

LETNO POROČILO O REZULTATIH INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA (IP) V LETU 2010

A. SPLOŠNI PODATKI

1. Šifra RO, naslov in vodja infrastrukturnega programa (IP)

Šifra RO	RO izvajalka infrastrukturnega programa
1540	Univerza v Novi Gorici

Šifra IP	Naslov infrastrukturnega programa
I0-0033	Observatorij Pierre Auger

Šifra (ARRS)	Vodja infrastrukturnega programa
11985	Marko Zavrtanik

2. Organizacijska/e enota/e izvajanja infrastrukturnega programa

INFRASTRUKTURNI PROGRAM v RO izvaja/jo naslednja/e notranja/e organizacijska/e enota/e (OE) - (t.j. obračunska/e enota/e)

zap.št.	naziv OE	vodja OE
1	Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev	Danilo Zavrtanik
2	Center za raziskave atmosfere	Samo Stanič
3	Laboratorij za raziskave v okolju	Urška Lavrenčič Štangar

B. REZULTATI DELA INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA

1. Opis glavnih rezultatov in doseganja ciljev infrastrukturnega programa:

Že od samega odkritja kozmičnih žarkov vlada v strokovni javnosti precejšnje zanimanje za njihove lastnosti saj energije nekaterih presegajo vrednosti 10^{20} eV (ali ~ 10 J), kar je za 8 velikostnih razredov več kot energija delcev pospešenih v najmodernejših pospeševalnikih. Razlog za velike raziskovalne napore vložene v to področje je vsekakor dejstvo, da ostaja njihov izvor kakor tudi mehanizem pospeševanja do današnjega dne povsem nepojasnen. Medtem, ko je energijsko področje nad 10^{20} eV eksperimentalno povsem nepokrito, imamo na teoretičnem področju kopic modelov, ki pa ne prinašajo konsistentnih zaključkov. Kozmični žarki so edini, ki ponujajo možnost eksperimentalnega študija osnovnih delcev z ekstremnimi energijami.

Kolaboracija Pierre Auger, v kateri sodeluje 21 držav, 85 institucij ter 450 znanstvenikov, je bila ustanovljena z namenom izgradnje dveh obsežnih observatorijev za detekcijo kozmičnih žarkov ekstremnih energij, enega na južni in enega na severni polobli. V času nastanka tega poročila je južni observatorij v kraju Malargue, Argentina dograjen in uspešno obratuje.

Istočasno pa potekajo intenzivne priprave na gradnjo drugega v ZDA. Slovenija v kolaboraciji intenzivno sodeluje vse od leta 1995.

Vlada Republike Slovenije je marca leta 1999 v Mendosi, Argentina, podpisala mednarodni sporazum o organizaciji, vodenju in finansiranju observatorija Pierre Auger (Agreement for the Organization, Management and Funding of the Pierre Auger Observatory) in se s tem zavezala, da bo sofinancirala izgradnjo in vzdrževanje observatorija ter zagotavljala sredstva za nemoteno delo slovenskih raziskovalcev na Observatoriju. S slovenskim prispevkom k izgradnji Observatorija Pierre Auger je slovenskim znanstvenikom omogočena uporaba celotne infrastrukture observatorija, ki je vredna več kot 50 milijonov EUR.

Pri interakciji z jedri v zemljini atmosferi povzročijo visokoenergijski kozmični žarki nastanek pljuska delcev dolžine 5 - 10 km in širine do 10 km. Novo nastale sekundarne delce detektiramo na zemljini površini s števeci Čerenkova . Fluorescenčno svetlobo, ki jo povzroči vzbujanje dušika v atmosferi pri prehodu nabitih delcev, pa merimo s pomočjo fluorescenčnih detektorjev. Ker je flux kozmičnih žarkov z energijami na 10^{20} eV izjemno majhen ($1/\text{km}^2/\text{stoletje}$) je potrebno zgraditi detektor, ki pokriva čim večjo površino. Observatorij Pierre Auger je trenutno največji detektor kozmičnih žarkov na svetu. Razteza se na površini 3000 kvadratnih kilometrov z aperturo 7000 steradian kvadratnih kilometrov nad energijami kozmičnih žarkov 10 EeV. Talni detektor, ki je namenjen meritvi profila pljuska na določeni višini, je sestavljen iz 1600-tih vodnih detektorjev Čerenkovega sevanja, od katerih vsak pokriva površino desetih kvadratnih metrov. Ker so razvrščeni v trikotniško mrežo s stranico 1,5 km, znaša skupna površina, ki jo pokriva observatorij 3000 kvadratnih kilometrov. Tako velika aktivna površina je potrebna, ker je fluks kozmičnih žarkov z energijami nad 10^{20} eV zelo majhen ($1/\text{km}^2/\text{stoletje}$). Fluorescenčni detektorji so po drugi strani namenjeni meritvi fluorescenčne svetlobe, ki nastane vzdolž poti kaskade v atmosferi. Ker je količina izsevane svetlobe sorazmerna energiji primarnega delca, lahko na tak način izmerimo energijo kozmičnega delca. Vsak izmed štirih fluorescenčnih detektorjev je sestavljen iz šestih teleskopov, ki pokrivajo kot 30-ih stopinj v horizontalni in vertikalni smeri. Teleskop tvori parabolično zrcalo površine 20 m^2 ter kamera sestavljena iz 396-ih fotopomnoževalk. Skupni aktivni prostorski kot posameznega fluorescenčnega detektorja znaša 180×30 stopinj. Dva načina detekcije kozmičnih žarkov, preko emitirane fluorescenčne svetlobe in preko odziva v Čerenkovih talnih detektorjih, so v Observatoriju Pierre Auger združene v hibridni način detekcije.

Poglavitne aktivnosti slovenske skupine na področju infrastrukture lahko strnemo v:

- 1.) Zaradi specifičnega hibridno kalorimetričnega načina detekcije kozmičnih žarkov je za oceno napak, občutljivosti in delovanja nujna simulacija razvoja pljuskov. Specifika omenjenega problema je v tem, da je za obravnavo velikega števila delcev v pljuskju potrebna zajetna računalniška moč. V okviru skupine zato potekajo dejavnosti na področju paralelnega procesiranja v okviru katere smo kolaboracijo vključili v EGEE grid.
- 2.) Ker je zemeljska atmosfera uporabljena kot scintilacijski kalorimeter, je za uspešno rekonstrukcijo energije vpadnega delca nujno natančno poznavanje atenuacijske dolžine ter absorpcijskega faktorja zraka. Slovenska skupina je zato v okviru infrastrukturnega centra razvila laserski sistem za meritev lastnosti atmosfere (LIDAR). Štiri enote, ki jih nadziramo in krmilimo iz Slovenije, smo tudi vgradili v observatorij v Argentini. Peta LIDAR-ska postaja je vgrajena v Observatorij Otlica na Univerzi v Novi Gorici. Posledično je bil razvit tudi mobilni fluorescenčni LIDAR, ki je na voljo v okviru IP.
- 3.) Slovenska skupina v okviru kolaboracije Pierre Auger sodeluje tudi pri razvoju prožilnih sistemov, ki na podlagi integriranja signalov zajetih z detektorji Čerenkovega sevanja ter s fluorescenčnim detektorjem odloča o začetku zajemanja podatkov. Pravilnost odločitve zato določa kvaliteto izmerjenih fizikalnih podatkov.

Težišče analize atmosferskih kaskad kozmičnih žarkov je razumevanje njihovega spektra. Pri Observatoriju Pierre Auger je posebnega pomena analiza podatkov iz obeh tipov

detektorjev, saj skupni dogodki nudijo edinstven način študija sistematskih napak, ki so bile pri dosedanjih eksperimentih slabo proučene. Iz medsebojne primerjave simulacij in podatkov je mogoče sklepati tudi o začetnih interakcijah pri težiščnih energijah do 1.000 TeV, kar je stokrat več od energij, ki jih lahko dosežejo največji pospeševalniki. Ker visokoenergijski kozmični žarki na poti od izvora do zemlje zaradi magnetnih polj le malo spremenijo smer, analiza vpadnih smeri omogoča študij izvorov in načina pospeševanja. Ločevanje med izotropnimi in točkastimi izvori bistveno prispeva k odgovorom na vprašanja o vrsti delcev in načinih njihovega pospeševanja. Po drugi strani lahko ob poznavanju izvorov s preračunavanjem poti delcev nazaj ocenimo magnetni odtis bližnjega vesolja.

Namene Observatorija Pierre Auger laho torej povzamemo kot:

- 1.) meritev energije in smeri kozmičnih žarkov ter njihova identifikacija,
- 2.) identifikacija astrofizikalnih izvorov ter mehanizmov pospeševanja,
- 3.) opis fizikalnih interakcij visokoenergijskih kozmičnih žarkov,
- 4.) opis osnovnih pojavov pri največjih energijah doslej.

Observatorij Pierre Auger je velik tehnološki izziv zaradi velikosti detektorja, zahtevane obratovalne dobe 20ih let, brezžičnega prožilnega sistema in medsebojne komunikacije, ter povsem avtomatskega delovanja z nadzorom na daljavo iz domačih institucij. Fluorescenčni detektorji in sistemi za monitoriranje atmosfere so razviti povsem na novo, prav tako tudi računalniški sistem za zajem in analizo podatkov, ki je v celoti zasnovan na odprtokodnih rešitvah. Zaradi računalniške intenzivnosti obdelave in analize podatkov kot tudi računalniških simulacij je edina možnost za učinkovito delo uporaba tehnologij Grid s povezano uporabo vse razpoložljive informacijske infrastrukture, ki je na voljo sodelavcem kolaboracije Pierre Auger. Nadaljni razvoj lastnega sistema Grid v okviru projekta EGEE bo bistveno prispevalo k razvoju in uporabi novih informacijskih tehnologij.

2. REALIZIRANA INFRASTRUKTURNA PODPORA RAZISKOVALNI DEJAVNOSTI¹

2.1. Realizirana podpora infrastrukturnega programa raziskovalnim programom:

Infrastrukturni program servisira materialne stroške pri izvajanju programa "Astrofizika osnovnih delcev" P1-0031, ki nastajajo zaradi raziskovalnega udejstvovanja pri Observatoriju Pierre Auger. IP podpira tudi sodelovanje raziskovalcev iz programa P1-0135 (Eksperimentalna fizika osnovnih delcev) pri Observatoriju.

Infrastrukturni center pokriva slovenski prispevek k stroškom vzdrževanja in izgradnje Observatorija Pierre Auger v skladu s sporazumom med Vlado Republike Slovenije in Kolaboracijo Pierre Auger (Agreement for the Organization, Management and Funding of the Pierre Auger Observatory). IP podpira tudi sodelovanje raziskovalcev iz programa P1-0135

2.2. Realizirana podpora infrastrukturnega programa raziskovalnim projektom:

Infrastrukturni program omogoča dostop do raziskovalne strukture v mednarodnem središču temeljnim in aplikativnim projektom s področja astrofizike osnovnih delcev, zaznavanja na daljavo ter okoljskih meritev. Izpostaviti velja dostop do podatkov Observatorija Pierre Auger, dostop do podatkov postaj LIDAR observatorija ter dostop do podatkov o stanju atmosfere na širšem področju Trnovskega gozda. Projekti, ki se navezujejo na infrastrukturni program so:

- J1-0878 "Razvoj tankih pozicijsko občutljivih senzorjev za meritve verteksov v fiziki osnovnih delcev"

- J1-2191 "Študij procesov v Ionosferi"

- V4-0500 "Numerično modeliranje podnebja z visoko ločljivostjo"

¹ Obseg teksta v točkah 2.1. do 2.5. je omejen do 1/2 strani (pisava Times New Roman, velikost črk 11, enojni razmik).

2.3. Realizirana podpora infrastrukturnega programa razvojnim programom in projektom:

S podporo infrastrukturnega programa je bil omogočen prenos tehnologij zaznavanja na daljavo, LIDAR-skih tehnik in tehnologij zaznavanja na daljavo, ter računalniške tehnologije GRID v slovensko okolje v okviru projekta SiGNET in EEGE. Izpostaviti velja sodelovanje z visokotehnološkimi podjetji Fotona d.o.o., C-Astral d.o.o. in Instrumentation Technologies d.o.o. Pričakujemo, da bo prisotnost v mednarodnih raziskovalnih središčih tudi v prihodnje inducirala prenos novih tehnologij.

2.4. Realizirana podpora infrastrukturnega programa državnim in drugim vladnim organom ali resorjem pri izvajanju njihove službe

Infrastrukturni center omogoča izvajanje sporazuma med Vlado Republike Slovenije in Kolaboracijo Pierre Auger (Agreement for the Organization, Management and Funding of the Pierre Auger Observatory).

Nadaljevali bomo utečeno sodelovanje z Agencijo Republike Slovenije za okolje (ARSO) na področju monitoringa okoljskih parametrov, zaznavanja na daljavo in razvoja metod za laserski nadzor nad stanjem atmosfere ter prenosa polutantov.

2.5. Pomen vsebine infrastrukturnega programa za raziskovalno dejavnost in druge uporabnike z vidika ekonomičnosti in tehnološke sodobnosti

S pomočjo infrastrukturnega programa so bili Observatoriju Pierre Auger dobavljeni izdelki visoke tehnologije iz slovenske industrije. Primeri uspešnega sodelovanja so podjetja Fotona, Apel, Elgo Line, Xenya, Hella Lux Slovenia, C-Astral in Instrumentation Technologies.

S pomočjo infrastrukturnega programa prenašamo tehnologije zaznavanja na daljavo in laserskega monitoriranja atmosfere v slovenska podjetja kot so Fotona in C-Astral.

Observatorij Pierre Auger je vključen v računalniško gručo SiGNET, ki je prvi primer uporabe tehnologije Grid v Sloveniji.

3. RAZISKOVALNA IN INFRASTRUKTURNA OPREMA TER DRUGA INFRASTRUKTURA

3.1. Seznam raziskovalne in infrastrukturne opreme ter druge infrastrukture s stopnjo izkoriščenosti zmogljivosti²

zap. št.	Inventarna številka	Naziv osnovnega sredstva	Nabavna vrednost v EUR	Letna stopnja izkoriščenosti v %
1	4287, 4319, 4320	Računalniška in eksperimentalna oprema za analizo meritev Observatorija P. Auger	110,000.00	100
2	1763	Lidarski sklopi na observatoriju P. Auger v Argentini	32,045,96	100
3	3432	Mobilni lidar za zaznavanje aerosolov v prizemni plasti ozračja	52,579.00	100
4	1089	Lidarski observatorij Otlica - Mie Lidar	55,042.00	100
5	2224	Lidarski observatorij Otlica - Raman Lidar	43,816.00	100

² Vpisujemo vso raziskovalno in/ali informacijsko-komunikacijsko raziskovalno opremo ali drugo infrastrukturo, katere nabavna vrednost presega 50.000,00 EUR (za vede naravoslovje, tehniko, biotehniko in medicino) oziroma 15.000,00 EUR (za vede družboslovje in humanistika) po enoti - inventarni številki in je v neposredni funkciji izvajanja infrastrukturnega raziskovalnega programa.

Podatki morajo biti usklajeni z zadnjimi podatki, dostavljenimi ARRS za evidenco raziskovalne opreme (tabela: Evidenca raziskovalne opreme s podatki o mesečni uporabi).

3.2. Opis tehnološke zahtevnosti infrastrukturne dejavnosti in prispevka k izkoriščenosti raziskovalne in informacijske opreme ter infrastrukture RO:³

Observatorij Pierre Auger je v svetovnem merilu največji observatorij kozmičnih žarkov. Je tudi edini observatorij, ki deluje v tako imenovanem hibridnem načinu. Infrastrukturni program omogoča slovenskim raziskovalcem sodelovanje pri razvoju detektorjev, telekomunikacijskih sistemov, prožilnih sistemov, optičnih merilnih sklopov, fotonskih detektorjev, analiznih metod ter vključitev v računalniško produkcijsko tehnologijo najnovejše generacije Grid. Program prispeva k boljši izkoriščenosti raziskovalne in informacijske opreme organizacije prijaviteljice in drugih RO.

4. PRIKAZ SODELOVANJA Z UPORABNIKI IN DRUGIMI INFRASTRUKTURNIMI PROGRAMI TER POVEZANOSTI V RAZLIČNA INFRASTRUKTURNA OMREŽJA:⁴

4.1. Realizirana podpora raziskovalno-razvojni dejavnosti drugih RO in JRO (uporabniki)

Infrastrukturni program omogoča dostop do podatkov zajetih z Observatorijem Pierre Auger in pravico do analize le teh ter objave rezultatov. Zaradi računalniške intenzivnosti obdelave in analize podatkov kot tudi računalniških simulacij je nujno sodelovanje s projekti in centri povezanimi z Grid tehnologijo (npr. infrastrukturni Center za izvedbo eksperimentov v fiziki delcev na Institutu J. Stefan).

4.2. Sodelovanje z drugimi infrastrukturnimi programi in omrežji v Republiki Sloveniji:

IP Observatorij Pierre Auger sodeluje z Infrastrukturni program Instituta "Jožef Stefan".

³ Obseg teksta v tej točki je omejen do 1/2 strani (pisava Times New Roman, velikost črk 11, enojni razmik).

⁴ Obseg teksta v tej točki je omejen do obsega 1 strani (pisava Times New Roman, velikost črk 11, enojni razmik).

4.3. Podpora sodelovanju pri mednarodnih infrastrukturnih projektih:

Sodelavci programa sodelujejo v mednarodni kolaboraciji Pierre Auger skupaj z 450 raziskovalci iz 21 držav. Del aktivnosti poteka tudi v sklopu okvirnega programa EU (EARLI-TRAIN) za raziskave atmosferskih aerosolov in zaznavanja na dajavo s sistemi Lidar. Računalniški sistem SiGNET na Univerzi v Novi Gorici in Institutu J. Stefan bo v namen analize podatkov in računalniških simulacij vključen v Grid v okviru evropskega projekta EGEE. V okviru projekta EGEE razvijamo sistem za nadzor gruče računalnikov in avtentikacijo uporabnikov, implementirali sistem za poganjanje programov v vrstah, ter omogočili dostop do računalniških storitev kolaboraciji Pierre Auger preko virtualne organizacije VO/Auger.

C. IZJAVE POROČEVALCA

Podpisani na tem poročilu oziroma predlogu izjavljamo, da:

- so vsi podatki v poročilu v elektronski obliki identični podatkom v poročilu v pisni obliki;
- se strinjamo z obdelavo podatkov, povezanih z izvajanjem infrastrukturnega programa v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov ter obdelavo teh podatkov za evidenco ARRS.

Kraj in datum:

Nova Gorica _____, 14.2.2011 _____

PODPISI:

Vodja infrastrukturnega programa:

Ime in priimek: doc.dr. Marko
Zavrtanik

Podpis: _____

ŽIG

**Zastopnik oz. pooblaščenka
oseba**

JRO in/ali koncesionarjev:
Ime in priimek: prof.dr. Danilo
Zavrtanik

Podpis: _____