje, Ministrstvo RS za visoko šolstvo in znanost, Ministrstvo za gospodarstvo, Tržni inšpektorat Republike Slovenije, Agencija RS za okolje)

Vključenost v zagotavljanje sledljivosti, umerjanje referenčnih termometrov in fiksnih celic v Azarbejdžanu, Hrvaški, Bosni in Hercegovini, Srbiji, Makedoniji, Črni gore in Kosovu, na Nizozemskem, v Italiji, Arabskih Emiratih, Južnoafriški republiki in Izraelu (koordinator Jovan Bojkovski)

Sodelovanje z industrijskimi partnerji Fluke, Measurement International, Isotech, Clinical Dynamics, Anton Paar and Hart Scientific (koordinator: Janko Drnovšek).

**15. Ocena tehnološke zrelosti rezultatov raziskovalnega programa in možnosti za njihovo implementacijo v praksi (točka ni namenjena raziskovalnim programom s področij humanističnih ved)<sup>17</sup>**

SLO

Neposredni in posredni rezultati dela programske skupine med letoma 2009 in 2014 so povezani z vrsto produktov in storitev, uporabljenih v praksi.

Na področju storitev je skupina pripravila nekaj shem medlaboratorijskih primerjav, za to pridobila akreditacijo po EN ISO/IEC 17043:2010 ter pridobila mednarodne projekte za izvedbo te sheme na področju zahodnega Balkana in Turčije. Dejavnost sodi med izrazito nišne laboratorijske aktivnosti, saj je le malo število evropskih laboratorijev akreditiranih za

navedeno dejavnost. V sklopu razvoja avtomatiziranih meritev je skupina izdelala specializiran programski paket za avtomatizacijo merilnih uporovnih mostičev vodilnega svetovnega kanadskega proizvajalca Measurement International, kjer je bila licenčna kompenzirana z v naprej odkupljenimi programskimi paketi. Poleg tega je skupina razvila programsko kalibracijsko opremo za dva izmed najboljših svetovnih meroslovnih laboratorijev (Physikalisch-Technische Bundesanstalt v Berlinu in National Physical Laboratory v Londonu). Razvita oprema omogoča boljši vpogled v dejansko dogajanje med realizacijo temperaturnih fiksnih točk in optimizacijo umerjanja standardnih uporovnih platinastih termometrov. Razvita in s slovenskim patentom zaščitena je bila specialna kopel za umerjanje kontaktnih termometrov in ušesnih termometrov, ki združuje možnosti uporabe kot temperaturna kalibracijska kopel in kot preskusna kopel v skladu z zahtevami EU standardov za preskušanje medicinskih instrumentov/termometrov. Slovenski proizvajalec laboratorijske opreme jo uspešno prodaja. Med najzahtevnejšimi kupci je bil južnokorejski nacionalni meroslovni inštitut, ki so ga člani skupine tudi obiskali ob priložnosti sodelovanja na meroslovni konferenci IMEKO septembra 2012 v Južni Koreji. Rezultat skupine je tudi velika kalibracijska kopel za umerjanje termovizijskih kamer ki je novost v svetu na področju kalibracij termografskih kamer, saj omogoča kalibracijo celotnega polja in je nujna na področju točnih merjenj energetske učinkovitosti. Na področju storitev podjetjem in ustanovam je skupina nudila ekspertizo in izkušnje pri najrazličnejših oblikah merjenja električnih in magnetnih veličin, temperature in relativne vlage, tlaka, ovrednotenja biomedicinskih naprav in fizioloških meritev v Sloveniji, Hrvaški, Bosni in Hercegovini, Srbiji, Makedoniji, Črni gori, na Kosovem, na Nizozemskem, v Italiji, Združenih Arabskih Emiratih, Južnoafriški republiki in Izraelu, vedno s spremljajočo metrološko ekspertizo, kot ključnim elementom prenosa znanja. V okviru razvoja na področju invazivnega in neinvazivnega krvnega tlaka so bila dognanja prenesena v klinično prakso, hkrati pa so bile ugotovitve s področja vpliva dinamike na merilne rezultate v medicinski instrumentaciji prenesene in uporabljene tudi na področje meteorologije oziroma merjenja klimatskih sprememb.

**16. Ocenite, ali bi doseženi rezultati v okviru programa lahko vodili do ustanovitve spin-off podjetja, kolikšen finančni vložek bi zahteval ta korak ter kakšno infrastrukturo in opremo bi potrebovali**

možnost ustanovitve spin-off podjetja	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
potrebni finančni vložek	EUR
ocena potrebne infrastrukture in opreme <sup>18</sup>	

**17. Izjemni dosežek v letu 2014<sup>19</sup>**

**17.1. Izjemni znanstveni dosežek**

Tip dosežka: Izvirni znanstveni članek  
 Naslov dosežka: Neparometrično določanje amplitudnega razmerja sinusnih signalov s skupno frekvenco  
 Vsebina: V članku je prikazan način zmanjšanja sistematičnega pogreška neparometričnega vrednotenja razmerja dveh amplitud. Pogrešek iztekanja je učinkovito zmanjšan z enokoračno večtočkovno interpolacijo diskretne Fourierjeve transformacije v kvocientu amplitud signalov z isto frekvenco zajetih na dveh merilnih kanalih. Analiziran je tako sistematični pogrešek vrednotenja amplitudnega razmerja kot naključni del pogreška pri spreminjanju reda oken Rife-Vincent in oken MSL (minimum side-lobe level windows). Pogreški vrednotenja so analizirani v razmerju do števila period signala v času merjenja.  
 Objavljeno v: Elsevier; Measurement; 2014; Vol. 55; str. 176-185; Impact Factor: 1.526; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; A': 1; WoS: IF, OA; Avtorji / Authors: Agrež Dušan, Lušin Tomaž

**17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek**

Tip dosežka: Organizator znanstvenega srečanja  
Naslov dosežka: Organizacija znanstvenega srečanja metrologije za meteorologijo in klimatske spremembe MMC2014  
Vsebina:  
Skupina je v letu 2014 organizirala mednarodno srečanje znanstvenikov, posvečeno tematiki znanstveno-raziskovalnega povezovanja meroslovja in meteorologije in klimatologije MMC 2014 (Metrology for Meteorology and Climate) na Brdu, septembra 2014. Srečanja so se udeležili raziskovalci iz vseh kontinentov. Več na <http://mmc-2014.org/>.

## 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 in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci raziskovalnega programa.

### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
matične RO (JRO in/ali RO s  
koncesijo):*

in

*vodja raziskovalnega programa:*

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za  
elektrotehniko

Janko Drnovšek

## ŽIG

Kraj in datum:

### Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/106

<sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega programa v slovenskem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11) in angleškem jeziku (največ 3.000 znakov vključno s presledki – približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, v katerem predstavite raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega programa in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. V primeru odobrenega povečanja obsega financiranja raziskovalnega programa v letu 2014 mora poročilo o realizaciji programa dela zajemati predložen program dela ob prijavi in predložen dopolnjen program dela v letu 2014. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa dela raziskovalnega programa, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega programa oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave programske skupine v zadnjem letu izvajanja raziskovalnega programa, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, navedite: "Ni bilo sprememb.". Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja programa 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>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke (največ pet), ki so nastali v okviru izvajanja raziskovalnega programa. Družbeno-ekonomski dosežek iz obdobja izvajanja programa 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 programa ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega programa iz obdobja izvajanja programa v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov vključno s presledki (približno 1/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

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

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov vključno s presledki (približno 2/3 strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Upoštevajo se le tiste diplome, magisteriji znanosti in doktorati znanosti (zaključene/i v obdobju 1.1.2009–31.12.2014), pri katerih so kot mentorji sodelovali člani programske skupine. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Vpišite število opravljenih diplom v času izvajanja raziskovalnega programa glede na vrsto usposabljanja. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Vpišite šifro raziskovalca in/ali ime in priimek osebe, ki je v času izvajanja raziskovalnega programa pridobila naziv magister znanosti in/ali doktor znanosti ter označite doseženo izobrazbo. V primeru, da se je oseba usposabljala po programu Mladi raziskovalci, označite "MR". [Nazaj](#)

<sup>14</sup> Za mlade raziskovalce, ki ste jih navedli v tabeli 11.2. točke (usposabljanje so uspešno zaključili v obdobju od 1.1.2009 do 31.12.2014), izberite oz. označite, kje so se zaposlili po zaključenem usposabljanju. [Nazaj](#)

<sup>15</sup> Navedite naslove projektov in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>16</sup> Navedite naslove projektov, ki ne sodijo v okvir financiranja ARRS (npr: industrijski projekti, projekti za druge naročnike, državno upravo, občine idr.) in ime člana programske skupine, ki je bil vodja/koordinator navedenega projekta. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>17</sup> Opišite možnosti za uporabo rezultatov v praksi. Opišite izdelke oziroma tehnologijo in potencialne trge oziroma tržne niše, v katere sodijo. Ocenite dodano vrednost izdelkov, katerih osnova je znanje, razvito v okviru programa oziroma dodano vrednost na zaposlenega, če jo je mogoče oceniti (npr. v primerih, ko je rezultat izboljšava obstoječih tehnologij oziroma izdelkov). Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>18</sup> Največ 1.000 znakov vključno s presledki (približno 1/6 strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

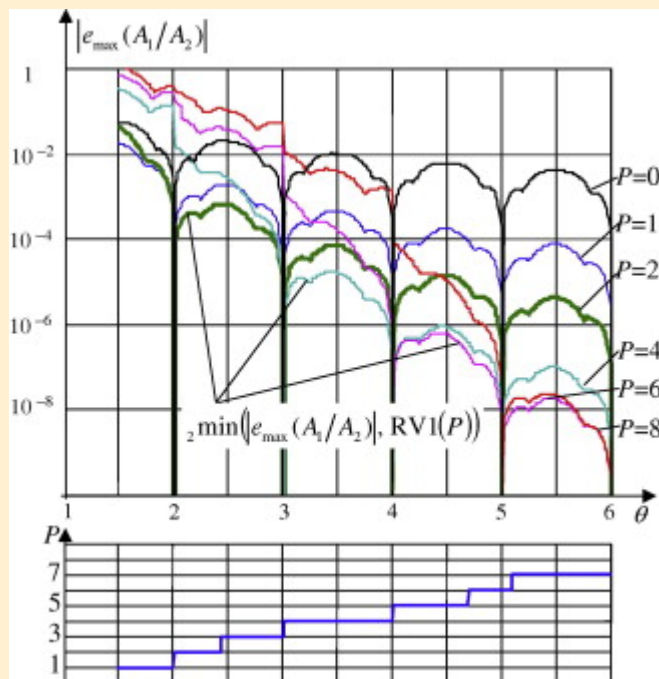
<sup>19</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega programa v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki, velikost pisave 11). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (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-RPROG-ZP/2015 v1.00b  
B1-77-01-D0-65-86-83-0D-97-E0-13-3E-45-60-DA-EA-5C-2D-AA-CB

## **Priloga 1**

Tip dosežka: Izvirni znanstveni članek

Naslov dosežka: Neparometrično določanje amplitudnega razmerja sinusnih signalov s skupno frekvenco



V članku je prikazan način zmanjšanja sistematičnega pogreška neparometričnega vrednotenja razmerja dveh amplitud. Pogrešek iztekanja je učinkovito zmanjšan z enokoračno večtočkovno interpolacijo diskretne Fourierjeve transformacije v kvocientu amplitud signalov z isto frekvenco zajetih na dveh merilnih kanalih..

Objavljeno v: Elsevier; Measurement; 2014; Vol. 55; str. 176-185; Impact Factor: 1.526; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.131; A': 1; WoS: IF, OA; Avtorji / Authors: Agrež Dušan, Lušin Tomaž

Tip dosežka: Organizator znanstvenega srečanja

Naslov dosežka: Organizacija znanstvenega srečanja metrologije za meteorologijo in klimatologijo MMC 2014



Vsebina: Skupina je v letu 2014 organizirala mednarodno srečanje znanstvenikov, posvečeno tematiki znanstveno-raziskovalnega povezovanja meroslovja in meteorologije in klimatologije MMC 2014 (Metrology for Meteorology and Climate) na Brdu, septembra 2014. Srečanja so se udeležili raziskovalci iz vseh kontinentov. Več na <http://mmc-2014.org/>.