

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/246



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1.Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L2-2219
Naslov projekta	Vžig in ugasnitev obloka v plinskem odvodniku ob visoki prenapetosti
Vodja projekta	3066 Vincenc Nemanič
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4650
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	6399 ISKRA ZAŠČITE podjetje za izvajanje zaščit, inženiring in kooperacijo d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	2 TEHNIKA 2.03 Energetika 2.03.05 Sistemske raziskave
Družbeno-ekonomski cilj	06. Industrijska proizvodnja in tehnologija

2.Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	2.05
- Veda	2 Tehniške in tehnološke vede
- Področje	2.05 Materiali

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3.Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

Aplikativni raziskovalno razvojni projekt je imel cilj bolje razumeti nekatere nepojasnjene pojave in odpraviti preostale pomanjkljivosti novih tipov kompaktnih plinskih prenapetostnih odvodnikov. Kljub mnogim znanstvenim in strokovnim

člankom in opisom ostaja dolgoročna stabilnost delovanja resen problem tako klasičnih kot nove kompaktnejše generacije odvodnikov.

V sodelovanju z naročnikom smo se osredotočili na dva ključna problema:

Prvi problem je bil višja prebojna napetost v odvodnikih, izdelanih na industrijski način od tistih, izdelanih v laboratorijskih pogojih, pri isti geometriji in isti sestavi polnilnega plina. Študija problema smo se lotili z načrtovanjem in izvedbo izjemno natančne metode za določitev sestave plinov v izdelanem odvodniku. Naslednja faza pa je bila izdelati testne odvodnike z možnostjo nadzorovanega vpusta enega ali več izbranih plinov (poleg Ar še Ne in vodik), z možnostjo hladne zavaritve. Tudi tem smo z naknadno analizo lahko določili dejansko sestavo plina z masnim spektrometrom v poljubnem času in po daljšem testiranju. S tem smo lahko opazovali razliko med odvodniki, nadzorovano polnjenimi na IJS in odvodniki iz maloserijske proizvodnje v Iskri-Zaščite. Vzrok za razliko v sestavi plinov, ki se je nanašala vedno na presežek vodika v maloserijskih odvodnikih, smo odpravili, s čemer so lahko znatno povečali izkoristek proizvodnje.

Drugi problem je spontano dviganje prebojne napetosti v času pripravljenosti (stand by). Iskali smo fizikalni princip, ki naj bi pojasnil, kako deluje pomožna grafitna elektroda, ki je bila v literaturi opisana kot možen ukrep za stabilno delovanje odvodnika. Njen način vpliva na napetost ni bil nikoli pojasnjen. Študija smo se lotili na sledeč način: sprva smo izvedli meritev toka hladne emisije v VV na testnem odvodniku, v katerega lahko naknadno natočimo pline z znano sestavo. V VV nadaljevanju smo izmerili U-I diagram in ga ekstrapolirali v območje U, ko je tok v točki prebojne napetosti lahko odločilen za preboj. Izkazalo se je, da izjemno ostri robovi grafitne elektrode (grafeni debeline nekaj atomskih plasti) delujejo kot vir elektronov, ki pod vplivom pozitivne napetosti izstopajo proti kovinski anodi. Pri obratni polariteti elektronov ne zaznamo. S tem se je nakazala verjetno prva in doslej neobjavljena uporaba grafenov v konkretni elektronski napravi.

Sistematično testiranje lastnosti sestavnih delov odvodnikov, njihove optimalne priprave oz. proizvodnje se je izkazalo za nujne postopke, ki ob boljšem razumevanju procesov med prebojem omogočijo nadzor prebojne napetosti v proizvodnji. Za doseg teh ciljev smo razvili novo metodo za natančno analizo sestave plina v odvodniku, vpeljali smo sistematično testiranje prebojne napetosti odvodnikov v trajanju več mesecev, ki edine dajo statistične podatke o vplivu neke spremembe.

ANG

The main target of present R&D project was to understand some basic problems arising in the operations of gas-discharge tube (GDT) surge protectors. They are known for many decades as passive units used in low-voltage telecom networks for protection of electrical components from transient over-voltages (discharging) such as lightning. Unreliability of the mean turn-on direct current (DC) breakdown voltage and the run-to-run variability has been overcome successfully in the past by adding, for example, a radioactive source inside the tube. Radioisotopes provide a constant low level of free electrons which trigger the breakdown. In the last decades any concept using environmentally harmful compounds is not acceptable anymore and new solutions were searched.

Besides partially known correlations between electrode shape and gas composition and its working pressure, we focused on the pre-breakdown phase, i.e. the initial phase of the arc. During the first year of the project, we specified two basic problems arising with the GDT evaluations which had to be analyzed in details and could be somehow correlated.

The first problem was a discrepancy between breakdown voltage in laboratory GDT samples where a very precise gas mixture dosing enable reproducibly achieving stable operation of the breakdown voltage. The situation was not the same when samples were

produced in an oven in a small pilot plant where previously optimized gas mixture (Ar, Ne, and hydrogen) was leaked into the vacuum furnace at high temperature. To resolve the problem, we had to construct a special press where the investigated GDT could be punctured and gases were expanded into high vacuum and subsequently analyzed by the quadrupole mass spectrometer. A systematic work enabled following the importance of particular gas or another change of geometry on GDT performance measured over several weeks and months.

The second problem was related to basic instability over time which was supposed to be caused by phenomena on electrodes or even in the gas phase. This type of instability is manifested in a slow drift of breakdown voltage with time which causes unwanted and lower protection of the device. In our application, a cold field electron emitter source is used as the trigger for the gas discharge. The patent literature describes in details the implementation of the so-called trigger wires (auxiliary electrodes) made of graphite, placed in between the two main electrodes, but no physical explanation has been given yet. We presented our experimental results which showed that stable cold field electron emission current in the high vacuum range originating from the nano-structured edge of the graphite layer is well correlated to the stable breakdown voltage of the GDT surge protector filled with a mixture of clean gases.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

Za določitev vloge plinov v izbranem odvodniku smo bili primorani razviti metodo analize plina po nekem času delovanja, za kar smo skonstruirali in testirali stiskalnico, ki je z mehom povezana na UVV sistem. Po predhodnem črpanju se del sistema, v katerem je odvodnik, segreje, ohladi in tik pred stiskanjem odvodnika zapre z ventilom. S stiskalnico deformiramo odvodnik in določimo nastali tlak, nakar lahko del plina uporabimo za analizo z masnim spektrometrom. Metoda se je izkazala za izjemno zanesljivo in je v uporabi za kontrolo testnih domačih ali komercialnih tujih odvodnikov. Z njo smo sistematsko spremljali sestavo plina v odvodnikih, pri kateri se je javljalo odstopanje od pričakovane prebojne napetosti. V procesu proizvodnje se tik pred lotanjem v vakuumsko peč vpusti mešanica plina, Ar, Ne in vodik. Obstajal je pomislek, da sestava v odvodniku na sobni temperaturi ni več ista. Pogosto smo zaznali dvig prebojne napetosti nad pričakovano vrednost. To bi lahko pojasnili s povečanim deležem vodika, ki ima na Paschenovi krivulji najbolj strmo odvisnost napetosti od produkta $d \cdot p$. Izkazalo se je, da je določitev deleža vodika v odvodniku z masnim spektrometrom dosti zahtevnejša kot se zdi na prvi pogled. Našli smo namreč le dve omembi pojava, da je ob prisotnosti argona v mešanici z vodikom občutljivost spektrometra različna kot pa za oba čista plina. Eden od člankov trdi, da je občutljivost za vodik večja, drugi pa, da je manjša.

V nadaljevanju smo skušali razumeti vzroke za neponovljivost statične prebojne napetosti v odvisnosti od časa med ponovljenimi meritvami, ki so bile sestavljene iz ure mirovanja in treh testov v ~ 2 minutah. Problem nenadzorovanega dviga napetosti je znan desetletja pod imenom »the dark effect«. Pojav je bil pri 90 mbar v naših odvodnikih opažen pri vseh treh plinih. Ob preverjanju s predpisano nizko hitrostjo dviga napetosti je tako prva prebojna napetost po 1 uri znatno višja kot vsaka naslednja napetost, izmerjena v 1 do 2 minutah po prvem preboju. Daljše mirovanje, ~ 20 h in ~ 100 h pa prinese še večje razlike. Menjava plina, (ki naj bi odnesla vse vzbujene in nerekombinirane fragmente), tik pred testom ali takoj po njem, je ovrгла domnevo, da je za dvig napetosti odgovoren vzbujen

plin. Verjetneje je, da je za dvig napetosti odgovorna neka počasna reakcija na elektrodah. Sprva so ta problem reševali z dodajanjem radioaktivnih substanc, kar pa je že dolgo prepovedano. V patentni literaturi je možno grafitne oznake na notranji strani izolatorja zaslediti od leta 1971, in prvi je patent US 3588576 z navedbo, da to med ostalim povzroči konstantno prebojno napetost; razlaga delovanja pa ni pojasnjena v detajlih niti v mnogih kasnejših patentih.

V naših raziskavah smo se problema, ki naj bi pojasnil, kako deluje pomožna grafitna elektroda lotili na sledeč način: sprva izvedemo meritev toka hladne emisije v VV na testnem odvodniku, v katerega lahko naknadno natočimo pline z znano sestavo. V VV smo izmerili tako $U-I$ diagram in ga ekstrapolirali v območje U , ko je ta tok lahko odločilen za preboj.

Smer sistematičnega testiranja lastnosti odvodnikov s smerjo optimalne priprave oz. proizvodnje odvodnikov nakazuje, da je mogoče raztros prebojnih napetosti v proizvodnji znižati na sprejemljiv nivo. Izkazalo se je, da trenutno samo tehnologija z metalizirano keramiko lahko omogoča nadzor vseh parametrov. V predhodnem modelu odvodnikov s steklenim izolatorjem se na temperaturi zataljevanja lahko sprostijo iz stekla neželeni plini, ki slabšajo lastnosti odvodnikov na nepredvidljiv način.

V raziskavah smo lahko nekaj prej nepoznanih procesov opazili s tem, da smo izdelali testne odvodnike z možnostjo nadzorovanega vpusta enega ali več izbranih plinov (poleg Ar še Ne in H_2), z možnostjo hladne zavaritve z naknadno analizo sestave plina z masnim spektrometrom. S tem smo lahko opazovali razliko med odvodniki, nadzorovano polnjenimi na IJS in odvodniki iz maloserijske proizvodnje v Iskri-Zaščite. Iz razlik smo s sistematičnim delom rekonstruirali vzroke, ki so jih povzročali, in upam, da smo s tem prispevali, da novi odvodniki izpolnjujejo visoke zahteve trga.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Iz zgornjega opisa in izjave s strani naročnika lahko povzamemo, da so bili projektni cilji doseženi v celoti. V času izvajanja so se določene aktivnosti izkazale za bolj relevantne kot druge, a smo skupaj z naročnikom našli kompromise, ki so pripeljali tako do novih temeljnjih spoznaj kot tudi do uporabne vrednosti za naročnika.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

V času izvajanja projekta so bile vse spremembe glede prioritet aktivnosti dogovorjene skladno z naročnikom in niso vplivale na sam potek raziskav.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	25752615	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Izboljšanje stabilnosti prebojne napetost v pinskem odvodniku z uporabo grafinih hladnih emiterjev
		ANG	Breakdown voltage reliability improvement in gas-discharge tube surge protectors employing graphite field emitters
			Plinski prenapetostni odvodniki so že desetletja uporabljeni pasivni

	Opis	SLO	elementi, ki zaščitijo elektronske naprave pred preboji strele in drugim prenapetostmi. Odkar so radiativne substance kot dodatek v odvodnikih prepovedane, so stabilnost točkepreboja reševali na različne načine. V Paschenovi empirični formuli ni člena, ki bi poleg razmika med elektrodama opisoval prispevek površine (mikrostrukture) elektrod in morebitni vpliv preboja na naslednji preboj. Ravno to je, izgleda, bistvena neznanka, ki prinaša nestanovitnost prebojne napetosti. Ta je ena ključnih karakteristik odvodnika, ki jo uporabnik lahko testira. Čeravno ta test ni odločilen, saj je odvodnik pri udaru s hitrejšim pulzom lahko povsem zanesljiv, je prebojno napetost pač treba držati znotraj toleranc, ne glede na predzgodovino. V članku smo pokazali, da je grafitna sled, ki je nanesena na keramiko, ki izolira elektrodi, ključnega pomena, da ostaja prebojna napetost stabilna ne glede na čas mirovanja. Vzrok tiči v izjemno tankih robovih lističev grafita, ki ob dvigu napetosti nad neko mejo emitirajo elektrone, ki so ob preboju odločilni za tvorbo oblika oz preboja.
		ANG	Gas-discharge tube (GDT) surge protectors are known for many decades as passive units used in low-voltage telecom networks for protection of electrical components from transient over-voltages (discharging) such as lightning. Unreliability of the mean turn-on direct current (DC) breakdown voltage and the run-to-run variability has been overcome successfully in the past by adding, for example, a radioactive source inside the tube. Radioisotopes provide a constant low level of free electrons which trigger the breakdown. In the last decades any concept using environmentally harmful compounds is not acceptable anymore and new solutions were searched. In our application, a cold field electron emitter source is used as the trigger for the gas discharge but with no activating compound on the two main electrodes. The patent literature describes in details the implementation of the so-called trigger wires (auxiliary electrodes) made of graphite, placed in between the two main electrodes, but no physical explanation has been given yet. We present experimental results which show that stable cold field electron emission current in the high vacuum range originating from the nano-structured edge of the graphite layer is well correlated to the stable breakdown voltage of the GDT surge protector filled with a mixture of clean gases.
	Objavljeno v	American Institute of Physics.; Journal of applied physics; 2012; Vol. 111, no. 8; str. 083301-1-083301-6; Impact Factor: 2.168; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.516; WoS: UB; Avtorji / Authors: Žumer Marko, Zajec Bojan, Rozman Robert, Nemanič Vincenc	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID		
	Naslov	SLO	
		ANG	
	Opis	SLO	
		ANG	
	Šifra		
	Objavljeno v		
	Tipologija		

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

Projektna skupina je metodo določevanja sestave plinskih zmesi z masnim spektrometrom razvila do stopnje, ki je bila sprejemljiva za samostojno vajo Praktikum 4 na študente 4. letnika študija fizike. Prof. dr. Peter Križan je vajo uvrstil na spisek, ki ga uporabijo študentje za prijavo na vajo, nakar se študentje dogovorijo za datum. Doslej jo je opravilo okoli 10 študentov.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Med rezultati, ki so omogočili razumeti nekatere ključne procese v plinskem prenapetostnem odvodniku, smemo omeniti doslej neobjavljeno povezavo med hladno emisijo iz roba nekaj nanometrov debelih ploščic grafita in posledično stabilno točko preboja odvodnika. Elektroni tik pred dejanskim prebojem ionizirajo prvih nekaj ionov, ki so odgovorni za preboj. V času, ko so bile radioaktivne snovi v odvodnikih še dovoljene, so ione vzbujaali delci alfa. Da je to torej prva potrditev komercialne uporabe grafenov je izjavil sicer neimenovan recenzent ugledne revije Journal of Applied Physics.

ANG

Among results which enabled understanding some key phenomena of gas surge arresters during the surge we need to emphasize a crucial role of a few nm thick graphite platelets, (named graphenes when they are composed of a single layer of C atoms) which emit maybe only a few tens of electrons which trigger first ions responsible that the breakdown voltage is constant with time. Formerly, when radioactive additives were tolerated in these devices, alpha particles had the same role. It seems that this statement of first application of graphenes in any electric device was confirmed by one of referees of Journal of Applied Physics where a paper with our main results was published.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Menimo, da je bil projekt za naročnika Iskra Zaščite z izrazito izvozno naravnostjo pomemben, saj bi brez znanja skupine na IJS, to je brez dolgoletnih izkušenj na področju hladne emisije elektronov in brez natančnih analiz plinskih zmesi v vakuumu ne prišli do tako izjemnih rezultatov v tako kratkem času. S tem novim komplementarnim znanjem bo možno tržiti izdelke na svetovnem trgu tudi v bodoče.

ANG

We think that the present project is an important complementary part of knowledge needed for Iskra Zaščite as they are mainly export oriented producer of electronic components. The group at JSI is well experienced in electron field emission experiments as well as in gas composition determination in sealed vacuum devices.

11. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.11	Razvoj nove storitve	

	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

Projekt je zaradi specifičnosti zahteval izjemno sistematično delo na velikem številu testnih vzorcev, na katerih se prispevkov posameznega detajla ni dalo pripisati zgolj njemu. Že takoj na začetku smo morali razviti protokol, ki ga v treh letih zaradi primerjave rezultatov nismo smeli spreminjati. Rezultati teh raziskav so še neobjavljeni, a so sprejeti v tisk v mednarodnih revijah.

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☐	☒	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☒	☐	☐	☐	
G.01.03.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	☐	☐	☐	☒	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	☐	☐	☐	☒	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	☐	☐	☒	☐	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	☐	☐	☐	☒	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	☐	☐	☐	☒	
G.02.07.	Večji delež izvoza	☐	☐	☐	☒	
G.02.08.	Povečanje dobička	☐	☐	☒	☐	
G.02.09.	Nova delovna mesta	☐	☐	☒	☐	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	☐	☐	☒	☐	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	☐	☐	☒	☐	
G.02.12.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	☐	☐	☐	☒	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	☐	☐	☒	☐	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	☐	☐	☐	☒	
G.03.04.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	☐	☒	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	☐	☒	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	☒	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	☒	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	☒	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:	☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
		☐	☐	☐	☒	

G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura					
G.07.02.	Prometna infrastruktura					
G.07.03.	Energetska infrastruktura					
G.07.04.	Drugo:					
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

--

13.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

	Sofinancer		
1.	Naziv	Iskra Zaščite d.o.o.,	
	Naslov	Stegne 35, 1521 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		54.696,31 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		25 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	ŽUMER, M, ZAJEC, B, ROZMAN, R, NEMANIČ, V, Breakdown voltage reliability improvement in gas-discharge tube surge protectors employing graphite field emitters. J. Appl. Phys., 2012, 111, no. 8,	A.01
	2.	NEMANIČ, Vincenc, ŽUMER, Marko, ZAJEC, Bojan, ROZMAN, Robert. Determination of gas composition in gas surge arrestors. Bled, April 10-13, 2012. 2012, str. 30. [COBISS.SI-ID 25909031]	B.03
	3.	ZAJEC, B, NEMANIČ, V, ŽUMER, M, ROZMAN, R. Quantification of hydrogen in a mixture with noble gases. Workshop on Measurement Characteristics, Bled, April 10-13, 2012, [COBISS.SI-ID 25908775]	B.03
	4.	BIZJAK, M, BRECELJ, F, JELIČ, N, NEMANIČ, V, PIRIH, A, PREGELJ, A, ROZMAN, R, ŠTAGOJ, A, ZAJEC, B, BIZJAK, (ur.). Plinski odvodnik za zaščito pred prenapetostjo pri udarih strele. Ljubljana:	A.03
	5.	Razikave omogočajo izdelavo nove generacije plinskih odvodnikov in jih umestiti v ozko tržno nišo na svetovnem trgu.	F.09
	Komentar		
	Ocena	Ocenjujemo, da je projekt privedel tako do novih znanstvenih spoznanj o delovanju plinskih prenapetostnih odvodnikov kot tudi do uporabnih rezultatov, ki omogočajo doseganje in kontrolo kvalitete nove generacije kompaktnih odvodnikov.	

14.Izjemni dosežek v letu 2012¹³

14.1. Izjemni znanstveni dosežek

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

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:

Institut "Jožef Stefan"

Vincenc Nemanič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

12.3.2013

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/246

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

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

³ 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](#)

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

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

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

⁹ 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](#)

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

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² 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](#)

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

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

DE-F2-E5-88-44-C2-2C-A2-A3-4B-3E-26-CE-4C-4B-B0-14-36-97-BE