

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/224



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J2-4266
Naslov projekta	THz slikanje
Vodja projekta	11035 Aleksander Zidanšek
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	7560
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	2338 Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	1446 GORENJE gospodinjski aparati, d.d. 2102 Zavod Mednarodni center za trajnostni razvoj
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.21 Tehnološko usmerjena fizika
Družbeno-ekonomski cilj	14. Obramba
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	2 Tehniške in tehnološke vede 2.11 Druge tehniške in tehnološke vede

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Razvoj terahercnih izvorov in detektorjev je v zadnjih dveh desetletjih močno napredoval in znatno prispeval k izboljšanju delovanja terahercne spektroskopije in slikanja v frekvenčnem območju med 0,1 THz in 15 THz. Iz tega razloga je namen predlaganega projekta razvoj »close to real-time« THz spektrometra in imagerja, ki zapolnjuje vrzel med IR in Ramanovo spektroskopijo na eni strani ter mikrovalovno spektroskopijo na drugi strani. Takšen tip spektrometra je potencialno uporaben za različne aplikacije na področju varnosti, farmacije,

medicine, na primer pri odkrivanju raka kože, in nedestruktivne karakterizacije materialov, na primer pri izdelavi fotovoltaiikov ali pri nadzoru kakovosti hrane.

Namen predlaganega projekta je razvoj novih metod, ki združujejo teraherčno spektroskopijo in teraherčno slikanje ter iskanje alternativnih rešitev za optimizacijo delovanja sistema. Poudarek v projektu je bil v doseganju naslednjih ciljev:

- 1) Izdelava in optimizacija sistema za teraherčno slikanje in spektroskopijo na podlagi elektronskih elementov, ki omogočajo hitrejši zajem slike.
- 2) Razvoj novih tehnik zajema podatkov z minimizacijo šuma in hitro prepoznavo nevarnih predmetov.
- 3) Možnost zlitja podatkov iz različnih senzorjev, kot je na primer georadar, NQR oz. Ramanova spektroskopija, za izboljšano prepoznavanje nevarnih predmetov.

Pri razvoju teraherčnih sistemov se srečujemo z nekaterimi omejitvami, ki so povezane z visokimi stroški nekaterih komponent, povečano absorpcijo teraherčnega valovanja v zraku pri visoki vsebnosti vlage, počasnim zajemom in obdelavo podatkov ter neenotno bazo spektrov različnih kemijskih snovi in materialov. Zaradi teh omejitev je uporaba teraherčnih sistemov večinoma mogoča samo v kontroliranih laboratorijskih pogojih ter na majhnih razdaljah. Za aplikacije kot je detekcija eksplozivov, narkotikov in drugih nevarnih snovi je bistveno doseči hitro spektroskopsko slikanje pri različnih frekvencah, ki deluje v realnih pogojih pri večji vlažnosti zraka in drugih motnjah iz okolice. Tekom izvajanja projekta smo omenjene prepreke uspešno premostili s pohitritvijo delovanja THz sistema, kjer smo izboljšali elektro-mehanske sklope ter nadgradili elektroniko zajema podatkov. Posledično smo dosegli večje razmerje signal/šum in povečali dinamični doseg detekcije. Uvedli smo tudi nov pristop pri interpretaciji polimorfizma nekaterih farmacevtskih učinkovin z združitvijo podatkov dobljenih iz meritev NQR, IR in THz spektroskopije. Na ta način smo omogočili zanesljivejšo identifikacijo različnih polimorfov, ki jih posamezna metoda ne razločuje dovolj prepričljivo. Predlagane raziskave in rezultati so bili objavljeni v znanstvenih revijah in predstavljeni na mednarodnih konferencah, kar kaže na originalen prispevek projekta k znanosti.

ANG

The development of terahertz sources and detectors in the last two decades has significantly contributed to improved performance of terahertz spectroscopy and imaging in the frequency range between 0.1 THz to 15 THz. For this reason, the purpose of the proposed project is the development of "close to real-time" THz spectrometer and imager that fills the gap between the IR and Raman spectroscopy, on the one hand, and microwave spectroscopy, on the other hand. This type of spectrometer is potentially useful for various applications in the fields of safety, pharmacy, medicine, for example, in the detection of skin cancer, and non-destructive characterization of materials, for example, in the manufacturing of photovoltaics or in the food quality control.

The purpose of the project is to develop new methods that combine terahertz spectroscopy and terahertz imaging and search for alternative solutions for optimisation of the system performance. The project was focused on the following objectives:

- 1) Design and optimisation of the terahertz imaging and spectroscopy system on the basis of electronic elements that enable faster imaging.
- 2) Development of new techniques of data collection to minimize noise and quickly identify dangerous objects.
- 3) The possibility of merging the data from various sensors, such as georadar, NQR or Raman spectroscopy for improved identification of dangerous objects.

Development of terahertz systems is restricted with high costs of some components, increased absorption of terahertz radiation in the air at high moisture content, slow capture and processing of data, and uneven base spectra of various chemical substances and materials. Because of these limitations, the use of terahertz systems is generally possible only in controlled laboratory conditions and in close proximity. Applications like the detection of explosives, narcotics and other dangerous substances require fast spectroscopic imaging at different frequencies and under real-world conditions exhibiting high humidity and presence of other disturbances from the environment. Over the course of the project we have successfully improved the speed of the THz system using improved electro-mechanical assemblies and

upgraded electronic data capture. As a result, we achieved a higher signal-noise ratio and increased the dynamic range of detection. We also introduced a new approach in interpretation of polymorphism of some pharmaceutical ingredients by combining the data obtained from measurements of NQR, IR and THz spectroscopy. In this way a more reliable identification of different polymorphs is possible than by using only one of these methods. The project results were published in scientific journals and presented at international conferences, which demonstrates the original contribution of the project to science.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

Bistveni cilji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu so bili doseženi.

Pri optimizaciji zmogljivosti sistema gleda na moč, pasovno širino in cenovno dostopnost smo ugotovili, da je najbolj optimalen elektrooptičen sistem z uporabo femtosekundnega laserskega izvora. Izkazalo se je, da imajo razpoložljive diode premajhno pasovno širino ter nizko izhodno moč pri frekvencah nad 1 THz, kaskadni laserji pa relativno slabo pokrivajo frekvenčno območje pod 3 THz. Nanotranzistorji so v zadnjem času precej napredovali in omogočajo detekcijo za slikanje pri sobni temperaturi pri nižjih frekvencah. V nadaljevanju raziskovalnega dela je bil obstoječi THz sistem nadgrajen s podaljšano zakasnilno linijo do dolžine 200 ps z možnostjo realno-časovnega zajemanja spektra v frekvenčnem območju od 1 THz do 6 THz. Slednjo smo v letu 2014 dodatno izboljšali z izdelavo simulacije pretoka elektromagnetnega polja in konstrukcijo mehanskih elementov za kompenzacijo vibracij pri premiku linije, kar je pripomoglo k zmanjšanju šuma zajetih podatkov in povečalo dinamični obseg meritev. Nova zakasnilna linija je tudi bistveno pohitрила zajem podatkov pri izdelavi spektroskopske THz slike, kjer smo dosegli več kot 20-kratno pohitritev in se približali »close to real-time« THz spektroskopiji. Za analizo materialov s spektroskopskim THz slikanjem je bil razvit kemometrični algoritem na osnovi PCA, ki prikaže porazdelitev kemijskih substanc v materialu. Tako optimiziran sistem za THz slikanje in spektroskopijo je bil preizkušen na vzorcih gradbenih materialov in simulantov eksplozivov in narkotikov. Na podlagi tega cilja je v zaključni fazi priprava doktorskega dela sodelujočega doktorskega študenta Uroša Puca. Rezultati raziskovalnega dela so podrobneje opisani v originalnem znanstvenem članku, ki je bil poslan v objavo v reviji Applied Optics, kjer se je izkazalo, da je spektralna identifikacija možna tudi v primeru zakrivanja simulantov z različnimi papirnati in tekstilnimi prepredami.

Pri zlivanju/fuziji podatkov teraherčnih in drugih senzorjev so bile proučene različne možnosti. Na primeru georadarskega slikanja se je izkazalo, da so velikosti opazovanih vzorcev tako različne, da metodi nista neposredno primerljivi, bili bi pa lahko potencialno združljivi pri terenskih aplikacijah. V ta namen smo sistematično proučili možnosti uporabe THz spektroskopije in slikanja na področju gradbenih in konstrukcijskih materialov, kjer se praviloma kot nedestruktivna metoda pogosto uporablja georadar. Rezultat tega raziskovalnega dela je bil pregledni članek objavljen v reviji Applied Spectroscopy Reviews. V okviru sinergije NQR in THz spektroskopije je bila v sodelovanju z IMFM pripravljena študija meritev polimorfizma piroksikama. Članek, kjer so zajeti rezultati teh meritev, je bil sprejet v objavo v reviji Journal of Pharmaceutical Sciences. Na področju infrardeče spektroskopije so bile meritve izvedene v sodelovanju s skupino prof. Gintarasa Valušisa iz Litve, pri katerem je gostoval doktorski študent Uroš Puc v Vilni, prof. Valušis pa je sprejel somentorstvo pri njegovi doktorski disertaciji. Pripravljena sta bila dva skupna članka s sodelavci iz Vilne, ki podrobneje opisujeta rezultate pridobljene z IR in THz spektroskopijo. Del rezultatov vsebuje članek z naslovom "Qualitative and quantitative analysis of calcium-based microfillers using terahertz spectroscopy and imaging" odposlan v revijo Talanta, drugi del pa članek z naslovom "Spectroscopic Analysis of Hormone-Based Pharmaceuticals in Terahertz Frequency Range", pripravljen za objavo v reviji Journal of Applied Physics. Na podlagi priporočil recenzentov je članek v tesnem sodelovanju s skupino iz Litve v procesu dopolnjevanja in bo zaključen v okviru doktorskega dela Uroša Puca. Prav tako so bili izmerjeni teraherčni spektri in slike izbranih gradbenih materialov. Rezultati so bili objavljeni v reviji Polymer Testing. Strukturna analiza polimernih pen za izolacijo omogoča proizvajalcem optimizacijo svojih izdelkov in proizvodnih procesov za aplikacije v gradbeništvu. Zato je dvo- in tridimenzionalna preiskava makro- in mikrostrukture teh materialov pomembna za določitev njihovih fizikalnih in mehanskih lastnosti. V tem prispevku so bili predstavljeni rezultati teraherčne spektroskopije v

časovni domeni in metode pulznega slikanja ter metode za analizo makroskopske strukture penastih polimerov, vključno z analizo praznin, vključkov in porazdelitve kroglic. Z merjenjem razlike med obliko teraherčnih valov in z izračunom spektroskopskih konstant analiziramo nekatere bistvene lastnosti materialov, kot so gostota pene in absorpcija infrardečih žarkov. Poleg tega smo pokazali, da imajo teraherčne tehnike več prednosti pred drugimi analitskimi tehnikami, zlasti kot neionizirajoča alternativa rentgenske tomografije in dopolnilna metoda slikanja k optični ali elektronski mikroskopiji omogoča kemijsko in strukturno karakterizacijo penastih polimerov. Poleg polimernih pen smo izmerili tudi nekaj drugih karakterističnih gradbenih materialov. Študija mikropolnil na osnovi kalcija s teraherčno spektroskopijo in slikanjem z naslovom "Qualitative and quantitative analysis of calcium-based microfillers using terahertz spectroscopy and imaging" je bila poslana v revijo Talanta.

Posebej je potrebno poudariti, da je raziskovalno delo na projektu poleg doseženih raziskovalnih ciljev in objav v revijah z A' in A'' prispevalo tudi h krepitvi mednarodnega sodelovanja, predvsem pri sodelovanju s skupino prof. Valušisa iz Litve. Pomemben prispevek h krepitvi mednarodnega sodelovanja je tudi sodelovanje doktorskega študenta Uroša Puca v NATO raziskovalno-tehnološki delovni skupini SET-193 s področja uporabe teraherčne tehnologije, kjer so vključeni vrhunski strokovnjaki s tega področja iz različnih NATO držav, kot na primer profesor Rene Beigang z Univerze Kaiserslautern v Nemčiji, prof. Janez Trontelj s Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani in prof. Sandra Biedron s Colorado State University, ZDA. Pri tem velja posebej poudariti, da je Uroš Puc na projektu deloval kot doktorski študent in je pri raziskovalnem delu hitro napredoval, tako da je poleg izpolnitve akademskih pogojev za zaključek doktorskega študija pridobil tudi veliko praktičnega znanja s področja teraherčne spektroskopije in slikanja. Tako se je lahko aktivno vključil v delo NATO delovne skupine SET-193. Projekt je torej poleg doseganja raziskovalnih ciljev prispeval tudi k mednarodnemu sodelovanju ter k vzgoji mladih raziskovalcev.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Program dela na raziskovalnem projektu je bil realiziran in bistveni zastavljeni raziskovalni cilji so bili doseženi. Sistem za teraherčno slikanje in spektroskopijo je bil optimiziran in preizkušen na vzorcih gradbenih materialov ter simulantov eksplozivov in narkotikov. Na podlagi tega raziskovalnega cilja je v zaključni fazi priprave še doktorsko delo sodelujočega doktorskega študenta Uroša Puca, pripravljen znanstveni članek z naslovom "Terahertz spectroscopic identification of explosive and drug simulants concealed by various hiding techniques" ki je bil v sodelovanju s prof. Valušisom iz Litve predložen za objavo v reviji Applied Optics. Cilj je torej bil v pretežni meri dosežen, kakovost izvedenega dela bo dodatno potrjena z zaključkom doktorske disertacije Uroša Puca in objavo v reviji Applied Optics.

Izboljšane tehnike zajema podatkov z metodami povečanja dinamičnega dosega detekcije so bile preizkušene na primerih izbranih simulantov eksplozivov in narkotikov, farmacevtskih učinkovin ter na primeru gradbenih materialov. Rezultati analize polimernih pen, so bili objavljeni v reviji Polymer Testing, ki je kot druga revija s področja uvrščena v skupino A". Rezultat je torej bil v celoti dosežen in potrjen z vrhunsko objavo.

Zlitje THz podatkov je bilo uspešno prikazano v kombinaciji z različnimi analiznimi tehnikami, kot sta NQR in IR spektroskopija. Iz tega naslova je bilo uspešno izvedenih več meritev, članek z rezultati NQR in THz spektroskopije je bil sprejet v objavo v reviji Journal of Pharmaceutical Sciences, tako da je tudi ta cilj bil dosežen in potrjen z objavo. Dodatno bo potrjen s skupno objavo s skupino prof. Valušisa na področju teraherčne in infrardeče spektroskopije, ki je bil oddan v revijo Talanta.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

V letu 2011 in 2012 je bilo potrebno okrepiti raziskovalno skupino zaradi nenadne in nepričakovane smrti akademika profesorja Roberta Blinca, ki je bil pobudnik področja THz spektroskopije in slikanja na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana. Prav tako je bil

pobudnik in vodilni raziskovalec predloženega projekta. Okrepitev projektne skupine je predlagal v juliju 2011, odobrena je bila z letom 2012. Z njegovo smrtjo je projekt utrpel močan udarec. Z velikim trudom sodelujočih raziskovalcev je uspelo projektni skupini izpolniti predlagani program dela in uresničiti zastavljene cilje do te mere, da je že v letu 2013 raziskovalna skupina objavila delo s področja THZ spektroskopije in slikanja v reviji Polymer Testing, ki je bila uvrščena v A".

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

		Znanstveni dosežek	
1.	COBISS ID	26612263	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Strukturna analiza izolirne polimerne pene s teraherčno spektroskopijo in slikanjem
		ANG	Structural analysis of insulating polymer foams with terahertz spectroscopy and imaging
	Opis	SLO	Strukturna analiza polimernih pen za izolacijo omogoča proizvajalcem optimizacijo svojih izdelkov in proizvodnih procesov za aplikacije v gradbeništvu. Zato je dvo- in tridimenzionalna preiskava makro- in mikrostrukture teh materialov pomembna za določitev njihovih fizikalnih in mehanskih lastnosti. V tem prispevku so predstavljeni rezultati teraherčne spektroskopije v časovni domeni in metode pulznega slikanja ter metode za analizo makroskopske strukture penastih polimerov, vključno z analizo praznin, vključkov in porazdelitve kroglic. Z merjenjem razlike med obliko teraherčnih valov in z izračunom spektroskopskih konstant analiziramo nekatere bistvene lastnosti materialov, kot so gostota pene in absorpcija infrardečih žarkov. Poleg tega smo pokazati, da imajo teraherčne tehnike več prednosti pred drugimi analitskimi tehnikami, zlasti kot neionizirajoča alternativa rentgenske tomografije in dopolnilna metoda slikanja k optični ali elektronski mikroskopiji omogoča kemijsko in strukturno karakterizacijo penastih polimerov.
		ANG	Structural analysis of polymer foams for insulation enables manufacturers and research facilities to optimise their products and production processes for applications such as building construction. Therefore, two- and three-dimensional investigation of the macro- and microstructure of these materials is important in order to characterize their physical and mechanical properties. In this paper, we present terahertz time-domain spectroscopy and pulsed imaging method to analyse the macroscopic structure of foamed polymers including analysis of voids, inclusions and bead distribution. By measuring the difference between the terahertz waveforms and by calculating the spectroscopic constants we analyse certain material characteristics such as foam density and infrared radiation absorption. Furthermore, we demonstrate that terahertz techniques have several advantages over other technologies, in particular as a non-ionizing alternative to X-ray tomography, and a complementary imaging method to optical or electron microscopy enabling chemical and structural characterization of foamed polymers.
	Objavljeno v	Applied Science Publishers Ltd; Polymer testing; 2013; Vol. 32, issue 4; str. 739-747; Impact Factor: 1.816; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.802; A": 1; A': 1; WoS: QF, UY; Avtorji / Authors: Abina Andreja, Puc Uroš, Jeglič Anton, Zidanšek Aleksander	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek		
2.	COBISS ID	28098599	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Aplikacije teraherčne spektroskopije na področju gradbeništvu in gradbenih materialov
			Applications of terahertz spectroscopy in the field of construction and

		ANG	building materials
	Opis	SLO	V zadnjih dveh desetletjih je hiter razvoj na področju teraherčnih (THz) tehnologij odprl nove možnosti za ustvarjanje inovativnih metod slikanja in zaznavanja sistemov. Gradbeni industrija pri aplikacijah THz tehnologije zaostaja za drugimi sektorji. Namen tega članka je pregled trenutnih aplikacij THz spektroskopije na področju raziskav in industrije, povezane z gradnjo in gradbenimi materiali, skupaj s ključnimi slabostmi tehnologije in priporočili za prihodnjo uporabo. Pokazano je bilo, da sta THz spektroskopija in slikanje obetavni metodi za karakterizacijo gradbenega materiala.
		ANG	In last two decades, rapid development in the field of terahertz (THz) technology has opened new possibilities for creating innovative imaging and sensing systems. Although the applications of THz technology in different sectors constantly increase, the construction industry lags behind them. The aim of this article is to review the current applications of THz spectroscopy in research and industry related to construction and building materials, along with the key drawbacks of technology and recommendations for future use. It was demonstrated that THz spectroscopy and imaging have promising potential and provide many opportunities for applications in construction and building materials characterization.
	Objavljeno v		M. Dekker; Applied spectroscopy reviews; 2015; Vol. 50, no. 4; str. 279-303; Impact Factor: 3.109; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.432; A': 1; WoS: OA, XQ; Avtorji / Authors: Abina Andreja, Puc Uroš, Jeglič Anton, Zidanšek Aleksander
	Tipologija		1.02 Pregledni znanstveni članek
3.	COBISS ID		27587623 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Teraherčna spektroskopija in slikanje penastih polimerov
		ANG	Terahertz spectroscopy and imaging of foamed polymers
	Opis	SLO	Postopek za ekstrakcijo spektroskopskih konstant iz THz spektroskopije in slikovnih podatkov je bil uveden in predstavljen za primer penastih polimerov.
		ANG	A procedure for extraction of spectroscopic constants from THz spectroscopy and imaging data was introduced and presented in the case of foamed polymers.
	Objavljeno v		International Thz Conference, September 9-10, 2013, Villach, Austria; 2013; Str. 111-117; Avtorji / Authors: Abina Andreja, Puc Uroš, Jeglič Anton, Zidanšek Aleksander
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID		25534759 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Dimenzijska analiza in skalno obnašanje smektičnih tekočih kristalov ograjenih v kontrolirano poroznih steklenih matrikah
		ANG	Dimensional crossover and scaling behavior of a smectic liquid crystal confined to controlled-pore glass matrices
	Opis	SLO	Strukturno in termodinamsko fazno obnašanje termotropičnih tekočih kristalov 12CB ograjenih v kontrolirano poroznih steklih (CPG) je bilo proučevano z visokoločljivo kalorimetrijo in z rentgenskim sipanjem pod majhnim kotom. Netretirane matrike CPG so imele tipične velikosti por v razponu od nanometra do mikrometra. Tudi v najmanjših porah je bil izotropno-smektičen (I-SmA) fazni prehod izrazit. Izmerjeno obnašanje je bilo teoretično pojasnjeno s skalno in dimenzijsko analizo v okviru Landau-Ginzburg-de Gennesovega mezoskopskega pristopa. Članek je delno navezan na projekt, saj tovrstni tekočekristalni vzorci predstavljajo

		uporaben modelni sistem za preizkušanje razvitih tehnik THz slikanja.	
	ANG	The structural and thermodynamic phase behavior of the thermotropic liquid crystal dodecylcyanobiphenyl (12CB) confined in controlled-pore glasses (CPGs) has been studied by means of high-resolution calorimetry and small-angle X-ray scattering. Non-treated CPG matrices have been used with a characteristic pore size R ranging from nanometre to micrometre scale. Even in the case of the strongest confinement the isotropic-to-smectic-A (I-SmA) transition was pronounced. The observed behavior is explained using scaling and dimensional analysis within the Landau-Ginzburg-de Gennes mesoscopic approach. This paper is partially related to the project, because these type of liquid crystalline samples represent a useful model system for testing the THz imaging techniques.	
	Objavljeno v	Royal Society of Chemistry; Soft matter; 2012; Vol. 8, issue 8; str. 2460-2470; Impact Factor: 3.909; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.685; A': 1; WoS: EI, PM, UI, UY; Avtorji / Authors: Kralj Samo, Cordoyiannis George, Jesenek Dalija, Zidanšek Aleksander, Lahajnar Gojmir, Novak Nikola, Amenitsch Heinz, Kutnjak Zdravko	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	25817127	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Spektroskopsko teraherčno slikanje z organskimi kristali DSTMS
		ANG	Spectroscopic THz imaging using organic DSTMS (4-N,N-dimethylamino-4'-N'-methyl-stilbazolium 2,4,6-trimethylbenzenesulfonate) crystals
	Opis	SLO	Prispevek prikazuje nekaj primerov meritev z lastnim teraherčnim sistemom ter potencialne možnosti za industrijske aplikacije
		ANG	This contribution presented examples of measurement results with THz system and potential industrial applications
	Objavljeno v	Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana; Zbornik; 2012; Str. 197-203; Avtorji / Authors: Abina Andreja, Puc Uroš, Heath David John, Puc Uroš, Zidanšek Aleksander	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	25594151	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Razstrelivu na sledi, oddaja o znanosti
		ANG	On the trail of explosives
	Opis	SLO	V oddaji na prvem programu nacionalne televizije je prof. Zidanšek predstavil nekatere teraherčne in georadarske tehnike za iskanje skritih eksplozivov.
		ANG	Prof. Zidanšek presented some THz and GPR techniques for search of hidden explosives for the channel TV SLO 1 of the national television.
	Šifra	F.35 Drugo	
	Objavljeno v	2012; Avtorji / Authors: Zidanšek Aleksander, Ponikvar Dušan, Apih Tomaž	
	Tipologija	3.11 Radijski ali TV dogodek	
2.	COBISS ID	20886280	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Naprava za določanje specifične toplotne prevodnosti trdnin s kontrolo temperature zraka na mejnih ploskvah

		ANG	Device for measuring the specific heat coefficient thermal conductivity with air temperature control at interfaces
Opis		SLO	Študent fizike Nejc Duh je pod somentorstvom prof. Zidanška in mentorstvom doc. dr. Repnika razvil in izdelal analitsko napravo za določanje specifične toplotne prevodnosti vzorcev trdnin do velikosti pol metra, kjer lahko vpliv konvekcije in sevanja minimiziramo. Merilnik je sestavljen iz dveh izoliranih zračnih komor, med kateri postavimo merjenec. Temperaturo zraka v posamezni komori reguliramo z bakrenim spiralnim grelnikom, skozi katerega teče voda. Specifično toplotno prevodnost določimo z meritvijo masnih pretokov vode, ki segreva zrak v komori z visoko temperaturo in ohlaja zrak v komori z nizko temperaturo, z meritvijo temperaturnih razlik pritekajoče in iztekajoče vode v obeh komorah ter temperaturne razlike med komorama.
		ANG	Physics student Nejc Duh under the co-supervision of Prof. Zidanšek and supervision of Assist. Prof. Dr. Repnik designed and manufactured a device, in which the impact of radiation and convection is negligible. The device consists of two separate air chambers with the test object between them. The temperatures of the chambers are regulated via water filled copper coils. Thermal conductivity is determined from the measured mass fluxes of water, difference between the temperature of water flowing into the chamber and water flowing out of the chamber and difference between the air temperature in chamber with high temperature and chamber with low temperature.
Šifra	D.10 Pedagoško delo		
Objavljeno v	[N. Duh]; 2014; III, 16 f.; Avtorji / Authors: Duh Nejc, mentor doc. dr. R. Repnik, somentor prof. dr. A. Zidanšek		
Tipologija	2.11 Diplomsko delo		
3.	COBISS ID		Vir: vpis v poročilo
Naslov		SLO	Mentorstvo pri doktorskem študiju
		ANG	Supervision for Doctoral students
Opis		SLO	Prof. Anton Jeglič je mentor doktorskega študentu Urošu Pucu, prof. Zidanšek je mentor doktorski študentki Andreji Abini s področja THz spektroskopije in slikanja, oba bosta predvidoma zaključila doktorski študij v letu 2015.
		ANG	Prof. Anton Jeglič is supervisor to doctoral student Uroš Puc and Prof. Zidanšek is supervisor to doctoral student Andreja Abina, both dissertations from the field of THz spectroscopy and imaging are expected to be defended in 2015.
Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom		
Objavljeno v	-		
Tipologija	4.00 Sekundarno avtorstvo		

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

Projektna skupina ima sprejet v objavo tudi članek Z. Lavrič, J. Pirnat, J. Lužnik, U. Puc, Z. Trontelj, S. Srčič: "14N Nuclear Quadrupole Resonance Study of Piroxicam: Confirmation of New Polymorphic Form V" v reviji Journal of Pharmaceutical Sciences. Novo polimorfno obliko kristalov piroksikama so odkrili na IMFM med pripravo kristaliničnih vzorcev piroksikama za analizo z 14N jedrsko kvadrupolno resonanco (NQR). Pri delu je sodeloval doktorski študent Uroš Puc v okviru primerjave eksperimentalnih THz in NQR rezultatov.

V sodelovanju s prof. Valušisom iz Vilniusa je projektna skupina pripravila tudi članek z

naslovom "Terahertz spectroscopic identification of explosive and drug simulants concealed by various hiding techniques" za objavo v reviji Applied Optics, v katerem so podrobno opisani rezultati THz spektroskopije in slikanja izbranih simulantov eksplozivov in narkotikov zakriti z različnimi plastmi papirja in tekstila. Članek z naslovom "Qualitative and quantitative analysis of calcium-based microfillers using terahertz spectroscopy and imaging" je bil poslan v revijo Talanta, članek z naslovom "Spectroscopic Analysis of Hormone-Based Pharmaceuticals in Terahertz Frequency Range" je pripravljen za objavo v reviji Journal of Applied Physics.

Poleg krepitve sodelovanja s skupino prof. Valušisa je v okviru projekta doktorski študent opravil pretežni del svojega raziskovalnega dela, kjer je kot somentor aktivno vključen prof. Valušis. Predložitev doktorske disertacije v postopek ocenjevanja je predvidena za prvo polovico leta 2015.

Prav tako so bili rezultati predstavljeni na številnih konferencah. Samo v zadnjem letu smo objavili tri prispevke, in sicer na konferenci SPIE: Terahertz physics, devices, and systems VIII : advanced applications in industry and defense, 6th International Workshop on Terahertz Technology and Applications, March 11th - 12th, 2014, Kaiserslautern (Germany) in 9. konferenci fizikov v osnovnih raziskavah, Škofja Loka.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti²

SLO

Bistven prispevek k razvoju znanosti je razvoj in optimizacija sistema za teraherčno slikanje in spektroskopijo ter preizkušanje sistema na vzorcih gradbenih materialov, farmacevtskih učinkovin ter simulantov eksplozivov in narkotikov. Pomemben rezultat je tudi spektroskopska identifikacija simulantov eksplozivov in narkotikov skritih za različnimi papirnatimi in tekstilnimi pregradami. Prav tako je bilo preizkušeno zlitje podatkov dobljenih iz različnih senzorjev. Na področju NQR in THz spektroskopije je bila v sodelovanju z IMFM izvedena meritev polimorfizma piroksikama, na področju IR spektroskopije pa so bile meritve izvedene v sodelovanju s skupino prof. Valušisa iz Litve. Na podlagi navedenih prispevkov k znanosti je v zaključni fazi priprava doktorske disertacije sodelujočega doktorskega študenta Uroša Puca.

Navedeni rezultati so bili objavljeni v člankih v revijah s faktorjem vpliva, od tega v eni reviji uvrščeni v skupino A", prav tako je bil sprejet v objavo članek v reviji Journal of Pharmaceutical Sciences, delo "Qualitative and quantitative analysis of calcium-based microfillers using terahertz spectroscopy and imaging" je bilo poslano v revijo Talanta, delo "Terahertz spectroscopic identification of explosive and drug simulants concealed by various hiding techniques" pa v objavo v reviji Applied Optics, pripravljeno je tudi delo "Spectroscopic Analysis of Hormone-Based Pharmaceuticals in Terahertz Frequency Range" za objavo v reviji Journal of Applied Physics.

ANG

Development and optimization of the terahertz imaging and spectroscopy system represents an original contribution to science. The system was tested with samples of building materials and simulants of explosives and narcotics. The measurement of simulants of explosives and narcotics hidden behind different layers of paper and textiles demonstrated that the spectral identification is possible even in case of obstruction of the observed substance. Data fusion with other sensors was also tested. In cooperation with IMFM, the NQR measurements of piroxicam were completed, and in cooperation with the group of Prof. Valušis from Lithuania infrared spectroscopy measurements were carried out. On the basis of these contributions to science, the doctoral dissertation of the participating doctoral student Uroš Puc is in the final stage of preparation.

These results were published in articles in journals with impact factor, of which one journal listed in A" group. Another article has been accepted for publication in Journal of Pharmaceutical Sciences, and further two manuscripts have been submitted for publication in journals with impact factor: "Qualitative and quantitative analysis of calcium-based microfillers using terahertz spectroscopy and imaging" was submitted to Talanta, "Terahertz spectroscopic

identification of explosive and drug simulants concealed by various hiding techniques" was submitted to Applied Optics. Another manuscript entitled "Spectroscopic Analysis of Hormone-Based Pharmaceuticals in Terahertz Frequency Range" was prepared for publication in Journal of Applied Physics.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

V okviru projekta se je okrepilo mednarodno raziskovalno sodelovanje, predvsem s skupino prof. Valušisa iz Vilnusa, prav tako tudi v okviru NATO skupine SET-193 s področja uporabe teraherčne tehnologije, v okviru katere je aktivno vključen doktorski študent Uroš Puc.

Projekt je prav tako prispeval k pedagoškemu delu, predvsem v okviru doktorskega študija Uroša Puca, ki ima že odobreno temo disertacije in je v zaključni fazi priprave disertacije. Prav tako je tudi prof. Zidanšek vključeval rezultate projekta v svoje pedagoško delo za študente na vseh treh stopnjah študija.

Razvite metode teraherčnega slikanja so potencialno uporabne tudi za aplikacije na področju odkrivanja skritih eksplozivov in narkotikov ter na področju analize gradbenih materialov, kar bi lahko prispevalo tudi h gospodarskemu razvoju.

ANG

The project has strengthened international research cooperation, especially with a group of prof. Valušis from Vilnius, as well as in the framework of the NATO SET-193 from the field of Terahertz technology, which actively involved doctoral student Uros Puc.

The project has also contributed to the pedagogical work, especially in the context of doctoral studies of Uros Puc, who already has the approved topic of the dissertation and is in the final stages of preparation of the dissertation. Also Prof. Zidanšek includes the results of the project in his pedagogical work for students at all three levels of study.

Developed terahertz imaging methods are potentially useful for applications in the field of detecting concealed explosives and narcotics and analysis in the field of building and construction materials, which could also contribute to the economic development.

10. 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	
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja
	Zastavljen cilj <input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanju naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

--

11. 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	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

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

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

	Sofinancer		
1.	Naziv		
	Naslov		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja	Šifra	
	1.		
	2.		

	3.		
	4.		
	5.		
	Komentar		
	Ocena		

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Izjemni znanstveni dosežek, objava v reviji Polymer Testing, ki je druga s področja in je uvrščena v skupino A", je bil dosežen in predstavljen v letu 2013.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Doktorski študent Uroš Puc, ki v okviru raziskovalnega dela na projektu zaključuje svojo disertacijo, je vključen v NATO raziskovalno-tehnološko delovno skupino SET-193 s področja uporabe teraherčne tehnologije z naslovom "THz technology for stand-off detection of explosives: from laboratory spectroscopy to detection in the field", kjer v sodelovanju z vrhunskimi raziskovalci s področja teraherčne spektroskopije iz ZDA, Nemčije, Kanade, Norveške, Poljske, Slovenije, Španije, Turčije in Velike Britanije razvijajo nove metode za aplikacijo teraherčne tehnologije na področju varnosti. V letu 2014 se je udeležil delovnega sestanka SET-193 v Nemčiji.

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:

Mednarodna podiplomska šola Jožefa
Stefana

Aleksander Zidanšek

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

16.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/224

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

² 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](#)

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

⁴ 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](#)

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ 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](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹¹ 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](#)

¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (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/2015 v1.00a
1A-D5-9B-F9-8F-52-78-01-36-24-85-85-6B-D4-07-4C-09-E2-25-9E

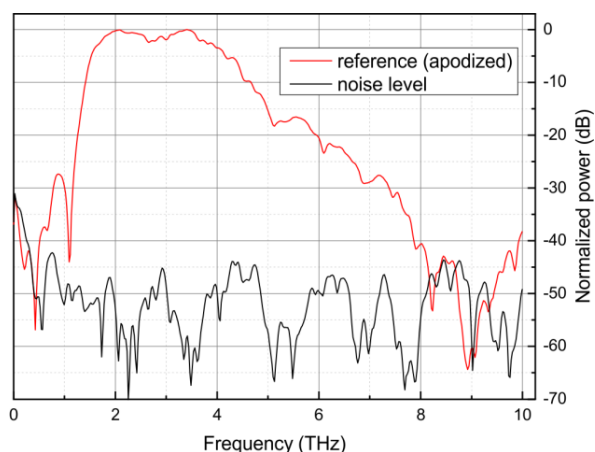
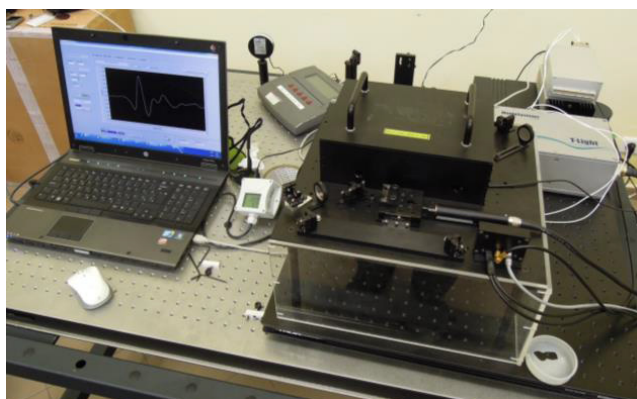
Priloga 1

TEHNIKA

Področje: 2.21 Tehnološko usmerjena fizika

Dosežek 1: Primerjava teraherčnih tehnologij za detekcijo in identifikacijo eksplozivov

Vir: BEIGANG, René, PUC, Uroš, SEŠEK, Aleksander, TRONTELJ, Janez, ŠVIGELJ, Andrej, et al. Comparison of terahertz technologies for detection and identification of explosives. V: ANWAR, Mehdi F. (ur.), CROWE, Thomas W. (ur.), MANZUR, Tariq (ur.). Terahertz physics, devices, and systems VIII : advanced applications in industry and defense, (Proceedings of SPIE, ISSN 0277-786X, vol. 9102). Bellingham: SPIE, cop. 2014, str. 1-10. [COBISS.SI-ID 28232487]



V sklopu NATO SET-193 skupine smo proučevali možnosti za spektroskopsko detekcijo in identifikacijo eksplozivov ter primerjali dobljene rezultate v kontroliranih pogojih z različnimi sistemi sodelujočih NATO raziskovalnih skupin. Vse spektroskopske teraherčne meritve so bile izvedene na vojaški akademiji v Varšavi, Poljska, kjer so bili prisotni vsi merilni sistemi. Rezultati meritev so bili objavljeni na SPIE konferenci, v pripravi pa je tudi članek, ki bo kot prvi predstavil tovrstne rezultate. Na podlagi dobljenih rezultatov, bomo v letu 2015 izvedli ponovno testiranje, slednje bo osredotočeno na realne razmere v realnem okolju ter detekcijo na daljavo. SET-193 ima izreden pomen za sodelujoče NATO partnerice, saj odpira nove možnosti za uporabo teraherčnih tehnologij v realnem okolju.