

Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/62



## 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>	P1-0031
<b>Naslov programa</b>	Astrofizika osnovnih delcev Astroparticle physics
<b>Vodja programa</b>	8308 Danilo Zavrtanik
<b>Obseg raziskovalnih ur (vključno s povečanjem financiranja v letu 2014)</b>	25490
<b>Cenovni razred</b>	
<b>Trajanje programa</b>	01.2009 - 12.2014
<b>Izvajalci raziskovalnega programa (javne raziskovalne organizacije - JRO in/ali RO s koncesijo)</b>	1540 Univerza v Novi Gorici 106 Institut "Jožef Stefan"
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	1 NARAVOSLOVJE 1.02 Fizika
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	1 Naravoslovne vede 1.03 Fizika

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROGRAMA

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

SLO

Raziskovalni program je bil usmerjen v študij pojavov na ekstremnih energijskih skalah v naravi. Njegov glavni cilj je bil raziskave kozmičnih žarkov ekstremnih energij (UHECR).

Raziskovalne dejavnosti so potekale v okviru dela mednarodnih znanstvenih kolaboracij Pierre Auger, CTA, NA61/SHINE in Belle2.

Raziskave UHECR so primarno potekale skozi udeležbo v mednarodni kolaboraciji Pierre Auger. Ugotovitve kolaboracije, kot so n.pr. primer močno pojemanje fluksa kozmičnih žarkov pri energijah nad 55 EeV, anizotropija vpadnih smeri UHECR ter zgornje meje za vrednosti fluksov fotonov in nevtrinov ekstremnih energij, so prispevale k bistvenemu napredku znanja na področju raziskav kozmičnih žarkov z energijami nad 1 EeV. Nezadostno poznavanje hadronskih interakcij je bila ključna omejitev pri modeliranju atmosferskih plazov, zato smo izvedli dodatne z detektorjem NA61/SHINE na pospeševalniku SPS v CERNu in z njimi povezane simulacije, ki so relevantne za boljšo interpretacijo meritev observatorija P. Auger. Odprta ključna odprta vprašanja, kot so n.pr. delčna sestava fluksa UHECR in identiteta njihovih izvorov bomo reševali z obsežno nadgradnjo observatorija, ki se bo začela leta 2016 in bo omogočala izboljšane meritve vsebnosti mionov v atmosferskih plazovih in s tem identifikacijo primarnih UHECR.

Raziskave UHECR smo dopolnili z udeležbo v mednarodnem konzorciju Cherenkov Telescope Array (CTA) za detekcijo kozmičnih gama žarkov zelo visokih energij (VHE). Fotoni s temi energijami naj bi nastajali kot sekundarni produkt pospeševanja UHECR ter pri njihovih neelastičnih interakcijah s snovjo med razširjanjem po vesolju. V nasprotju z nabitimi kozmičnimi žarki, galaktična in medgalaktična magnetna polja na gama žarke ne vplivajo, kar nam omogoča njihovo sledenje do mesta nastanka. V obdobju izvajanja programa je bil observatorij CTA v fazi načrtovanja. Že začetne raziskave, ki jih načrtujemo na delno dograjenem observatoriju konec leta 2016, bodo omogočile bistven napredek pri študiju izvorov VHE gama žarkov, mehanizmov pospeševanja in njihove interakcije z medzvezdno snovjo ter lastnosti in raznolikost pospeševanja delcev s črnimi luknjami.

Fizikalne analize meritev observatorija Pierre Auger smo povezali s teoretskimi obravnavami kvantne gravitacije, s poudarkom na matematičnem opisu končne faze izhlapevanja črnih lukenj, ki je za teoretsko obravnavo najbolj zahtevna zaradi efektov močne ukrivljenosti prostora-časa. Druga komplementarna aktivnost je bila udeležba v kolaboraciji Belle, jer smo se v času trajanja programa osredotočali na študij interakcij elektronov in pozitronov pri energijah resonanc  $Y(1S)$ - $Y(5S)$ . Sodelovali smo tudi pri ustanovitvi nove mednarodne kolaboracije Belle2, ki bo začela z meritvami leta 2016. Njen osnovni cilj je izvedba preciznih meritev parametrov Standardnega modela, identifikacija odstopanj in s tem odkritje vplive nove fizike.

ANG

The research conducted within Astroparticle physics program in the period 2009-2014 was oriented towards the studies of physics processes at extreme energy and dimension scales in nature. It was based on our involvement in international scientific collaborations Pierre Auger, CTA, NA61/SHINE in Belle2. Our main goal was the investigation of the properties and origins of cosmic rays with extreme energies (UHECR).

UHECR research pursued within the Pierre Auger Collaboration has led to major breakthroughs, such as the evidence of a strong suppression of the UHECR flux above 55 EeV, anisotropy of their arrival directions, and tight limits on the UHE photon and neutrino fluxes. Limited understanding of hadronic interactions at these energies was the key limiting factor in the simulation of atmospheric showers. To overcome it, we performed a series of measurements at the NA61/SHINE experiment in CERN and corresponding simulations, relevant for better interpretation of P. Auger results. Major open questions that remain, such as particle composition of the UHECR flux and the identity of their sources, will be studied in detail in the scope of the upgrade of the Pierre Auger observatory, starting in 2016. Upgraded surface detector array will provide information on muon contents of the extensive air showers, which will facilitate identification of the primary UHECR.

Our involvement in the Cherenkov Telescope Array (CTA) Consortium, oriented towards the detection of very high energy (VHE) gamma-rays, is the long-term continuation of UHECR studies. Gamma-rays that are produced as secondaries in the UHECR acceleration and in the inelastic interactions during their propagation are not affected by interstellar magnetic fields,

therefore, CTA data can be used to trace back to the location of UHECR sources. In the period 2009-2014, we were involved in the design of the CTA observatory. Scientific activities, scheduled to begin with partial array in late 2016, are expected to bring significant progress to the studies of cosmic ray sources, acceleration mechanisms, gamma-ray interactions with interstellar medium, as well as the nature and variety of black hole particle accelerators.

Physics goals pursued at the Pierre Auger observatory were supported and complemented by theoretical studies in quantum gravity, focusing on string theory, which is currently the most promising candidate for a unified quantum theory of particle physics and gravitational physics. Special attention was given to mathematical description of the last stages of black hole evaporation. Another complementary activity was pursued through our involvement in the Belle experiment, where we focused on the study of electron-positron interactions at  $Y(1S)$ - $Y(5S)$  resonance energies. We are taking part in the new international collaboration Belle2, expected to start with measurements in 2016. It was designed to probe for "new" physics with precision measurements of B meson decay properties.

### **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

Raziskave v okviru raziskovalnega programa se uvrščajo na področje astrofizike, fizike kozmičnih žarkov ter fizike osnovnih delcev in so bile v obdobju 2009-2014 tesno povezane z delom mednarodnih znanstvenih kolaboracij.

Največji del aktivnosti je potekal v okviru mednarodne kolaboracije Pierre Auger, ki raziskuje lastnosti kozmičnih žarkov ekstremnih energij (UHECR). Delci z energijami nad 10 EeV so v naravi redki, pa tudi njihov izvor je bil do sedaj popolnoma neznan. Zaznati jih je mogoče edino preko njihovih trkov z molekulami plina v atmosferi, rezultirajoči plazovi nabitih delcev pa imajo na površju lahko premer tudi več deset kilometrov. Programska skupina je udeležena pri meritvah, analizi podatkov ter njihovi fizikalni interpretaciji. Specifične analize, ki smo jih vodili oziroma bili vanje močno raziskovalno vpeti, zajemajo:

- Analizo anizotropije vpadnih smeri UHECR, vpliva galaktičnih magnetnih polj na ukrivljanje njihovih trajektorij ter njihove korelacije z znano porazdelitvijo snovi in astronomskih objektov. Raziskali smo možnosti za obstoj astronomije kozmičnih žarkov in možnosti, da so izvori UHECR bodisi center naše galaksije ali aktivna galaktična jedra.
- Raziskavo možnosti nastanka mikroskopskih črnih lukenj (MBH) pri interakcijah UHECR z atomskimi jedri plinov v ozračju. Če je fundamentalna energijska skala gravitacijske interakcije reda velikosti TeV, kar napovedujejo teorije z dodatnimi dimenzijami prostora-časa, bi morali trki med osnovnimi delci z majhnimi vpadnimi parametri pri takih (in višjih) težiščnih energijah zadostiti pogojem obročnega teorema in s tem pri trkih tvoriti tudi MBH. Proučili smo možnost detekcije in identifikacije razpadov MBH preko meritev lastnosti razsežnih atmosferskih plazov sekundarnih delcev.
- Analize lastnosti mionov v atmosferskih plazovih, ki jih meri observatorij P. Auger. Delež mionov v plazu kaže na identiteto primarnih UHECR, mioni pa lahko izvirajo tako iz hadronskih interakcij kot iz interakcij in razpadov pionov. Nezadostno poznavanje hadronskih interakcij je ključna omejitev pri modeliranju atmosferskih plazov, zato smo izvedli dodatne z detektorjem NA61/SHINE na pospeševalniku SPS v CERNu in z njimi povezane simulacije, ki so relevantne za boljšo interpretacijo meritev observatorija P. Auger. Analiza je neposredno povezana s predvideno nadgradnjo observatorija, ki predvideva določanje identitete UHECR preko identifikacije končnih produktov atmosferskega plazov z izboljšanimi talnimi detektorji.
- Analizo meritev nizko energijskih kozmičnih žarkov, ki jih PAO zbira od leta 2004. Eden izmed ciljev analize je študija možnosti detekcije izbruhov žarkov gama (GRB). V letu 2013 smo se posvetili upoštevanju popravkov zaradi atmosferskih pojavov (razelektritve, spreminjanje meteoroloških in okoljskih parametrov) in iskanju korelacij v meritvah PAO z meritvami drugih eksperimentov, n.pr. satelitskega eksperimenta Fermi LAT.

Na operativnem nivoju smo vodili tri ciljne skupine: za rekonstrukcijo dogodkov talnega

detektorja, za implementacijo in razvoj analiznih metod v okviru platforme OffLine in za vzdrževanje lidarskih postaj, ki zagotavljajo meteorološko-kalibracijsko interpretacijo izmerjenih podatkov fluorescenčnih detektorjev. Prispevali smo k razumevanju vpliva omejene natančnosti lokacij postaj talnega detektorja na nenatančnost rekonstruiranih fizikalnih količin, na podlagi katerih smo reprogramirali vse postaje talnega detektorja, za stare podatke pa smo razvili algoritem za njihovo korekcijo. Razvili instrumentacijo za hitro pregledovanje atmosfere in meritve vsebnosti vodne pare in jo implementirali v Sloveniji.

Fizikalne analize meritev observatorija Pierre Auger smo povezali s teoretskimi obravnavami kvantne gravitacije, s poudarkom na matematičnem opisu končne faze izhlapevanja črnih lukenj, ki je za teoretsko obravnavo najbolj zahtevna zaradi efektov močne ukrivljenosti prostora-časa. Razvili smo učinkoviti model za končno fazo izhlapevanja Schwarzschildove črne luknje, ki temelji na linearni masni Vaidya metriki. Ugotovili smo, da to po vsej verjetnosti poteka počasneje, kot to napoveduje Hawkingova enačba, končne stopnje izhlapevanja MBH pa se bodo razlikovale od splošno privzetih vrednosti za skale rahlo nad Planckovo skalo. Nadaljevali smo tudi z razvojem matričnega modela v teoriji strun za opis kozmoloških singularnosti in obravnavali možnosti, da lahko evolucija vesolja v matričnem modelu poteka skozi singularna področja.

Na področju fizike osnovnih delcev smo se v navezavi z raziskavami v okviru P. Auger ukvarjali s študijem partonskih pljuskov za potrebe eksperimentov na trkalniku LHC v CERNu. Z modeliranjem partonskih pljuskov do popravkov drugega reda v okviru kvantne kromodinamike smo prišli do teoretskih napovedi za procese hadronske produkcije, ki zajemajo par top-anti-top skupaj s tretjim masivnim objektom, n.pr. Higgsovim bozonom oziroma umeritvenima bozonom  $W$  in  $Z$ . Izračuni z generatorjem PowHel v povezavi z simulacijskima paketoma PYTHIA in HERWIG so najnatančnejši doslej in se uporabljajo kot standardne vrednosti v kolaboracijah ATLAS in CMS.

Del raziskovalnih aktivnosti programske skupine smo posvetili raziskavam v okviru kolaboracij Belle in Belle2 na trkalniku KEKB v Centru za fiziko visokih energij (KEK) na Japonskem. Kolaboracija Belle proučuje razlike v lastnostih delcev in anti-delcev, imenovanih mezoni  $B$  ter lastnosti njihovih razpadnih načinov, njen največji dosežek pa je eksperimentalna potrditev kršitve simetrije CP pri razpadih mezonov  $B$  in anti- $B$ , za teoretsko napoved katere je bila leta 2008 podeljena Nobelova nagrada za fiziko. V času trajanja programa smo se osredotočali na študij interakcij elektronov in pozitronov pri energijah resonanc  $Y(1S)$ - $Y(5S)$ . Sodelovali smo tudi pri ustanovitvi nove mednarodne kolaboracije Belle2, ki bo začela z meritvami leta 2016. Njen osnovni cilj je izvedba preciznih meritev parametrov Standardnega modela, identifikacija odstopanj in s tem odkritje vplive nove fizike. Naš glavni prispevek je bil k razvoju omrežja GRID.

V okviru raziskovalnega programa smo organizirali tudi mednarodni znanstveni konferenci Time and Matter 2010 v Budvi (Črna Gora) in Time and Matter 2013 v Benetkah (Italija).

Z dodatnimi sredstvi, ki smo jih v letu 2014 prejeli zaradi povečanja financiranja raziskovalnega programa (119 ur tipa E), smo razširili aktivnosti programske skupine na analizo meritev gama žarkov s satelitskim eksperimentom *Fermi Large Area Telescope*, kar je prispevalo k študiju možnosti detekcije gama žarkov visokih energij s sklopom talnih detektorjev observatorija P. Auger v t.i. "scaler" načinu delovanja. Poleg podpore observatoriju P. Auger smo se osredotočili tudi na študij narave rezidualne emisije gama žarkov v širšem območju galaktičnega centra. Naš glavni cilj je bil določitev morfologije in spektra te emisije ter realistična ocena sistematskih napak zaradi modeliranja emisije velikih razsežnosti, povezane z galaktično ravnino.

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

SLO

Programska skupina programa *PI-0031 Astrofizika osnovnih delcev* je v letih 2009-2014 uspešno realizirala vse zastavljene cilje.

V okviru kolaboracije Pierre Auger v Argentini smo intenzivirali aktivnosti povezane s fizikalnimi analizami meritev kozmičnih žarkov ekstremnih energij (UHECR), in sicer analize lastnosti tvorbe

in razpada mikroskopskih črnih lukenj pri interakcijah proton-zrak v zgornjih plasteh atmosfere, analize nizko-energijskih kozmičnih žarkov v t.i. "scaler načinu" merjenja, analize mionskih komponent atmosferskih plazov in analize vpliva galaktičnih magnetnih polj na trajektorije UHECR.

V prizadevanja programske skupine vključili tudi magistrske in doktorske študente. Interpretacije meritev Observatorija Pierre Auger na nivoju interakcij med osnovnimi delci (ali razpada mikroskopskih črnih lukenj) so izjemno težavne, saj ne poznamo podrobnosti mehanizmov hadronskih interakcij v plazovih sekundarnih nabitih delcev, ki jih primarne interakcije povzročajo, zato smo dodatne informacije o hadronskih interakcijah poiskali v meritvah eksperimentov CMS in ATLAS na velikem hadronskem trkalniku (LHC) in eksperimenta NA61/SHINE v Evropskem centru za fiziko osnovnih delcev (CERN) in z njimi povezanim fenomenološkem modeliranju partonskih pljuskov. Pri študiju nastanka in razpada mikroskopskih črnih lukenj z observatorijem Pierre Auger smo eksperimentalne analize teoretsko nadgradili z razvojem novih modelov izhlapevanja mikroskopskih črnih lukenj in jih uspešno implementirali v programska orodja za simulacijo in analizo atmosferskih plazov. Na operativnem nivoju smo uspešno skrbeli za nemoteno delovanje detektorskih sklopov observatorija Pierre Auger (predvsem za upravljanje lidarskih sistemov in sistema za rekonstrukcijo dogodkov talnega detektorja, kjer smo se osredotočili na zajemanje, analizo in interpretacijo podatkov), uspešno pa smo za eksperimenta Pierre Auger in Belle2 nadgradili tudi GRID vozlišče na Univerzi v Novi Gorici.

Vse navedene aktivnosti se izražajo v znanstvenih publikacijah skupine, ki so razvidne iz baze COBISS.

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

SLO

Vsebinskih sprememb raziskovalnega programa v obdobju izvajanja programa ni bilo.

Program se je izvajal na institucijah 1450 Univerza v Novi Gorici in 0106 Institut Jožef Stefan. Na Institutu Jožef Stefan do sprememb v programski skupini ni prišlo, na Univerzi v Novi Gorici pa je v času izvajanja prišlo do naslednjih rednih in izrednih sprememb:

2010

- skupino zapusti dr. Alexandre Creusot (menjava zaposlitve)

2011

- v skupino se vključi dr. Maria Vittoria Garzelli (računalniško in teoretsko modeliranje hadronskih interakcij)

2014

- skupino zapusti doc. dr. Darko Veberič (menjava zaposlitve)
- skupino zapusti doc. dr. Maria Vittoria Garzelli (menjava zaposlitve)
- skupino zapusti dr. Tingyao He (zaključek usposabljanja MR)
- skupino zapusti dr. Andreja Sušnik (zaključek usposabljanja MR)
- skupino zapusti prof. dr. Samo Stanič (prehod na program P1-0358)
- skupino zapusti Maruška Mole (MR, prehod na program P1-0358)
- v skupino se vključi dr. Sergey Vorobyev (kolaboraciji P. Auger in CTA)
- v skupino se vključi dr. Gabrijela Zaharijaš (kolaboraciji Fermi-LAT in CTA)
- v skupino se vključi dr. Lili Yang (kolaboraciji P. Auger in CTA)
- v skupino se vključi Gašper Kukec Mezek (MR, kolaboraciji P. Auger in CTA)

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

Znanstveni dosežek		
1.	1144059	Vir: COBISS.SI

	COBISS ID		
Naslov	SLO	Zgornja meja za delež fotonov v fluksu kozmičnih žarkov pri energijah EeV iz Observatorija Pierre Auger	
	ANG	Upper limit on the cosmic-ray photon fraction at EeV energies from the Pierre Auger Observatory	
Opis	SLO	V Observatoriju Pierre Auger smo z neposrednim opazovanjem vzdolžnega razvoja atmosferskih plazov, ki jih povzročajo kozmični žarki ekstremnih energij, določili zgornje meje za delež fotonov v fluksu kozmičnih žarkov. Rezultati dopolnjujejo prejšnje omejitve za t.i. top down modele in zmanjšujejo sistematske napake pri interpretacijah količin kot so fluks primarnih delcev, njihova delčna sestava in presek za interakcijo proton - zrak.	
	ANG	From direct observations of the longitudinal development of ultrahigh energy air showers performed with the Pierre Auger Observatory, upper limits of fraction of cosmic ray photons. The results complement previous constraints on top-down models from array data and they reduce systematic uncertainties in the interpretation of shower data in terms of primary flux, nuclear composition and proton air cross section.	
Objavljeno v		North-Holland; Astroparticle Physics; 2009; Vol. 31, no. 6; str. 399-406; Impact Factor: 4.136; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.927; A': 1; WoS: BU, UP; Avtorji / Authors: Abraham J., Creusot Alexandre, Filipčič Andrej, Hussain Mustafa, Paul Thomas, Veberič Darko, Vorobiov Serguei, Zavrtanik Danilo, Zavrtanik Marko	
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	2468347	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Meritve sipalnega preseka proton - zrak pri težiščni energiji 57 TeV z observatorijem Pierre Auger	
	ANG	Measurement of the proton-air cross section at $\sqrt{s} = 57$ TeV with the Pierre Auger Observatory	
Opis	SLO	Predstavili smo rezultate meritve sipalnega preseka proton - zrak pri težiščni energiji 57 TeV na nukleon, ki smo jih izluščili iz porazdelitev globin maksimuma razvoja atmosferskega plazmu, izmerjenih z Observatorijem Pierre Auger. Podrobno so predstavljeni tudi izvori možnih sistematskih napak meritve. Dobljen presek za interakcijo proton - zrak je $[505 \pm 22 \text{ (stat)}]_{36+28 \text{ (syst)}}$ mb.	
	ANG	We report a measurement of the proton air cross section for particle production at the center of mass energy per nucleon of 57 TeV. This is derived from the distribution of the depths of shower maxima observed with the Pierre Auger Observatory: systematic uncertainties are studied in detail. Analyzing the tail of the distribution of the shower maxima, a protonair cross section of $[505 \pm 22 \text{ (stat)}]_{36+28 \text{ (syst)}}$ mb is found.	
Objavljeno v		American Physical Society; Physical review letters; 2012; Vol. 109, no. 6; str. 062002-1-062002-9; Impact Factor: 7.943; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.685; A'': 1; A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Abreu P., Creusot Alexandre, Filipčič Andrej, Paul Thomas, Stanič Samo, Veberič Darko, Zavrtanik Danilo, Zavrtanik Marko	
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	1400315	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Meritev globine maksimuma atmosferskega plazmu pri energijah nad $10^{18}$ eV	
	ANG	Measurement of the depth of maximum of extensive air showers above $10^{18}$ eV	

	Opis	SLO	V članku predstavimo meritev globine maksimuma razvoja atmosferskega plazu nabitih delcev, ki ga povzroči kozmični žarek ekstremnih energij. V analizi meritev smo uporabili skoraj 4000 dogodkov z energijami nad $10^{18}$ eV, ki so jih v koincidenzi z enim ali več talnimi detektorji zaznali fluorescenčni detektorji observatorija P. Auger. Članek tudi interpretira rezultate v smislu določitve mase primarnega kozmičnega žarka.
		ANG	We describe the measurement of the depth of maximum of the longitudinal development of air showers induced by cosmic rays. Almost four thousand events above $10^{18}$ eV observed by the fluorescence detector of the Pierre Auger Observatory in coincidence with at least one surface detector station are selected for the analysis. The interpretation of the results in terms of the cosmic ray mass composition is briefly discussed.
	Objavljeno v		American Physical Society; Physical review letters; 2010; Vol. 104, no. 9; str. 091101-1-091101-7; Impact Factor: 7.621;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.582; A'': 1;A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Abraham J., Creusot Alexandre, Filipčič Andrej, Hussain Mustafa, Paul Thomas, Veberič Darko, Vorobiov Serguei, Zavrtnik Danilo, Zavrtnik Marko
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID		27039015 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Iskanje H di-bariona z maso v bližini $2m_{\Lambda}$ pri razpadih $Y(1S)$ in $Y(2S)$
		ANG	Search for an H-dibaryon with a mass near $2m_{\Lambda}$ in $[\Upsilon(1S)]$ and $[\Upsilon(2S)]$ decays
	Opis	SLO	Predstavili smo rezultate iskanja produkcije di-bariona H v inkluzivnih razpadih $Y(1S)$ in $Y(2S)$ . Ker nismo opazili indikacij za njegov obstoj v kanalih $H \rightarrow \Lambda p$ oziroma $\Lambda n$ , smo postavili zgornje meje za njegov nastanek z 90% stopnjo zanesljivosti. V razpadih $Y(1S,2S)$ nastajajo stanja, ki so simetrična na $SU(3)$ barvno grupo, zato naši rezultati dajo stroge omejitve za lastnosti H di-barionov. Rezultati temelje na analizi $102 \times 10^6$ $Y(1S)$ and $158 \times 10^6$ $Y(2S)$ razpadov, ki jih je izmeril spektrometer Belle na $e+e-$ trkalniku KEKB na Japonskem.
		ANG	We report the results of a high statistics search for H di-baryon production in inclusive $Y(1S)$ and $Y(2S)$ decays. No indication of an H di-baryon with a mass near the $M_H=2m_{\Lambda}$ threshold is seen in either the $H \rightarrow \Lambda p$ or $\Lambda n$ decay channels and 90% confidence level. Since $Y(1,2S)$ decays produce flavor $SU(3)$ symmetric final states, these results put stringent constraints on H di-baryon properties. The results are based on analyses of 102 million $Y(1S)$ and 158 million $Y(2S)$ events collected with the Belle detector at the KEKB electron-positron collider.
	Objavljeno v		American Physical Society; Physical review letters; 2013; Vol. 110, no. 22; str. 222002-1-222002-6; Impact Factor: 7.728;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.852; A'': 1;A': 1; WoS: UI; Avtorji / Authors: Kim B. H., Bračko Marko, Klučar Jure, Korpar Samo, Križan Peter, Petrič Marko, Smerkol Peter, Stanič Samo, Starič Marko, Zupanc Anže
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID		3234555 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Konceptualna zasnova Polja Čerenkovih teleskopov (CTA)
		ANG	Design concepts for the Cherenkov Telescope Array CTA
			Članek poroča o statusu in poglavitnih konceptih zasnove Čerenkovih teleskopov (CTA). Talna astronomija z gama žarki visokih energij, ki je doživela velik napredek z uporabo sistemov teleskopov za meritve pojava Čerenkova v atmosferi, ima velik potencial za uporabo v astrofiziki, fiziki

Opis	SLO	osnovnih delcev in kozmologiji. CTA je mednarodna iniciativa za izgradnjo observatorija nove generacije s 5-10x večjo občutljivostjo v energijskem območju 100 GeV 10 TeV kot doseanji instrumenti. CTA predvideva izgradnjo severnega in južnega observatorija, ki bosta pokrivala celotno nebo.
	ANG	Ground-based gamma-ray astronomy has had a major breakthrough with the impressive results obtained using systems of imaging atmospheric Cherenkov telescopes. Ground-based gamma-ray astronomy has a huge potential in astrophysics, particle physics and cosmology. CTA is an international initiative to build the next generation instrument, with a factor of 510 improvement in sensitivity in the 100 GeV10 TeV range and the extension to energies well below 100 GeV and above 100 TeV. CTA will consist of two arrays (one in the north, one in the south) for full sky coverage and will be operated as open observatory. The design of CTA is based on currently available technology. This document reports on the status and presents the major design concepts of CTA.
Objavljeno v	Kluwer Academic Publishers; Experimental astronomy, Astrophysics and space science; 2011; Vol. 32, no. 3; str. 193-316; Impact Factor: 1.818;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.07; WoS: BU; Avtorji / Authors: Actis M., Vorobiov Serguei	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

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

Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	268743424 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Zbornik mednarodne konference "Time and Matter 2013", 4. 8. 3. 2013, Benetke, Italija
	ANG	Proceedings of the 4th International Conference on Time and Matter, 4-8 March 2013, Venice, Italy
Opis	SLO	Organizacija mednarodnega znanstvenega srečanja, predsedovanje organizacijskemu in programskemu odboru konference, uredništvo zbornika znanstvenih prispevkov. Poudarek interdisciplinarnega srečanja, katerega iztočnice so problematike mase, časa in prostora na vseh velikostnih skalah v naravi, je bil na mehanizmu izvora mase v naravi in z njim povezanim odkritjem Higgsovega bozona. Med drugimi je bil vabljeni predavatelj prof. dr. Gerard 't Hooft, prejemnik Nobelove nagrade za fiziko za pojasnitev kvantne zgradbe elektrošibke interakcije v fiziki osnovnih delcev. Več informacij na <a href="http://tam.ung.si">http://tam.ung.si</a>
	ANG	Organization of an international conference, chairing its organizing and program committee as well as editorial board for conference proceedings. The aim of TAM2013 was to present multiple aspects of time and matter in all fields of physics, from elementary particles to galactic and cosmological proportions. In the light of the latest experimental results at the CERN's Large Hadron Collider, topics related to the mechanism providing mass to all particles in nature and the related recent discovery of the Higgs boson were covered in detail. Invited lecturers included the Nobel laureate Gerard 't Hooft. More information available at <a href="http://tam.ung.si/">http://tam.ung.si/</a>
Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
Objavljeno v	University; 2013; X, 200 str.; Avtorji / Authors: O'Loughlin Martin, Stanič Samo, Veberič Darko	
Tipologija	2.30 Zbornik strokovnih ali nerecenziranih znanstvenih prispevkov na konferenci	



2.	COBISS ID		256448768	Vir: COBISS.SI	
	Naslov	SLO	Zbornik mednarodne konference "Time and Matter 2010", 4. 8. 10. 2010, Budva, Črna Gora		
		ANG	Proceedings of the 3rd International Conference on Time and Matter, 4-8 October 2010, Budva, Montenegro		
	Opis	SLO	Organizacija mednarodnega znanstvenega srečanja, predsedovanje organizacijskemu in programskemu odboru konference, uredništvo zbornika znanstvenih prispevkov. Cilj konference je bil predstaviti povezave med najnovejšimi raziskavami na različnih področjih (od fizike osnovnih delcev do kozmologije) z namenom boljšega razumevanja konceptov časa in mase v fiziki.		
		ANG	Organization of an international conference, chairing its organizing and program committee as well as editorial board for conference proceedings. The aim of the conference was to present the interrelations between the forefront of investigations in diverse realms of the physical world (from elementary particle physics to cosmology) to get a better grasp of the "Big Picture" of the concepts of time and matter in fundamental physics.		
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja			
	Objavljeno v	University; 2011; XI, 178 str.; Avtorji / Authors: O'Loughlin Martin, Stanič Samo, Veberič Darko			
Tipologija	2.30 Zbornik strokovnih ali nerecenziranih znanstvenih prispevkov na konferenci				
3.	COBISS ID		1327099	Vir: COBISS.SI	
	Naslov	SLO	Kozmični žarki ekstremnih energij in galaktično magnetno polje		
		ANG	Ultra-high energy cosmic rays and galactic magnetic field		
	Opis	SLO	V doktorskem delu so z uporabo numerične povratne integracije trajektorij v različnih modelih galaktičnega magnetnega polja v splošnem raziskane možnosti za obstoj astronomije kozmičnih žarkov in možnosti, da so izvori teh energetskih delcev center Galaksije in aktivna galaktična jedra. Splošni zaključek predvideva možnost astronomije (astronomskih opazovanj) kozmičnih žarkov z energijami nad 10 EeV.		
		ANG	In this work the prospects of cosmic ray astronomy in general and possibilities for particles originating from the galactic center and active galactic nuclei are investigated numerically by integrating trajectories of incoming cosmic rays backwards in time, in different models of the galactic magnetic field. In principle it is concluded that cosmic ray astronomy is possible for cosmic protons with energies of 10 EeV and above.		
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom			
	Objavljeno v	[M. Hussain]; 2009; II, 123 str.; Avtorji / Authors: Hussain Mustafa			
Tipologija	2.08 Doktorska disertacija				
4.	COBISS ID		2955003	Vir: COBISS.SI	
	Naslov	SLO	Uporaba sistema globalnega določanja lege za raziskave vremena in vesoljskega vremena		
		ANG	GPS for weather and space weather studies		
Opis	SLO	Glavni cilj doktorske naloge je bil študij atmosferskih lastnosti s pomočjo daljinskega zaznavanja in neposrednih meritev. Glavna raziskovalna orodja, uporabljena v raziskavah so bila sprejemniki GPS, Ramanski lidar, meteorološke radiosonde in talne meteorološke postaje. Del naloge zajema razvoj in validacijo programskih orodij za analizo podatkov o vsebnosti vodne pare pridobljenih s pomočjo uporabe sistema GPS, del pa analizo			

		vpliva nenatančnosti lege talnih detektorjev na določanje lastnosti atmosferskih plazov kozmičnih žarkov ekstremnih energij na Observatoriju Pierre Auger.
	ANG	The aim of this dissertation was to study atmospheric properties using combined remote sensing techniques and in-situ measurements. The main remote sensing tools used in the scope of this dissertation were GPS monitors, radiosondes, Raman lidar and ground based meteorological stations measuring temperature, pressure and humidity. As a part of this dissertation, two dedicated GPS monitors were deployed at two University of Nova Gorica campuses, and a part covers uncertainty effects in extensive air shower data of the Pierre Auger Observatory caused by positioning errors of the SD detectors.
	Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom
	Objavljeno v	[A. Sušnik]; 2013; XXX, 170 str.; Avtorji / Authors: Sušnik Andreja
	Tipologija	2.08 Doktorska disertacija
5.	COBISS ID	2020603 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Konec energijskega spektra kozmičnih žarkov
		ANG The end of the cosmic ray spectrum
	Opis	SLO Predstavili smo najnovejše rezultate observatorija Pierre Auger, predvsem energijski spekter nad 10 <sup>18</sup> eV ter ugotovitve v zvezi z delčno sestavo fluksa primarnih kozmičnih žarkov in anizotropijo vpadnih kotov. Zmanjšanje fluksa pri najvišjih energijah je konsistentno z napovedmi GZK. Informacijo o tipu delca, ki vpade kot kozmični žarek ekstremnih energij, določimo iz meritve razvoja in maksimuma atmosferskega plazua, ki ga tak delec povzroči. Meritve kažejo, da prihaja do tranzicije proti težjim delcem z naraščajočo energijo. Za delce z najvišjimi energijami smo opazili korelacijo med njihovimi vpadnimi smermi in bližnjimi izvenzgalaktičnimi objekti.
		ANG Recent results from the Pierre Auger Observatory are presented, focusing on a measurement of the cosmic ray energy spectrum above 10 <sup>18</sup> eV, cosmic ray composition, and the anisotropy in the cosmic ray arrival directions. The flux suppression at highest energies is consistent with the predictions of GZK cutoff. Longitudinal development of cosmic ray air showers provides information on the mass of the primary particle. When compared to model predictions, our measurements of the mean and spread of the longitudinal position of the shower maximum are indicating a composition transition from light to heavier with increasing energy. For highest energies in our dataset we observe evidence for a correlation between the cosmic ray arrival directions and the nearby extragalactic objects.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v	Italian Physical Society; Papers presented at New Physics, complementarities between direct and indirect searches (LC10); Il Nuovo cimento C; 2011; Vol. 34, suppl. 1; str. 85-92; Avtorji / Authors: Veberič Darko, Creusot Alexandre, Filipič Andrej, Paul Thomas, Zavrtanik Danilo, Zavrtanik Marko
	Tipologija	1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)

### 8. Drugi pomembni rezultati programske skupine<sup>2</sup>

Vsi rezultati programske skupine so dokumentirani v bazi COBISS.

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

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

SLO

Osnovni cilj raziskovalnega programa so bile raziskave fizikalnih pojavov, povezanih z ekstremnimi energijskimi skalami v naravi. Umeščene so bile v delo mednarodnih znanstvenih kolaboracij s kompetentnimi partnerji, ki med drugim prihajajo iz Evrope, ZDA, Brazilije, Argentine in Japonske. Pričakovana dognanja so imela izjemen pomen za znanost nasploh, še posebej pa za fiziko osnovnih delcev, kozmologijo in astrofiziko.

Raziskave kozmičnih žarkov ekstremnih energij (UHECR) in njihovih interakcij v Zemeljski atmosferi pri energijah, ki več kot 10-krat presegajo tiste, dosegljive na trkalniku LHC, je ena izmed prioritet v bazični znanosti, saj nam omogoča vpogled v procese, ki s sedanjo tehnologijo nikoli ne bodo dosegljivi v laboratorijih. Analiza in interpretacija delčnih podatkov o UHECR, zbranih z observatorijem Pierre Auger, je nemara res težavnejša meritev na delčnih trkalnikih, vendar zaradi edinstvene priložnosti znanstveni javnosti predstavlja velik izziv. Iskanje virov in načinov pospeševanja UHECR, ki je ena od prioritet observatorija, nam lahko razjasni mehanizme energijsko najbolj intenzivnih pojavov v naravi. Povezana dejavnost so raziskave gama žarkov visokih energij (VHEGR). Ker potujejo premočrtno, neodvisno od vmesnih magnetnih polj, bi lahko ključno prispevali k določitvi virov VHEGR in UHECR, ki so po vsej verjetnosti povezani. Naša udeležba v projektu Cherenkov Telescope Array (CTA), iniciativi za izgradnjo talnega observatorija za detekcijo gama žarkov visokih energij, je korak v to smer. Pričakujemo, da bodo rezultati CTA bistveno izboljšali današnjo sliko visoko-energijskega vesolja.

Aktivnosti v okviru Pierre Auger in CTA podpiramo in dopolnjujemo s teoretskimi študijami. Razumevanje pojava črnih lukenj in začetnih stopenj razvoja vesolja je v zadnjih letih doživelo velik napredek, še posebej zaradi ugotovitev eksperimentov kot je n. pr. Planck-LAT. Na področjih kvantne gravitacije, črnih lukenj in kozmologije smo tako prvič v položaju, da lahko na podlagi eksperimentov izločimo neustrezne modele, s čemer se povečujejo možnosti za teoretski preboj in za ustreznejšo interpretacijo novih meritev.

Sodobna dognanja na področju fizike osnovnih delcev so n. pr. potrdila mehanizem izvora mase osnovnih delcev in kršitve diskretne simetrije CP, vendar hkrati odpirajo nova vprašanja o obstoju t.i. "nove" fizike izven ustaljenega Standardnega modela osnovnih delcev in interakcij med njimi. V okviru programa bomo raziskave na področju osnovnih delcev nadaljevali v mednarodni kolaboraciji Belle2, ki se bo osredotočala na meritve lastnosti razpadov B mezonov, nastalih pri trkih elektronov in pozitronov v trkalniku SuperKEKB napravi z največjo luminostjo na svetu. Pričakujemo, da bodo rezultati močno in na fundamentalnem nivoju vplivali na razumevanje fizike osnovnih delcev in kozmologije, saj bi po pričakovanjih lahko odkrili n. pr. nov simetrijski mehanizem na višji energijski skali, odgovoren za izmerjene hierarhične lastnosti matrike CKM, oziroma nove mehanizme za asimetrijo snov -- anti-snov v naravi, ki je kršitev CP v Standardnem modelu ne more pojasniti.

Raziskovalni program je bil nenazadnje relevanten tudi za integracijo Slovenije v raziskovalne prioritete in raziskovalne projekte Evropske unije. K nadaljnem razvoju oziroma nadgradnji observatorijev Pierre Auger Cherenkov Telescope Array, na katerih delujemo, bodo največ prispevale institucije iz Evropske unije (Nemčije, Francije in Italije), zato bomo tudi v naprej aktivnosti programske skupine koordinirali z delom naših kolaboracijskih partnerjev in skupaj nastopali tudi pri prijavih na evropske projekte v okviru Horizon 2020 in drugih relevantnih mehanizmov financiranja.

ANG

The goal of the program was to investigate the phenomena related to extreme energy scales in nature. Its activities are embedded into the work of international research collaborations with competent partners, including among others the institutions from the EU, USA, Brazil, Argentina and Japan. Its results will be of fundamental nature and are expected to be relevant for science in general and in particular for the fields of astro- and elementary particle physics, astrophysics and cosmology.

The research of ultra-high energy cosmic rays (UHECR) and their interactions in the Earth's

atmosphere (at several 10's of times higher energies than the projected final energies of the LHC collider) is at the forefront of the global physics endeavors in fundamental science. It is a fact that ultra high energy cosmic rays are the most energetic particles in nature, and that collisions at those energies may, with present technologies, never be achievable in man-made particle colliders. Analysis and interpretation of UHECR data collected by the Pierre Auger Observatory may be more difficult than that for data collected at accelerators, but due to its uniqueness provides all the more a challenge to the research community. A related activity is the investigation of very-high energy (VHE) gamma-rays. As they travel in a straight line from their source to an observer, unscrambled by magnetic fields, they may provide the key to the identification of VHE gamma-ray and UHECR sources, which are expected to be related. Our involvement in the CTA project, an initiative to build the next generation ground-based very high energy gamma-ray instrument, is a step towards that goal. CTA is expected to provide a deep insight into the non-thermal high-energy universe.

The above activities will be strongly supported and complemented by theoretic studies. The understanding of black holes and the early universe has undergone dramatic progress in recent years, especially due to results coming from various experiments such as Fermi-LAT. It is a very exciting moment for the study of quantum gravity, black holes and cosmology, as a result of these experiments. For the first time there is some real data that enables us to eliminate various inaccurate models and focus on the more promising ones. There is great hope that in the next few years dramatic progress will be made in this fundamental field of study, of great importance for the development of science.

Recent experimental results in the field of elementary particle physics are rising new questions about the existence of new physics beyond the established Standard Model of elementary particles and interactions between them. We will pursue one of the ways to push the knowledge frontier through our activities in Belle2 collaboration, measuring the properties of B meson decays originating from electron-positron collisions at unprecedented luminosity, and, unlike the LHC, with a low level of background processes. Possible outcomes of these searches may, among others, include a discovery of a new mechanism at a higher energy scale, responsible for the observed CKM matrix hierarchy, and a better insight into the problem with the matter-antimatter asymmetry in the universe, which can not be explained solely by the CP violation within the Standard Model.

Finally, the proposed research program was relevant for integration into research roadmap and research projects of EU, as the largest financial and manpower contributors for the foreseen Pierre Auger Observatory upgrade and the future Cherenkov Telescope Array are institutions from EU (Germany, France, Italy). For both observatories our activities within the group will be coordinated with these institutions and oriented towards applying for European projects in the framework of Horizon 2020 and other relevant European mechanisms.

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

SLO

Neposredni pomen in korist programa za slovensko gospodarstvo in družbo leži v možnosti prenosa znanja in state-of-the art tehnologij, razvitih za uporabo v mednarodnih kolaboracijah, n.pr. Observatoriju Pierre Auger (PAO) v Argentini v komercialno in družbeno koristno uporabo v Sloveniji, pri čemer smo bili že do sedaj zelo uspešni.

Konkretno, kot spin-off osnovnih raziskav na PAO (lidarska karakterizacija atmosfere kot detektorskega medija observatorija, sinhronizacija talnega detektorskega sklopa z GPS signali) je Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev Univerze v Novi Gorici skupaj s Centrom za raziskave atmosfere in Agencijo RS za okolje na Otlici nad Ajdovščino postavil prvi lidarski observatorij v Sloveniji, ki je bil med drugim uporabljen za sledenje Islandskega vulkanskega pepela in daljinske meritve njegovih lastnosti leta 2010. Sami smo razvili tudi Ramanski lidar za daljinske meritve profilov vodne pare ter v sodelovanju s slovensko industrijo (Optotech, Fotona) tudi trikanalni mobilni lidar za sledenje in identifikacijo aerosolov, proučujemo pa tudi vpliv ionosferskih motenj na GPS sprejemnike in možnost njihove odprave, kar je imelo velik pomen v času povečane sončeve aktivnosti v letih 2012-2013. Vse razvite naprave že dajejo ne le znanstvene ampak tudi širše družbeno koristne rezultate. Trenutno smo v fazi dogovarjanja s

slovenskimi gospodarskimi subjekti, da bi prenešeno in doma ustvarjeno znanje prenesli v industrijo. Te dejavnosti bomo v okviru predlaganega projekta še razširili in intenzivirali.

Posredni pomen predlaganega programa za družbo je aktivno in enakopravno sodelovanje slovenskih znanstvenikov in študentov v v vrhunskih svetovnih znanstvenih in tehnoloških raziskavah. Mednarodni uspeh predlaganega in podobnih projektov pomeni hkrati tudi priznavanje Slovenije kot visokotehnološke in napredne države, kar nadalje stimulira naše globalne ekonomske in finančne povezave. Nadaljevanje programa bo omogočilo prenos vrhunskega znanja v Slovenijo, še posebej pa bo omogočilo boljše razumevanje osnovnih interakcij v naravi, vključno z gravitacijo, katere delovanje zaenkrat najmanj razumemo. Rezultati programa bodo družbeno koristni na več nivojih, med njimi tudi na kulturnem in tehničnem nivoju, saj globlje razumevanje določenih pojavov vedno privede do razvoja novih orodij, ki v splošnem smislu služijo celotni družbi in civilizaciji.

ANG

Direct impact of the proposed program on the economy and society arises through the possibility of a transfer of knowledge and state-of-the-art technologies, developed for use at international research collaborations (i.e. the Pierre Auger Observatory - PAO), to Slovenia for commercial use and public service, a task in which we have been actively pursuing since our initial involvement with PAO.

As a direct spin-off of the basic research at PAO (characterization of the atmosphere as the main detector media using Lidar technology, timing of the ground detector array using GPS signals) the Laboratory for Astroparticle Physics of the University of Nova Gorica (together with its Center for Atmospheric Research and the Slovenian Environmental Agency) constructed the first lidar observatory site in Slovenia at Otlica, which among others successfully tracked and characterized Icelandic volcanic ash in 2010 Eyjafjallajökull eruption. We independently developed a Raman lidar system for the remote profiling of water vapor concentrations in the atmosphere, and in collaboration with the Slovenian companies Optotech and Fotona we have also developed a mobile lidar for aerosol tracking and identification. We are also investigating the impact of ionospheric perturbations on GPS and the possibilities of their mitigation, which were at low latitudes found to be of considerable importance in the times of the coming solar maximum. All these devices provide not only scientific results but also results with a broader impact on society. At the present we are in the negotiation phase with business partners to transfer this knowledge and technology into products for commercial use. These activities will be expanded and intensified in the scope of the proposed project.

As an indirect impact of the proposed program on society we highlight the active and competitive participation of Slovenian researchers and students in these leading-edge global research activities; success of this and other such projects will help ensure the recognition of Slovenia as a high technology oriented country, which would further stimulate and promote international scientific, economical and financial cooperation.

The proposed program will facilitate the transfer of knowledge at the leading edge of current global research activities and state-of-the-art technology into Slovenia, and in particular, it will provide a deeper insight into the description of fundamental interactions that govern our world, including gravity. The results are expected to bring indirect benefits on many levels of social activities, including on a cultural level and a technological level, as a profound understanding of nature inevitably leads to the development of tools beneficial to the society and the humankind as a whole.

## 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	3
bolonjski program - II. stopnja	1

univerzitetni (stari) program	0
-------------------------------	---

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

Šifra raziskovalca	Ime in priimek	Mag.	Dr.	MR	
28589	Mustafa Hussain	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30931	Fei Gao	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32054	Tingyao He	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31977	Andreja Sušnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" 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	
28589	Mustafa Hussain	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
30931	Fei Gao	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
32054	Tingyao He	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	
31977	Andreja Sušnik	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E - Tujina	

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	Saša Mićanović	C - študent - doktorand	9	

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

Vključenost v projekte EU:

- FP7 CIGALA sodelovanje s skupinami z University of Nottingham (UK) in Universidad

Estadual Sao Paulo (Brazil) pri izvedbi ionosferskih meritev pri nizkih zemljepisnih širinah in meritev vsebnosti vodne pare v troposferi (2009-2012, partnerji)

- FP7 CALIBRA "Countering GNSS high Accuracy applications Limitations due to Ionospheric disturbances in BRAzil" (2013-2014, partnerji)
- FP7 Marie Curie Initial Training Network TRANSMIT - "Training Research and Applications Network to Support the Mitigation of Ionospheric Threats" (2011-2015, partnerji)
- ESA SLOIONO "Study of effects of ionospheric plasma density irregularities on satellite navigation and telecommunications services under adverse space weather conditions" (2012-2013, lasten projekt)

Sodelavci programske skupine so dejavno vključeni v delo:

- mednarodne kolaboracije Pierre Auger, upravlja in izvaja meritve z Observatorijem Pierre Auger v Argentini. S svojim znanjem, izkušnjami, laboratorijsko opremo in računalniškimi zmogljivostmi smo več kot prepoznaven član te pestre mednarodne kolaboracije in občutno vplivamo na pomembne odločitve in vodenje prihodnjih usmeritev. člani kolaboracije smo: prof.dr. Danilo Zavrtanik, prof. dr. Samo Stanič, prof. dr. Andrej Filipčič, prof. dr. Marko Zavrtanik, doc. dr. Darko Veberič, dr. Sergey Vorobyev.
- mednarodnih kolaboracij Belle in Belle2, ki proučujeta razpade mezonov B v trkalniku KEKB v raziskovalnem centru KEK na Japonskem. član Belle/Belle2 je od 1999 dalje prof. dr. Samo Stanič.
- mednarodne kolaboracije CTA (Cherenkov Telescope Array, od 2009), katere cilj je izgradnja observatorija za astronomijo gama žarkov naslednje generacije. Projekt je odobren s strani Evropske Komisije v okviru infrastrukturnih programov ESFRI, mi pa smo pobudniki nacionalne udeležbe. Člana kolaboracije sta doc. dr. Darko Veberič, dr. Sergey Vorobyev.
- centra Abdus Salam ICTP, in SISSA, INFN v Trstu ter Univerze v Bernu, švica, na področju teorijske fizike, še posebej kvantne gravitacije (prof. dr. Martin O'Loughlin).
- Univerze v Debrecenu, Madžarska in Univerze v Milanu na področju modeliranja partonskih pljuskov (doc. dr. Maria Vittoria Garzelli).
- mednarodnih šol za astrofiziko osnovnih delcev ISAPP (International School of Astroparticle Physics) in IDPASC (The International Doctorate Network in Particle Physics, Astrophysics and Cosmology). V stalnih telesih šol sodelujejo prof. dr. Danilo Zavrtanik, prof. dr. Samo Stanič in prof. dr. Martin O'Loughlin.

#### 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

- podizvajalci na projektu "Razvoj inteligentne ekološke ultrastiskalnice UltraPRESS", ki je bil izbran v sofinanciranje s strani agencije TIA na javnem razpisu "NEPOSREDNE SPODBUDE ZA SKUPNE RAZVOJNO-INVESTICIJSKE PROJEKTE - RIP09", in ki traja od 04.08.2009 do 03.08.2011. Osredotočeni smo na sklopa "Analiza merilnih metod" in "Merilni sistem".
- delo na projektu »Nadgradnja ocene ranljivosti kmetijstva na sušo – primer Goriške regije«. Naročnik študije je Agencija RS za Okolje, izvajala pa se je v letu 2009 v obliki pogodbe med ARSO in UNG.
- delo na projektu »Ocena ranljivosti kmetijstva na sušo za območje celotne Slovenije«. Naročnik študije je Agencija RS za Okolje, izvajala pa se je v letu 2009 v obliki pogodbe med ARSO in UNG.
- delo na projektu "POSLEDICE SUŠE V SLOVENIJI – IZDELAVA ŠTUDIJE IN ARHIVA". Naročnik študije je bila Agencija RS za Okolje, izvajal pa se je v letu 2010 v obliki pogodbe (pogodba št. 2523-10-700071) med ARSO in UNG.

#### 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

V primeru programa P1-0031 Astrofizika osnovnih delcev gre primarno za osnovne raziskave, ki se ukvarjajo s temeljnimi lastnostmi narave in bogatijo potencial znanja celotne družbe. Razumevanje nastanka vesolja, interakcij med osnovnimi gradniki snovi in osnovnih fizikalnih zakonitosti v naravi je nujno potreben pogoj za tehnološki in splošni razvoj družbe, na katerem slonijo vse ostale tehnične aktivnosti.

Kljub temu, da gre pri izvajanju programa primarno za izgradnjo platforme znanja, so se seveda pojavile stranske aplikacije tehnoloških rešitev s področja daljinskega zaznavanja atmosferskih lastnosti (tako troposfere kot ionosfere), ki so izredno pomembne v praksi. En primer je študij atmosferskih lastnosti s pomočjo lidarja, ki smo ga razvili za potrebe Observatorija Pierre Auger v Argentini. Na tematiki razvoja lidarskih sistemov sta na Univerzi v Novi Gorici v letih 2012 in 2013 doktorirala dva mlada raziskovalca, ki sta poleg razvoja eksperimentalnih naprav in programske opreme izvedla tudi število študij fizikalnih procesov v troposferi, ki nam nudijo dragocene informacije za potrebe meteorologije in varstva okolja (podrobno smo na primer uspeli izmeriti lastnosti vulkanskega pepela nad Slovenijo leta 2010 ter lastnosti urbanih aerosolov v Novi Gorici in Ljubljani leta 2012). Po naši oceni je največ možnosti za implementacijo v praksi prav na področju atmosferskih raziskav, ki bi se lahko ob primernem vložku organizirale tudi v obliki spin-off podjetja. Ocena rentabilnosti podjetja sicer presega obseg tega poročila, vendar bi bila ob primerni okoljski zakonodaji lidarska mobilna enota, kot jo trenutno premore Univerza v Novi Gorici polno zasedena z ugotavljanjem potencialnih onesnaževalcev atmosfere v urbanih okoljih. Naročniki raziskav bi po naši oceni bile lokalne skupnosti, ki bi si prizadevale za boljšo kvaliteto življenja lokanih davkoplačevalcev. Drug primer je študij ionosferskih lastnosti s pomočjo trans-ionosferskih signalov, ki smo se ga lotili z namenom boljšega razumevanja napak pri meritvah lastnosti atmosferskih plazov z sklopom talnih detektorjev observatorija P. Auger. študentka, ki je na to temo doktorirala leta 2013, nadaljuje raziskovalno pot na Univerzi v Novi Gorici v okviru v prakso usmerjenih mednarodnih projektov na temo izboljšav GNSS storitev za vsakdanjo uporabo, ki imajo prav tako potencial za komercialne aplikacije.

**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**

Izjemen znanstveni dosežek programske skupine v obdobju 2009-2014 je objava več kot 50 člankov v revijah s faktorjem vpliva večjim od 6 izmed skupno več kot 200 člankov, objavljenih v mednarodnih SCI indeksiranih revijah.

7 člankov članov programske skupine, objavljenih v tem obdobju, ima vsak zase več kot 90 čistih citatov (CI) v bazi WoS, in sicer:

1. [COBISS.SI-ID 23094055], čistih citatov (CI): 173
2. [COBISS.SI-ID 1400315], čistih citatov (CI): 161
3. [COBISS.SI-ID 3234555], čistih citatov (CI): 145
4. [COBISS.SI-ID 1386747], čistih citatov (CI): 115
5. [COBISS.SI-ID 1615355], čistih citatov (CI): 103
6. [COBISS.SI-ID 24112679], čistih citatov (CI): 98
7. [COBISS.SI-ID 24113447], čistih citatov (CI): 93

Podatki so povzeti po bazi COBISS.



## 17.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Izjemen družbeno - ekonomski dosežek je bila organizacija dveh mednarodnih konferenc "Time and Matter", leta 2010 v Budvi ter leta 2013 v Benetkah, kjer smo predsedovali tako organizacijskemu kot programskemu odboru konference. Poudarek zadnjega interdisciplinarnega srečanja, katerega iztočnice so problematike mase, časa in prostora na vseh velikostnih skalah v naravi, je bil na mehanizmu izvora mase v naravi in z njim povezanim odkritjem Higgsovega bozona. Med drugimi je bil vabljeni predavatelj prof. dr. Gerard 't Hooft, prejemnik Nobelove nagrade za fiziko za pojasnitev kvantne zgradbe elektro - šibke interakcije v fiziki osnovnih delcev. Več informacij je na voljo na spletni strani <http://tam.ung.si> in v priloženi predstavitvi.

## 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 Novi Gorici

Danilo Zavrtanik

**ŽIG**

Kraj in datum:

Nova Gorica

13.3.2015

**Oznaka poročila: ARRS-RPROG-ZP-2015/62**

<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 priložnost/-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

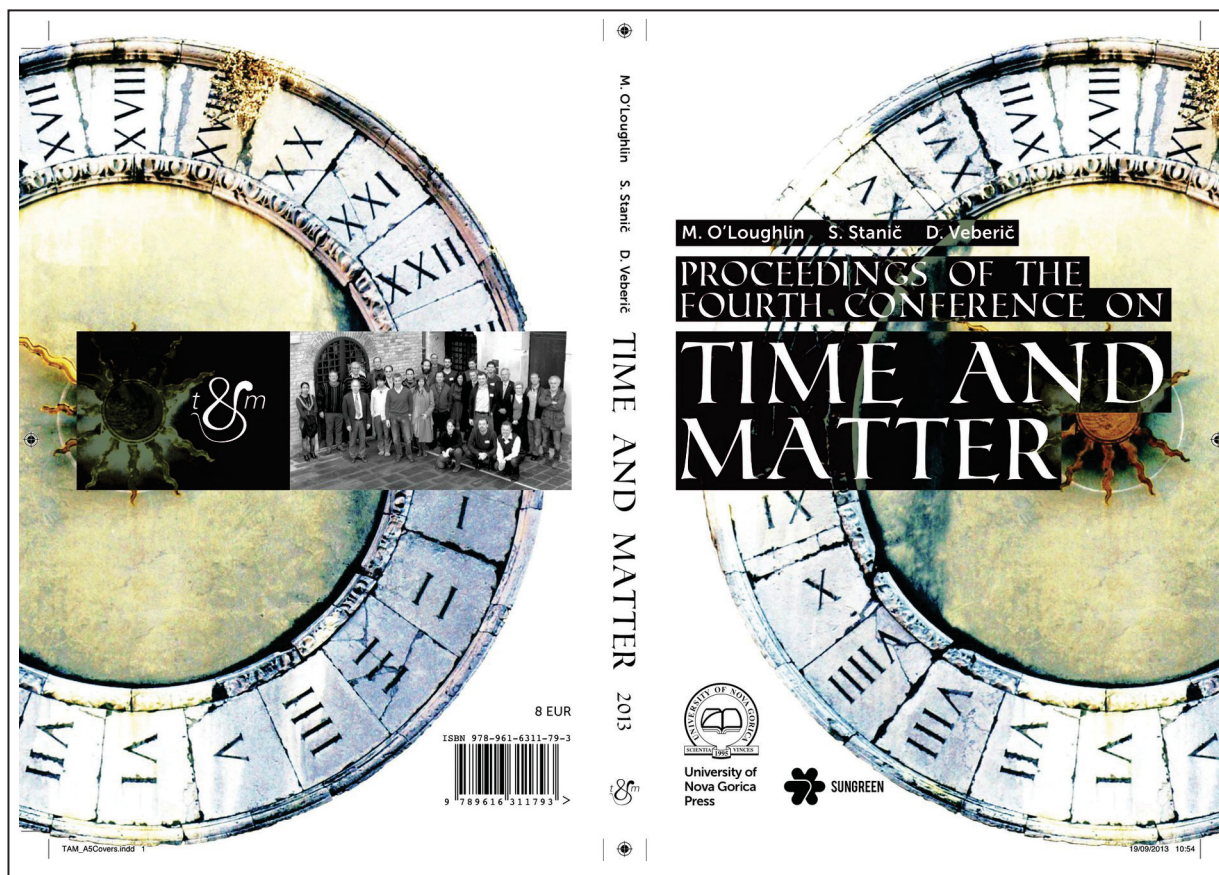
53-4D-45-95-59-1C-A4-93-C1-70-AF-F0-E7-F2-AF-CF-26-31-BD-5A

## **Priloga 1**

VEDA: Naravoslovje  
Področje: 1.02 Fizika

## Dosežek 1: Organizacija mednarodne konference Time and Matter 2013

Vir: COBISS.SI-ID 268743424



Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev Univerze v Novi Gorici je od 4. do 8. marca 2013 tretjič po vrsti organiziral mednarodno konferenco z naslovom »**Time and Matter 2013**«. Prevzeli smo vodstvo tako organizacijskega kot programskega odbora konference, ki jo je finančno podprl evropski OP7 RegPot projekt SUNGREEN. Poudarek interdisciplinarnega srečanja, katerega iztočnica je bila problematika mase, časa in prostora na vseh velikostnih skalah v naravi, je bil na mehanizmu izvora mase v naravi in z njim povezanim odkritjem Higgsovega bozona. Na konferenci je med drugimi kot vabljeni predavatelj nastopil prof. dr. Gerard 't Hooft, prejemnik Nobelove nagrade za fiziko za pojasnitev kvantne zgradbe elektrošibke interakcije v fiziki osnovnih delcev. Sekcije predavanj so podrobneje obdelale tudi problematiko obstoja temne mase in temne energije, natančnih meritev časa, probleme smeri časa, probleme kršitve diskretnih simetrij v naravi, teorijo kvantne gravitacije ter filozofske poglede na predstavljena znanstvena vprašanja.

Več informacij je na voljo na spletni strani konference: <http://tam.p-ng.si/>