

Oznaka prijave: ARRS-RI-IP-JR-Prijava/2014/6



**Javni poziv za predložitev infrastrukturnih programov za obdobje 2015 - 2020 in poročil o rezultatih infrastrukturnih programov za preteklo obdobje**

(Ur. l. RS, št. 71/2014, z dne 3. 10. 2014)

in

**Javni razpis za podelitev koncesije za izvajanje javne službe na področju raziskovalne dejavnosti v obliki infrastrukturnih programov v obdobju 2015-2020**

(Ur. l. RS, št. 71/2014, z dne 3. 10. 2014)

## PRIJAVNA VLOGA

### 1. Tip prijave

Nadaljevanje obstoječega programa

Nova prijava<sup>1</sup>

MR

Šifra	
Ime in priimek	

Projekt

Šifra	
Naslov	

## A. SPLOŠNI PODATKI

### 2. Vodja infrastrukturnega programa<sup>2</sup>

Šifra	14573
Ime in priimek	Samo Stanič

### 3. Prijavitelj - javna raziskovalna organizacija (JRO) ali RO s koncesijo

Šifra	1540
Naziv	Univerza v Novi Gorici University of Nova Gorica

### 4. Naslov infrastrukturnega programa

Šifra	I0-0033
-------	---------

SLO

Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici
--

ANG

Infrastructure program of the University of Nova Gorica
---

### 5. Organizacijska/e enota/e (OE) izvajanja infrastrukturnega programa<sup>3</sup>

--

Zap. št.	Šifra OE	Naziv OE	Vodja OE	
1.	1540-002	Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev	8308 Danilo Zavrtanik	
2.	1540-001	Laboratorij za raziskave v okolju	4537 Mladen Franko	
3.	1540-003	Laboratorij za fiziko organskih snovi	6617 Gvido Bratina	
4.	1540-011	Laboratorij za raziskave materialov	11991 Matjaž Valant	
5.	1540-012	Laboratorij za kvantno optiko	29437 Giovanni De Ninno	

#### 6. Kontaktna oseba

<b>Ime in priimek</b>	Samo Stanič
<b>E-naslov</b>	samo.stanic@ung.si
<b>Telefon</b>	040 472 506

#### 7. Zaprošen letni obseg financiranja Infrastrukturnega programa

Letni obseg financiranja Infrastrukturnega programa v urah	
<b>Obstoječe ure Infrastrukturnega programa:</b>	6800
<b>Zaprošene ure Infrastrukturnega programa<sup>4</sup>:</b>	6800

#### Obrazložitev

/

<b>Sofinanciranje materialnih stroškov za blago in storitve:</b>	400.000
<b>Sofinanciranje stroškov amortizacije infrastrukturne opreme:</b>	270.000
<b>Skupaj: materialni stroški in stroški amortizacije<sup>5</sup></b>	670.000

#### 8. Navedba največ dveh recenzentov, za katera prijavitelj ne želi, da ocenjujeta njegovo prijavo

Ime in priimek ( <i>Name and Surname</i> )	Ime ustanove zaposlitve ( <i>Place of the employment</i> )
/	/
/	/

## B. VSEBINA / OPIS INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA

### a. OPIS VSEBINE INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA

#### 9. Povzetek vsebine infrastrukturnega programa (Abstract of the infrastructure programme)<sup>6</sup>

SLO

Univerza v Novi Gorici je raziskovalno usmerjena univerza, kjer pedagoško delo temelji na znanstveni odličnosti njenih laboratorijev. S predlaganim infrastrukturnim programom bomo podprli raziskave na področju fizike, materialov in okoljskih znanosti, kjer je raziskovalno najmočnejša in najuspešnejša. Predlagamo, da se zaradi večplastne povezanosti in komplementarnosti raziskav predstavljenih laboratorijev dosednji program "IO-0033 Observatorij Pierre Auger" podaljša, razširi in preimenuje v "Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici". Osnovni razlog za tak predlog je

v vzpostavitvi obsežne raziskovalne infrastrukture, katere financiranje je potekalo skoraj izključno iz evropskih sredstev in torej ni direktno obremenilo proračuna. Ta infrastruktura je že na voljo tujim in domačim uporabnikom.

Infrastrukturni program bomo izvajali v petih organizacijskih enotah, in sicer v enotah 1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju (LRO), 1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD), 1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), 1540-011 Laboratorij za raziskave materialov (LRM) ter 1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO), ki so vpete v šest temeljnih raziskovalnih programov, financiranih s strani Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost. Rezultati raziskovalnega dela teh laboratorijev se umeščajo v vrh znanstvenih dosežkov slovenskih znanstvenikov, z objavami v prestižnih znanstvenih publikacijah, kot so Nature, Science, Nature Photonics, ter skupno oceno  $A=329,24$  za vrednotenje bibliografskih kazalcev raziskovalne uspešnosti v zadnjih 5 letih po metodologiji ARRS.

Raziskovalno delo vključenih OE je komplementarno in pokriva karakterizacijo in študij pojavov v naravi na celotnem spektru energijskih in velikostnih skal v naravi, od osnovnih delcev, preko atomov, molekul in gruč atomov do kristalov in polikrystaliničnih nanostrukturiranih materialov. Raziskave v Laboratoriju za astrofiziko osnovnih delcev pokrivajo pojave na skrajnih področjih znanosti, to je na kozmoloških in kvarkovskih skalah, kar prispeva k razumevanju narave na najbolj bazičnem nivoju in k splošnem napredku znanosti. Ostali laboratoriji pokrivajo sintezo in karakterizacijo novih materialov, kar neposredno prispeva k tehnološkemu napredku in razvoju. Delo vseh temelji na uporabi raziskovalne opreme večje vrednosti, bodisi preko vpetosti v velike mednarodne raziskovalne kolaboracije (LAOD je polnopravni član Observatorija Pierre Auger z vrednostjo 50 M EUR in Observatorija CTA z vrednostjo 200 M EUR) ali preko nakupa raziskovalne infrastrukture v okviru evropskih projektov. LRM je v okviru OP7 RegPot projekta SUNGREEN pridobil opremo v vrednosti 2 M EUR, LKO pa v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 (projekt CITIUS) opremo v vrednosti 2 M EUR. Oprema, ki se nahaja na Univerzi v Novi Gorici, jo umešča med najnaprednejše centre za karakterizacijo elektronskih lastnosti kondenziranje in plinaste materije in bioloških snovi na svetu. Raziskovalni cilji in predvidena infrastrukturna podpora je predstavljena po raziskovalnih enotah:

#### **1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev, bo neposredno podpiral bazične raziskave v okviru programa "P1-0031 Astrofizika osnovnih delcev" kot logično nadaljevanje in razširitev dosedanjega infrastrukturnega programa "I0-0033 Observatorij Pierre Auger". Raziskovalne in infrastrukturne dejavnosti bodo potekale v okviru dela mednarodnih znanstvenih kolaboracij Pierre Auger (PAO) in Cherenkov Telescope Array (CTA), namenjenih proučevanju pojavov na ekstremnih energijskih in velikostnih skalah v naravi. V okviru infrastrukturnega programa bomo aktivno prispevali k izgradnji velike raziskovalne infrastrukture - nadgradnji Observatorija za kozmične žarke ekstremnih energij Pierre Auger in izgradnji observatorijev za astronomijo z gama žarki Cherenkov Telescope Array (CTA), ki je prioriteta Evropskega strateškega foruma za raziskovalne infrastrukture (ESFRI). Nadgradnja PAO med drugim zajema nadgradnjo polja talnih detektorjev, ki bo omogočala meritev deleža mionov v posameznem atmosferskem plazmu, nastalem pri interakciji UHECR z jedri atomov v zraku in nadgradnjo fluorescentnih teleskopov, ki bo omogočila večji časovni izkoristek pri meritvah razvoja atmosferskih plazmov in s tem večjo količino hkratnih meritev z obema vrstama detektorskih sklopov. Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev bo neposredno prispeval k izbiri, razvoju in implementaciji rešitve za nadgradnjo polja talnih detektorjev (sprememba konfiguracije vodnih detektorjev Čerenkova, dodatna mionska identifikacija, nova, hitrejša elektronika za zajem meritev) in fluorescenčnih detektorjev, najprej v laboratorijih na Univerzi v Novi Gorici in končno na Observatoriju v Argentini. Izgradnja enega izmed dveh observatorijev CTA se bo pričela leta 2015, takoj po dokončni odločitvi o njegovi lokaciji, in bo predvidoma trajala pet let. Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev bo v okviru predlaganega infrastrukturnega programa bistveno prispeval tako pri razvoju detektorskih sklopov kot pri izgradnji samega observatorija. Prve znanstvene rezultate z delno izgrajenim observatorijem pričakujemo že v letu 2016.

#### **1540-012 Laboratorij za kvantno optiko**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za kvantno optiko (LKO), je zasnovan okoli svetlobnega vira CITIUS. CITIUS spada v kategorijo t.i. inovativnih svetlobnih virov, t.j. virov, ki proizvajajo ultra-kratke svetlobne sunke v valovnem območju od ekstremne ultravijolične do rentgenske svetlobe, s pomočjo katerih je mogoče preučevati lastnosti snovi na atomskem nivoju.

CITIUS temelji na ultra-hitrem titan-safirnem laserju, ki se uporablja za generacijo visokih harmonikov osnovne laserske frekvence s pomočjo plina kot nelinearnega medija. Nastali sunki svetlobe so dolgi nekaj deset femtosekund, pri frekvenci ponovitve 5 kHz, in segajo v spektralno območje mehke rentgenske svetlobe. Željeno valovno dolžino (oz. harmonik) izberemo z monokromatorjem, ki ohrani časovno dolžino svetlobnih pulzov. Takšni svetlobni sunki postanejo idealno orodje za preučevanje lastnosti materialov v neravnovesnih pogojih. V poskusih se v ta namen uporablja t.i. način »pump and probe«, kjer prvi laserski sunek vzbudi elektron v višje energijsko stanje, z drugim sunkom, ki je glede na prvega (kontrolirano) zakasnen, pa lahko "pretipamo" razvoj in interakcije elektronskih stanj v odvisnosti od časa med obema sunkoma. V ta namen je laboratorij opremljen z vsemi potrebnimi napravami za opravljanje časovno ločljivih meritev fotoemisije tako na vzorcih trdnih snovi kot tudi plinov. Laboratorij LKO je edinstven v Sloveniji; poleg tega so v Evropi le trije podobno opremljeni laboratoriji.

Laboratorij dopolnjuje sistem za običajno rentgensko fotoemisijo (XPS) s katerim lahko preučujemo kemijsko sestavo vzorcev. Monokromatiziran izvor rentgenske svetlobe z enojno katodo proizvaja fotone energije 1486 eV, s katerimi je mogoče raziskati energijske nivoje v notranjih lupinah atomov. Prav tako je v laboratoriju na voljo vsa potrebna oprema za pripravo vzorcev v ultra visokem vakuumu. Kriogenski manipulator za opravljanje poskusov pri ekstremno nizkih temperaturah (manj kot 20 K) bo na razpolago decembra 2014.

#### **1540-011 Laboratorij za raziskave materialov**

Del infrastrukturnega programa, ki se izvaja v Laboratoriju za raziskave materialov (LRM) temelji na njegovem centru za elektronsko mikroskopijo, ki ima dva elektronska mikroskopa in naprave za pripravo vzorcev. Neposredno bo podpiral bazične raziskave v okviru programa "P2-0377 Heterogeni fotokatalitični procesi: pridobivanje vodika, čiščenje vode in zraka".

Vrstični elektronski mikroskop (SEM) JSM-7100 F (Jeol) na poljsko emisijo z energijskim razponom vpadnega žarka med 0.1 in 30 KeV je zaradi širokega elektronskega toka na vzorec (5 – 400 nA) primeren tako za elektronske slike z visoko ločljivostjo (ločljivost 1.2 nm at 30 KeV) kot tudi za mikroanalizo. Sistem je opremljen z detektorjem X-žarkov (X-Max 80, Oxford Instrument) za Energijsko Disperzivno X-žarkovno spektroskopijo (EDX), ki omogoča analizo elementne sestave ter mapiranje. Mikroskop je opremljen tudi s spektrometrom (MonoCL 4, Gatan) za analizo emitirane svetlobe v vidnem delu spektra (katodna luminiscenca, CL), ki omogoča lokalno CL spektroskopijo ter CL mapiranje. Ta naprava je zelo vsestranska pri karakterizaciji na mikro in nano nivoju različnih materialov, tako pri preučevanju morfologije in njihove sestave kot tudi njihovih elektro-optičnih lastnosti. Po zagonu mikroskopa (14/11/2013), SEM laboratorij močno podpira raziskovalne dejavnosti, ne le v MRL in drugimi raziskovalnimi skupinami na UNG (npr LFOS in LRO), pač pa tudi v sodelovanju z zunanjimi akademskimi institucijami, na primer z Univerzo v Saint Etienne & CNRS (Francija) in podjetji, na primer Lektrika d.d. (Slovenija) in NANOCOATINGS (Italija).

Transmisijski elektronski mikroskop (TEM) JEM 2100 F je mikroskop na poljsko emisijo opremljen z elektronsko optiko z ultra visoko ločljivostjo. Najvišja napetost elektronov je 200 KeV. Največja ločljivost v TEM metodi je 0.1 nm, s katero je analiza kristalne strukture na ravni ločljivosti atomov lahko dostopna. Inštrument je opremljen z enoto za vrstično presevalno elektronsko mikroskopijo

(Scanning Transmission Electron Microscopy - STEM) ter, z detektorjem za opazovanje v svetlem polju, kot tudi s krožnim detektorjem za opazovanje v temnem polju. To omogoča izvedbo STEM slik (z ločljivostjo 0.2 nm) ter mikroanalizo. Trenutno mikroskop uporabljamo predvsem za karakterizacijo novih materialov na UNG. Zaradi vrhunskih zmogljivosti karakterizacije je interes zunanjih institucij za sodelovanje izjemno. SEM in TEM laboratorija sta aktivna v predstavitvenih dejavnostih, kot so demonstracije za srednješolce, v sodelovanju z umetniškimi projekti. Oba mikroskopa sta zelo primerna v te namene, saj je njihovo delovanje razumljivo tudi nezanstvenemu občinstvu.

#### **1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki se izvaja v Laboratoriju za fiziko organskih snovi (LFOS) obsega raziskovalno opremo, ki daje informacije o transportu električnega naboja v ultratankih (nekaj molekularnih slojev) plasteh organskih polprevodnikov (OP) in njihovih morfoloških značilnostih. Razpoložljiva oprema vsebuje popoln sistem za merjenje transporta fotovzbujenih nosilcev naboja po metodi merjenja časa preleta. Sistem vključuje sunkovni laser s spremenljivo valovno dolžino in hiter sistem za merjenje nizkih tokov. Celoten sistem je vgrajen v zaprto, z dušikom napolnjeno komoro v kateri je tudi vakuumski naparjevalnik. Za preiskave morfoloških značilnosti organskih slojev je na voljo mikroskop na atomsko silo. Aktivnosti, ki potekajo na omenjeni opremi so v veliki meri vsebovane v raziskovalnem programu P1-0055 "Biofizika polimerov, membran, gelov, koloidov in celic". Raziskave se osredotočajo na merjenje časa preleta nosilcev v sodobnih polimerih in organskih polprevodnikih z majhno molekularno maso, ki predstavljajo jedro sodobnih optoelektronskih sestavnih delov, kot so sončne celice in tankoslojni tranzistorji. V zadnjem času, zlasti zahvaljujoč uspešnemu delu na projektu Evropske znanstvene fundacije EUROGRAPHENE *Graphene-Organic Supramolecular functional composites*, je velik del aktivnosti LFOS osredotočen na raziskave transportnih lastnosti mešanic med grafenom in organskimi polprevodniki in začetnih faz rasti organskih polprevodnikov z majhno molekularno maso na grafenu. Raziskovalno opremo redno uporabljajo znanstveniki iz Italije, Španije, Nemčije, Belgije in Velike Britanije v okviru bilateralnih raziskovalnih projektov. Na omenjeni opremi je bilo opravljeno več raziskav, ki so bile predmeti doktorskih disertacij in magistrskih nalog.

#### **1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju**

Del infrastrukturnega programa, ki se izvaja v Laboratoriju za raziskave v okolju (LRO), temelji na raznoliki opremo za karakterizacijo snovi na molekularnem kot tudi na supramolekularnem nivoju ter karakterizacijo materialov. Vse razpoložljive metode lahko uporabljamo za kemijsko (kemijska sestava, kinetika in reakcijski mehanizmi, hidrofilitnost, toksičnost) in fizikalno (optične in transportne lastnosti, struktura, hrapavost površine) karakterizacijo snovi in procesov, ki so vezani za raziskovalno dejavnost laboratorija ter drugih oddelkov Univerze v Novi Gorici ali zunanjih uporabnikov v Sloveniji in tujini s sorodnimi raziskovalnimi usmeritvami, kot tudi za potrebe splošne kemijske analize najrazličnejših vzorcev. Ključna oprema za dejavnost, ki podpira predvsem raziskovalna programa P1-0034 *Analitika in kemijska karakterizacija materialov in procesov* ter P1-0030 *Razvoj materialov po sol-gel postopkih in njihova uporaba v sistemih za izkoriščanje nekonvencionalnih virov energije*, vključuje spektrometer za lasersko sunkovno fotolizo, FTIR in UV-Vis spektrometre, luminiscenčni spektrometer, klimatsko komoro, merilec kontaktnih kotov, analizator skupnega organskega ogljika in dušika, ionski kromatograf, tekočinski kromatograf HPLC, plinski kromatograf z detektorjem na zajetje elektronov in plamensko ionizacijskim detektorjem ter plinski kromatograf GM-MS z masno selektivnim detektorjem.

Posebno skupino instrumentalnih metod predstavljajo t.i. optotermične spektroskopske metode, pri katerih uporabljamo edinstvene spektrometre, ki smo jih konstruirali sami in jih imajo na razpolago le redki laboratoriji v svetu. Pri teh za vzbujanje uporabljamo laserje, ki so lahko tudi samostojni vir svetlobe za druge aplikacije v spektroskopiji in fotokemiji: Ar-ionski laser, Ar-ionski laser s podvojeno frekvenco, kriptonski laser, He-Ne laser in excimerni laser z barvilnim laserjem. Na osnovi navedenih laserjev imamo postavljene tri spektrometre na toplote leče (TLS) ter TLS mikroskop in spektrometer na optotermični odklon (BDS) ter sisteme za pretočno injekcijsko analizo FIA in tekočinsko kromatografijo HPLC-TLS in IC-TLS.

Navedena oprema je ključna tudi za izvajanje številnih nacionalnih in mednarodnih projektov, kot tudi projektov za industrijo. Na njej opravljajo raziskave tudi raziskovalci iz tujine in številni diplomanti, magistranti in doktoranti Univerze v Novi Gorici ter drugih visokošolskih in raziskovalnih ustanov iz Slovenije in tujine.

#### **Ključne besede**

LAOD

distribuirani računalniški sistemi grid, fotonški detektorji, kozmični žarki ekstremnih energij, visokoenergijski gama žarki, pospeševanje osnovnih delcev, temna snov

LFOS

organski polprevodniki, transport elektronov, grafen, mikroskop na atomsko silo

LKO

izvor svetlobe, femtosekundni pulzi, generacija višjih harmonikov, rentgenska fotoemisija

LRM

vrstični elektronski mikroskop, transmisijski elektronski mikroskop, rentgenska mikroanaliza, kaotdoluminiscenca

LRO

spektrometrije UV-Vis, FTIR, laserska sunkovna fotoliza, optotermična spektrometrija, tekočinska kromatografija, plinska kromatografija, masna spektrometrija, pretočna injekcijska analiza, kemijska karakterizacija, struktura materialov, fotokatalitska aktivnost, fotokemija, toksičnost

ANG

University of Nova Gorica (UNG) is strongly research oriented university and all the academic activities are based on the excellence of its research laboratories. The goal of the proposed infrastructure program is to provide support to state-of-the-art research in the fields of physics, material sciences and environmental sciences, which represent the core research activities at the UNG. Due to the interconnectivity and complementarity of the research conducted in the participating laboratories, we propose that the existing infrastructural program "I0-0033 Pierre Auger Observatory" is extended not only in duration, but also in the content, and accordingly renamed into "Infrastructural program of the University of Nova Gorica". The main motivation for this proposal is to establish continuity and full-time use of large scale research infrastructures at the University of Nova Gorica, which were obtained almost entirely through EU and trans-regional grants and as such did not present a direct burden to the Slovenian budget. This infrastructure has already been put at disposal to national and international users.

Infrastructural activities will be carried out in five laboratories, the 1540-001 Laboratory for environmental research (LRO), 1540-002 Laboratory for astroparticle physics (LAOD), 1540-003 Laboratory for organic matter physics (LFOS), 1540-011 Materials research laboratory (LRM) and 1540-012 Laboratory for quantum optics (LKO). The research in these laboratories is being steered by six basic research programs funded by the Slovenian Research Agency (ARRS) as well as a number of international grants, and has in the past with publications in distinguished journals, such as Nature and Nature Photonics crucially contributed to the research excellence of the UNG. The combined scientific output of these laboratories in the past five years according to the ARRS methodology yielded the mark of A=329,24 for the evaluation of bibliographic entries in the official Slovenian researchers database COBISS.

Research activities of the participating laboratories are complementary and cover characterization and study of processes in nature in the entire spectrum of energies and dimensions, from elementary particles, atoms, molecules and clusters of atoms to crystals and polycrystalline nanostructured materials. The research in the Laboratory for astroparticle physics covers the phenomena at the extreme edges of this spectrum, at the cosmological and quark scales and thus contributes to the understanding of the most fundamental laws of nature and to general advance of science. Other laboratories cover the synthesis and characterization of new materials, which directly contributes to technological advances in the society. All these activities are based on the use of large and relatively costly research infrastructure, either through the participation in formal

international research collaborations (LAOD is full member of the 50 M EUR worth Pierre Auger Observatory and future 200 M EUR worth CTA Observatory) or through the acquisitions of equipment through international projects (LRM obtained the equipment totaling to about 2 M EUR within the FP7 RegPot project SUNGREEN and LKO to about 2 M EUR within the InterReg project CITIUS). These recent acquisition place the University of Nova Gorica among most advanced centers for the characterization of electronic properties of condensed and gaseous matter as well as biological substances in the world. The research goals and proposed infrastructural support by participating research units is as follows:

#### **1540-002 Laboratory for astroparticle physics**

The part of the infrastructure program to be carried out by the Laboratory for Astroparticle Physics will directly support basic research in the framework of the program "P1-0031 Astroparticle physics", as a logical continuation and expansion of the current infrastructure program "I0-0033 Pierre Auger Observatory". Research and infrastructure activities will take place in the context of international scientific collaborations Pierre Auger Observatory (PAO) and the Cherenkov Telescope Array (CTA), aimed at the study of the phenomena at the extreme energy and size scales in nature. Within the infrastructure program, we will actively contribute to the construction of large research infrastructures – to the upgrade of the ultra-high energy cosmic ray (UHECR) Pierre Auger experiment and to the construction of the Observatory for very-high energy (VHE) gamma-ray astronomy Cherenkov Telescope Array (CTA), which is the priority for the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). The upgrade of PAO includes among other things the upgrade of the Auger surface detectors, which will allow the measurement of the muons in individual atmospheric showers, resulting from the interaction of UHECR with the nuclei of atoms in the air, and the upgrade of fluorescent telescopes, which will allow larger duty cycle in measurement of the development of atmospheric cascades, and thus larger amount of simultaneous measurements with both types of Auger detectors. Laboratory for Astroparticle Physics will directly contribute to the selection, development and implementation of the projects for an upgrade of the surface detectors (re-designing of the water Cherenkov detectors, additional muon identification, a new, faster electronics for the acquisition measurement) and of the fluorescent detectors, first in the laboratories at the University of Nova Gorica and finally at the PAO site in Argentina. The construction of the first of the two CTA observatories will begin in 2015, immediately after the final decision on its location, and is expected to last five years. In the context of the proposed infrastructure program, Laboratory for Astroparticle Physics will significantly contribute both to the detector development for CTA, and to the construction of the Observatory itself. The first scientific results with partially completed observatory are expected already in 2016.

#### **1540-012 Laboratory for quantum optics**

The part of the infrastructure program to be carried out by the Laboratory for quantum optics (LKO) is based on the CITIUS light source. CITIUS belongs to the category of the so-called innovative light sources, i.e. light sources with a pulsed time structure in a spectral range from extreme ultra-violet to the soft X-rays, with which it is possible to explore matter properties down to the atomic level.

CITIUS is based on an ultra fast Titanium:Sapphire commercial laser system which is used to generate its high order harmonics, using a noble gas as non linear medium. The generated light has 5 kHz repetition rate and a temporal duration of few tens of femtoseconds in the soft X ray spectral region. This light is than monochromatized, preserving its temporal properties, and becomes the ideal tool to study materials properties in the "out of equilibrium" conditions, using the so called pump-probe configuration: an electron is excited to a higher level state with by a photon, and the subsequent evolution and interactions of electronic states as a function of time is studied by the second probing photon, delayed in a controlled way with respect to the first one. For such kind of experiments, the laboratory is also equipped with the necessary apparatus to perform time resolved photoemission both from solids and from gas phase elements. A facility like the one at LKO is unique in Slovenia and only 3 other similar facilities are currently operating in Europe.

For full chemical characterization of samples, LKO is also equipped with a system for conventional XPS (X-ray photoemission spectroscopy). A commercial single anode monochromatized X-ray source produces photons at 1486 eV, with which it is possible to investigate inner electrons core levels. All the necessary equipment to handle and prepare samples in ultra high vacuum conditions is also available. A Cryogenic manipulator for extremely low temperatures (less than 20 K) experiments will be available in December 2014.

#### **1540-011 Materials research laboratory**

The part of the infrastructure program performed at the Materials research laboratory (LRM) supports the activities of the research program "P2-0377 Heterogeneous photocatalytic processes: hydrogen production, water and air purification" and is based on the activities of its electron microscopy center, which consists of two laboratories for electron microscopy and related facilities for sample preparation. The Scanning Electron Microscopy (SEM) JSM-7100 F (Jeol) is a field-emission microscope with an incident beam energy range between 0.1 and 30 KeV. The wide range of probe current (5 – 400 nA) makes it suitable both for high-resolution imaging (resolution 1.2 nm at 30 KeV) and for microanalysis. The system is equipped with an X-Ray detector for Energy Dispersion X-Ray Spectroscopy (EDX), which allows for compositional spectroscopy and mapping, and with a spectrometer for analysis of the emitted light in the visible range (cathodoluminescence, CL), which allows for local CL spectroscopy and for CL mapping. This apparatus is extremely powerful and versatile in the characterization at the micro- and nano- scale of a wide variety of materials, both in their morphology and in their compositional and electro-optical properties. After its commissioning (14/11/2013), the SEM laboratory strongly supported the research activity not only within MRL and other UNG research groups (e.g. LFOS and LRO), but also in collaboration with external academic institutions, e.g. University of Saint Etienne & CNRS (France) and companies, e.g. Lektrika d.d. (Slovenia) and NANOCOATINGS (Italy).

The Transmission Electron Microscopy (TEM) laboratory JEM 2100 F is a field-emission microscope equipped with Ultra High Resolution electron optics. The maximum electron voltage is 200 KeV. The maximum resolution in TEM mode is 0.1 nm, which makes the analysis of crystalline structure at atomic resolution easily accessible. The apparatus is equipped with Scanning Transmission Electron Microscopy (STEM) unit and with both bright field and annular dark field detectors, which make possible to perform STEM imaging (with resolution 0.2 nm) and microanalysis. For microanalytical purposes, the system is equipped with X-Ray detector for EDX local spectroscopy and compositional mapping. At present the apparatus is mainly used in the characterization of novel materials synthesized at. Because of its top-level characterization capabilities, external institutions asked and are already benefiting from collaboration.

Both SEM and TEM laboratories are active in popularization activities, such as demonstrative session for high school students and collaboration with art projects. The microscopes are very effective to this aim, since the output of those apparatuses (i.e. images) is easily understood also from non-scientific audience.

#### **1540-003 Laboratory for organic matter physics**

The part of the infrastructure program performed at the Laboratory for organic matter physics (LOMP) is devoted to the research equipment, which yields information on the electric charge transport in ultra-thin (few molecular layers) organic semiconductor (OS) layers and their morphological parameter. The available equipment includes a complete system for time-of-flight (TOF) characterization of transport of photo-induced charge carriers comprising a pulsed, variable-wavelength laser and fast, low-current measurement system. The system is enclosed in a nitrogen-filled glove-box, which contains a vacuum evaporator. Atomic force microscope complements the transport measurements via morphological analysis of organic surfaces. The activities, which exploit the listed equipment are part of the research program P1-0055 "Biophysics of Polymers, Membranes, Gels, Colloids and Cells". The research activities are focused on TOF



characterization of advanced polymers and small-molecule organic semiconductors, which are at the core of investigation of novel organic optoelectronic devices such as solar cells and thin-film transistors. Recently, and thanks to the successful participation of LOMP in a European Science Foundation project EUROGRAPHENE *Graphene-Organic SuPramolEcular functional composites*, increasing portion of the activities is focused on transport properties of graphene-OS blends and initial stages of growth of small molecule OSs on graphene. The research equipment at LOMP is frequently used by collaborators from the research groups in Italy, Spain, Germany, Belgium and Great Britain as part of bilateral collaborative projects. In addition, several doctoral theses and M.Sc. projects have been successfully completed, by using this equipment.

#### **1540-001 Laboratory for environmental research**

The part of the infrastructure program performed at the Laboratory for environmental research (LRO) is based on diverse equipment for characterization of materials and matter at molecular and supramolecular level. Available instrumentation and related methods can be used for chemical (chemical composition, kinetics and reaction mechanisms, hydrophilicity, toxicity) and physical (optical and transport properties, structure, surface roughness) characterization of materials and processes, which are investigated within the research activity of the University of Nova Gorica or by other users with similar research activities in Slovenia or abroad. Most of equipment is available also for general chemical analysis of various samples. Key equipment which offers direct support to two national research programs (*P1-0034-Analytics and chemical characterization of materials and processes* and *P1-0030-Development of materials by sol-gel processes and their application in systems for utilization of nonconventional energy sources*) includes spectrometers for laser flash photolysis, FTIR and UV-Vis spectrometers, luminescence spectrometer, climatic chamber, total organic carbon and nitrogen analyzer, ion chromatograph, liquid chromatograph HPLC, gas chromatograph with electron capture and flame ionization detectors, and gas chromatograph GM-MS with mass spectrometric detector.

A particular group of available instrumental methods comprises so called photothermal spectrometric methods where unique spectrometers were built in house, and are available only in few laboratories worldwide. In these instruments lasers, which can serve also as independent light sources for other applications in spectroscopy and photochemistry are used: Ar-ion laser, frequency doubled Ar-ion laser, Krypton laser, He-Ne laser and Excimer laser with dye laser. Based on mentioned lasers three thermal lens (TLS) spectrometers, a TLS microscope and beam deflection (BDS) spectrometers were set-up, which can be further coupled to flow injection analysis (FIA) and liquid chromatography HPLC-TLS and IC-TLS systems.

Listed equipment is crucial for realization of several national and international projects as well as projects for industrial partners. Research on this equipment is carried out also by scientists from abroad and numerous diploma and PhD students from University of Nova Gorica and other research and higher education institutions from Slovenia and abroad.

#### **Ključne besede (Key words)**

LAOD

grid computing, photo-detectors, ultra-high energy cosmic rays, high energy gamma rays, particle acceleration, dark matter

LFOS

organic semiconductors, electric charge transport, graphene, atomic force microscopy

LKO

light source, femtosecond pulses, X-ray photoemission spectroscopy, high order harmonic generation

LRM

scanning electron microscopy, transmission electron microscopy, x-ray microanalysis, cathodoluminescence

LRO

spectrometry UV-Vis, FTIR, photo-thermal spectrometry, laser flash photolysis, liquid chromatography, gas chromatography, mass spectrometry, flow injection analysis, chemical

**10. Opis vsebine infrastrukturnega programa<sup>2</sup>**

SLO

Univerza v Novi Gorici je raziskovalno usmerjena univerza, kjer pedagoško delo temelji na znanstveni odličnosti njenih laboratorijev. Raziskovalno najmočnejša je prav na področju fizike in okoljskih znanosti, kjer je njenih pet organizacijskih enot, in sicer 1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju (LRO), 1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD), 1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), 1540-011 Laboratorij za raziskave materialov (LRM) ter 1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO), vpetih v šest temeljnih raziskovalnih programov, financiranih s strani Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost. Pri treh izmed raziskovalnih programov (P1-0031 Astrofizika osnovnih delcev, P1-0385 Daljinsko zaznavanje atmosferskih lastnosti in P2-0377 Heterogeni fotokatalitični procesi: pridobivanje vodika, čiščenje vode in zraka) je vodilna institucija Univerza v Novi Gorici. Rezultati raziskovalnega dela teh laboratorijev se umeščajo v vrh znanstvenih dosežkov slovenskih znanstvenikov, z objavami v prestižnih znanstvenih publikacijah, kot so Nature, Science, Nature Photonics, ter skupno oceno A=329,24 za vrednotenje bibliografskih kazalcev raziskovalne uspešnosti v zadnjih 5 letih po metodologiji ARRS.

Raziskovalno delo omenjenih laboratorijev je komplementarno in pokriva karakterizacijo in študij pojavov v naravi na celotnem spektru energijskih in velikostnih skal v naravi, od osnovnih delcev, preko atomov, molekul in gruč atomov do kristalov in polikrystaliničnih nanostrukturiranih materialov. Raziskave v Laboratoriju za astrofiziko osnovnih delcev pokrivajo pojave na skrajnih področjih znanosti, to je na kozmoloških in kvarkovskih skalah, kar prispeva k razumevanju narave na najbolj bazičnem nivoju in k splošnem napredku znanosti. Ostali laboratoriji pokrivajo sintezo in karakterizacijo novih materialov, kar neposredno prispeva k tehnološkemu napredku in razvoju. Delo vseh temelji na uporabi raziskovalne opreme večje vrednosti, bodisi preko vpetosti v velike mednarodne raziskovalne kolaboracije (LAOD je polnopravni član Observatorija Pierre Auger z vrednostjo 50 M EUR in Observatorija CTA z vrednostjo 200 M EUR) ali preko nakupa raziskovalne infrastrukture v okviru evropskih projektov. LRM je v okviru OP7 RegPot projekta SUNGREEN pridobil opremo v vrednosti 2 M EUR, LKO pa v okviru Programa čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija 2007-2013 (projekt CITIUS) opremo v vrednosti 2 M EUR. Oprema, ki se nahaja na Univerzi v Novi Gorici, jo umešča med najnaprednejše centre za karakterizacijo elektronskih lastnosti kondenziranje in plinaste materije in bioloških snovi na svetu.

Predlagamo, da se zaradi večplastne povezanosti in komplementarnosti raziskav predstavljenih laboratorijev dosedanji program "I0-0033 Observatorij Pierre Auger" podaljša, razširi in preimenuje v "Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici". Raziskovalni cilji in predvidena infrastrukturna podpora je predstavljena po raziskovalnih enotah, in sicer:

**1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev, bo neposredno podpiral bazične raziskave v okviru programa "P1-0031 Astrofizika osnovnih delcev" kot logično nadaljevanje in razširitev dosedanjega infrastrukturnega programa "I0-0033 Observatorij Pierre Auger". Raziskovalne in infrastrukturne dejavnosti bodo potekale v okviru dela mednarodnih znanstvenih kolaboracij Pierre Auger (PAO) in Cherenkov Telescope Array (CTA), namenjenih proučevanju pojavov na ekstremnih energijskih in velikostnih skalah v naravi. Fizikalni pojavi na ekstremnih skalah v naravi so posebej zanimivi zato, ker je tam naše razumevanje naravnih zakonitosti najbolj omejeno. V zadnjem desetletju je postalo jasno, da pojavov na delčnih in kozmoloških skalah ni mogoče obravnavati ločeno. Študij interakcij med osnovnimi delci pri ekstremnih (nad nekaj EeV) energijah je na primer mogoč le z uporabo kozmičnih žarkov, saj takih energij ni mogoče doseči v trkalnikih, opazovani pojavi pa nam nudijo vpogled v nekatere izmed najbolj energijskih procesov v vesolju na delčnem, astrofizikalnem in kozmološkem nivoju.

V okviru infrastrukturnega programa bomo aktivno prispevali k izgradnji velike raziskovalne infrastrukture - nadgradnji Observatorija za kozmične žarke ekstremnih energij Pierre Auger in izgradnji observatorijev za gama astronomijo Cherenkov Telescope Array (CTA), ki je prioriteta Evropskega strateškega foruma za raziskovalne infrastrukture (ESFRI).

PAO, ki je bil dograjen leta 2008, je največji detektor za meritve lastnosti kozmičnih žarkov ekstremnih energij (UHECR) na svetu in združuje več kot 550 raziskovalcev iz 21 držav. Lastnosti UHECR meri preko parametrov plazov nabitih delcev, ki nastanejo pri interakcijah UHECR z jedri atomov v zraku, in sicer z detekcijo plazov na zemeljskem površju (s poljem talnih detektorjev) in z detekcijo fluorescence med razvojem plazov (s fluorescenčnimi teleskopi). Načrtovana nadgradnja bo omogočila meritve delčne sestave fluksa UHECR, meritve interakcijskih presekov pri najvišjih energijah in boljšo identifikacijo astronomskih izvorov UHECR v vesolju.

Observatorij CTA, ki združuje raziskovalce iz 28 držav in je trenutno v fazi načrtovanja, bo omogočal raziskave vesolja pri valovnih dolžinah gama žarkov, kot so n.pr. gama astronomija, študij mehanizmov pospeševanja gama žarkov in UHECR, študij črnih lukenj in iskanje kandidatov temne snovi. Oba observatorija, PAO in CTA, imata velik raziskovalni potencial za odkritje t. i. "nove fizike", to je procesov, ki niso zajeti v Standardnem modelu osnovnih delcev ali kozmoloških modelih. Dodatno prednost predstavlja tudi sinergija meritev istih fizikalnih pojavov preko detekcije dveh različnih tipov delcev (fotonov in hadronov) v različnih energijskih razponih, kar povečuje eksperimentalne omejitve pri izbiri teoretskih modelov za njihov opis.

### **Observatorij Pierre Auger**

Desetletja po odkritju kozmičnih žarkov ekstremnih energij njihovi izvori ter mehanizmi pospeševanja ostajajo neznani. Na podlagi meritev Observatorija Pierre Auger (PAO) danes vemo, da je energijski spekter UHECR omejen pri okoli 55 EeV, ter da pri najvišjih energijah vpadne smeri kozmičnih žarkov niso izotropno porazdeljene. S predlagano nadgradnjo PAO, ki med drugim zajema:

- nadgradnjo polja talnih detektorjev, ki bo omogočala meritve deleža mionov v posameznem atmosferskem plazju, nastalem pri interakciji UHECR z jedri atomov v zraku;
- nadgradnjo fluorescentnih teleskopov, ki bo omogočila večji časovni izkoristek pri meritvah razvoja atmosferskih plazov in s tem večjo količino hkratnih meritev z obema vrstama detektorskih sklopov;

se bomo lotili preostalih odprtih vprašanj, kot so delčna sestava fluksa primarnih UHECR in identiteta izvorov UHECR. V okviru infrastrukturnega programa bo Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev neposredno prispeval k izbiri, razvoju in implementaciji rešitve za nadgradnjo polja talnih detektorjev (sprememba konfiguracije vodnih detektorjev Čerenkova, dodatna mionska identifikacija, nova, hitrejša elektronika za zajem meritev) in fluorescenčnih detektorjev, najprej v laboratorijih na Univerzi v Novi Gorici in končno na Observatoriju v Argentini. S preliminarnimi testi novih elektronskih sklopov in fotodetektorjev za mionsko identifikacijo (MARTA) smo že pričeli. Okvirni letni stroški za obratovanje in nadgradnjo PAO bodo znašali 90 k EUR. Cilji nadgrajenega PAO so:

- pojasnitev pojemanja fluksa UHECR z energijo, ki je lahko bodisi rezultat interakcij UHECR z kozmičnim mikrovalovnim ozadjem ali pa dosežena maksimalna dosegljiva energija pospeševanja v izvorih. Mehanizem pospeševanja bo mogoče določiti preko meritev odvisnosti identitete primarnih delcev glede na njihovo energijo;
- astronomija z UHECR. Identifikacija primarnih delcev bo omogočila uporabo vzorca protonskih UHECR, ki se le malo odklanjajo v galaktičnem in medgalaktičnih magnetnih poljih in jih bo mogoče slediti do njihovih izvorov;

- študij hadronskih interakcij preko rekonstrukcije atmosferskih plazov pri težiščnih energijah nekaj desetkrat višjih od tistih v velikem hadronskem trkalniku LHC;
- študij medgalaktičnih magnetnih polj ter magnetnih polj v začetnih fazah razvoja vesolja;
- študij korelacije astrofizikalnih izvorov UHECR z izvori visokoenergijskih nevtrinov (PeV), ki bi lahko izvirali iz istih procesov.

### **Observatorij Cherenkov Telescope Array**

Izvor pomembnih informacij o netermalni sliki vesolja so raziskave kozmičnih gama žarkov v energijskem območju GeV-TeV. Fotoni s temi energijami energij 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. Zaradi močne povezave pojava gama žarkov visokih energij (VHE) z UHECR bomo začeli z aktivnostmi na področju VHE astronomije, ki lahko nudi dodatne odgovore na odprta vprašanja pri raziskavah UHECR in je naravno nadaljevanje in nadgradnja iskanja njihovih izvorov. V zadnjem desetletju so eksperimenti, ki temelje na uporabi polj "imaging" Čerenkovih teleskopov H.E.S.S., MAGIC in VERITAS tako v naši kot v drugih galaksijah odkrili veliko število pojavov, ki oddajajo VHE gama žarke in s tem utrdili astronomijo z VHE gama žarki kot ustaljeno vejo astrofizike.

Observatorija CTA bosta dejansko dva, in sicer po eden v vsaki hemisferi, kar bo omogočalo meritve na celotnem nebu. Po zaključeni pripravljalni fazi, ki je trajala od 2010, se bomo v letu 2015 v okviru kolaboracije CTA odločili za lokacijo južnega observatorija in začeli z njegovo izgradnjo, ki bo predvidoma trajala pet let. Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev bo v okviru predlaganega infrastrukturnega programa bistveno prispeval tako pri razvoju detektorskih sklopov kot pri izgradnji samega observatorija, okvirni letni infrastrukturni stroški pa bodo 90k EUR. Prve znanstvene rezultate z delno dograjenim observatorijem pričakujemo že v letu 2016. Z observatorijem CTA bo mogoče:

- raziskati izvore kozmičnih žarkov (CR) visokih energij, mehanizme pospeševanja in njihov vpliv na okolico. CTA bo prvi eksperiment z možnostjo detekcije mladih ostankov supernov, ki lahko pospešujejo delce do energij reda velikosti PeV ter dovolj občutljiv, da bo lahko raziskal vpliv CR na različnih skalah, od področij, kjer se formirajo nove zvezde v naši galaksiji do eksplozij zvezd in drugih galaksij oziroma gruč galaksij, kar bo izboljšalo razumevanje povezave med kozmičnimi žarki in formacijo zvezd;
- raziskati lastnosti in raznolikost pospeševanja delcev s črnimi luknjami. Opazovanja bližnjih radijskih galaksij in galaktičnih mikrokvazarjev bodo dala podrobne informacije o tvorbi relativističnih curkov pospešenih delcev, ter o njihovi povezavi z lastnostmi centralne črne luknje. Pričakujemo, da bo CTA izmeril spektre velikega vzorca (nekaj sto) AGN pri z različnimi rdečimi premiki, kar nam bo omogočilo oceno količine izvengalaktičnega svetlobnega ozadja in s tem boljši opis razvoja galaksije in formacije zvezd;
- iskati kandidate za temno snov, kršitev Lorentzove invariance in izvesti druge fundamentalne fizikalne teste. Občutljivost CTA bo zadostovala za indirektno meritev šibko interagirajočih masivnih delcev (WIMP) v območju mas od 100 GeV do 10 TeV, kot so n. pr. nevtrinalini (najbolj popularni kandidati za temno snov). Meritve spektrov in svetlobnih krivulj AGN bodo omogočile iskanja kršitve Lorentzove invariance (in s tem teste efektov kvantne gravitacije) in iskanja aksionom podobnih novih delcev.

### **Podporna računalniška infrastruktura (GRID)**

Za uspešno delovanje obeh velikih raziskovalnih infrastruktur - nadgrajenega Observatorija Pierre Auger in Observatorija CTA je ključna tudi ustrezna IT podpora za analizo meritev. Obe kolaboraciji za to uporabljata tehnologijo GRID, ki je bila razvita za podporo velikih raziskovalnih kolaboracij na trkalniku LHC v Evropskem centru za fiziko osnovnih delcev CERN in temelji na optimalnem izkoriščanju računalniških kapacitet, distribuiranih med večje število institucij na različnih fizičnih lokacijah za doseganje skupnih računskih ciljev. K obema eksperimentoma bomo

prispevali z nadgradnjo platforme GRID na UNG, v katero smo za potrebe PAO že vključeni z manjšim vozliščem (112 procesorjev, brez shranjevalne enote). Vozlišče GRID bomo nadgradili, da bo podpiralo do 10 % računskih potreb CTA in PAO, kar bo v letu 2015 pomenilo nadgradnjo na okoli 200 procesorjev in 100 TB podatkovnega prostora.

#### **1540-012 Laboratorij za kvantno optiko**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za kvantno optiko, se osredotoča na fotoemisijsko spektroskopijo na femtosekundnih skalah s pomočjo generacije visokih harmonikov laserskih pulzov.

Interakcija elektromagnetnega (EM) valovanja s snovjo je temelj praktično vseh raziskav kemijskih in fizikalnih lastnosti materialov. Pri vpadu EM valovanja na površino materiala se lahko EM valovanje od nje odbije ali pa ga material prepusti in pri tem, zaradi dejstva da je hitrost EM valovanja v snovi različna od hitrosti svetlobe v vakuumu, pride do loma. EM valovanje se lahko v snovi delno ali pa v celoti absorbira. Pri tem snov absorbira energijo, zaradi česar lahko v njej pride do znatnih strukturnih in kemijskih sprememb. S pomočjo opazovanj teh sprememb pridemo do pomembnih podatkov o kemijskih in fizikalnih lastnosti materialov. Priljubljena laboratorijska metoda za preučevanje kemijskih lastnosti materialov je rentgenska fotoemisija, ki temelji na fotoefektu (Einstein 1905): pri absorpciji fotona z energijo višjo od izstopnega dela pride do izbitja elektrona iz snovi.

Rentgenska fotoelektronska spektroskopija (ang. X-ray photoelectron spectroscopy - XPS), poznana tudi kot elektronska spektroskopija za kemijsko analizo (ang. electron spectroscopy for chemical analysis - ESCA), se pogosto uporablja za kemijsko analizo površin. Pri tej metodi z energijskim spektrometrom izmerimo kinetično energijo izbitih elektronov. Ker je le-ta odvisna od energijskega stanja iz katerega je elektron izbit, lahko s pomočjo izmerjenih vrednosti ter intenzitet v fotoemisijemskem spektru določimo za kateri element gre, njegovo kemijsko stanje ter vsebnost elementa v snovi. Informacije, ki jih lahko s pomočjo XPS dobimo o površinskih slojih in strukturah tankih filmov, so pomembne v številnih industrijskih aplikacijah kot so: polimerna površinska modifikacija, kataliza, korozija, adhezija, polprevodniški in dielektrični materiali, zaščita elektronskih vezij, magnetni mediji in tanke prevleke, ki se uporabljajo v številnih industrijskih panogah. Energija svetlobnega vira, ki se uporablja v XPS je tipično podana s  $K_{\alpha}$  emisijsko črto aluminija ali magnezija (t.j. 1486 ali 1289 eV). Svetloba takšnih energij je primerna za preučevanje notranjih lupin atomov. Z razvojem "nastavljivih" svetlobnih virov (npr. sinhrotron), ki so sposobni proizvesti svetlobo nižjih energij, so se odprle možnosti tudi za preučevanje zunanij lupin, ki so odgovorne za kemijsko vezavo (npr. značaj vezi v molekularnih orbitalah). Fotoni energije med 10 in 20 eV (t.i. ekstremna ultravijolična svetloba, ang. extreme ultraviolet light - XUV) se uporabljajo pri metodi kotno ločljive fotoemisijске spektroskopije (ang. angle resolved photoemission spectroscopy - ARPES) za preučevanje energijske strukture valenčnih pasov v trdni snovi. Pri fotoemisiji se ohrani komponenta valovnega vektorja elektrona, ki je vzporedna s površino, kar nam omogoča, da izmerimo kinetično energijo elektronov v odvisnosti od njihove gibalne količine. Na ta način lahko neposredno določimo energijsko strukturo vzorcev trdne snovi.

V zadnjih dvajsetih letih je razvoj novih svetlobnih virov, ki lahko proizvedejo sunke svetlobe na femtosekundni skali, močno izboljšal časovno ločljivost meritev elektronskih lastnosti materialov. Do napredka v fotoemisijски spektroskopiji je prišlo predvsem zaradi uporabe visokih harmonikov ultrahitrega laserja kot izvora svetlobe. Generacija visokih harmonikov (ang. high order harmonic generation - HHG) je pojav, pri katerem nastanejo kratki sunki elektromagnetnega valovanja v energijskem območju od XUV pa vse do mehkih rentgenskih žarkov (t.j. od 15 do 80 eV). Komercialni ultrahitri laserski sistemi so ponavadi zasnovani okoli laserja, ki za aktivni medij uporablja titan-safir (Ti:SA), z valovno dolžino 800 nm (1.5 eV). Takšni izvori proizvajajo sunke svetlobe z dolžino manj kot 50 femtosekund in frekvenco ponovitve nekaj kHz. HHG spekter, ki ga lahko s takšnim laserjem generiramo, ni zvezen, ampak sestoji iz vrhov s frekvencami, ki so (lihi) večkratniki osnovne frekvence laserja. Takšne sunke svetlobe lahko uporabljamo na številnih

raziskovalnih področjih, kjer je visoka časovna ločljivost ključnega pomena: od časovno ločljivih meritev odbojnosti do časovno ločljive fotoemisije v trdnih snoveh in plinih. S pomočjo optičnega parametričnega ojačevalca (ang. optical parametric amplifier - OPA) lahko spektralno področje ultrahitrih svetlobnih sunkov zvezno spreminjamo od ultravijolične pa vse do infrardeče svetlobe. Poskuse s fotoemisijo lahko izvajamo stroboskopsko: svetlobni sunek (vidne ali infrardeče svetlobe) vzbudi sistem, s časovnim zamikom (ki je nastavljen) pa za njim na vzorec pošljemo drugi sunek svetlobe, s katerim zaznamo spremembe v elektronski konfiguraciji, ki jih je povzročil prvi sunek (t.i. način "pump-probe"). Z omenjeno metodo lahko preučujemo lastnosti snovi izven termodinamičnega ravnovesja.

V LKO se nahaja svetlobni vir CITIUS, ki deluje po zgoraj opisanem principu in ki omogoča vse prej omenjene študije. CITIUS je sestavljen iz dvostopenjskega ojačanega Ti:SA laserja, ki lahko deluje pri frekvencah ponovitve 50 Hz, 1 kHz, 5 kHz in 10 kHz. Osnovna valovna dolžina laserja je 800 nm, trajanje sunka 35 fs in energija na sunek 3.1 mJ. Delež te energije (2 mJ) se uporablja za generacijo visokih harmonikov z valovno dolžino med 80 in 17 nm. Število proizvedenih fotonov na pulz je med  $10^5$  in  $10^8$ . Preostanek energije sunka se uporablja kot vhodni signal za OPA, ki deluje v spektralnem območju od 230 do 2600 nm in proizvaja  $10^{12}$ - $10^{15}$  fotonov na pulz. Sunek XUV svetlobe proizveden preko HHG ter sunek IR-UV svetlobe proizveden s pomočjo OPA opravita različno pot in se pri meritvah v načinu "pump-probe" združita na vzorcu.

Žarkovna linija, ki se uporablja za monokromatizacijo in prenos fotonov do eksperimentalnih komor, je zasnovana v svojevrstni (v tem trenutku edinstveni) dvojni konfiguraciji: monokromator CITIUS (narejen v Laboratoriju luxor, Padova, Italija) lahko deluje v klasičnem načinu (visoka energijska ločljivost na račun nižje časovne ločljivosti) ali v t.i. "off-plane" načinu (vpadni in uklonjen žarek sta skoraj vzporedna z režami uklonske mrežice), ki, na račun nižje energijske ločljivosti, omogoča visoko časovno ločljivost (nekaj deset femtosekund). CITIUS je obdarjen z vrhunsko eksperimentalno postajo: 1) ARTOF 10K (VG-Scienta) elektronski energijski analizador (ki meri čas preleta elektronov) za kotno in časovno ločljivo fotoemisijo; 2) kriogeni manipulator (zaprt krog He), minimalna temperatura vzorca je 15 K, pet prostostnih stopenj; 3) komora z običajnimi orodji za pripravo vzorcev: segrevanje do 1000 C, ionsko jedkanje, neparjevalniki; 4) neodvisen sistem za XPS, ki vključuje izvor enobarvne rentgenske svetlobe (XR6, ThermoFisher) zasnovan na emisiji Al K<sub>alpha</sub> črte (energija fotonov 1486 eV, energijska ločljivost 0.45 eV, velikost izvora nastavljiva med 200 in 900 μm) in R3000 elektronski spektrometer (VG Scienta, visoko zmogljiva leča, optimizirana transmisija za visoko intenziteto pri UPS, XPS, kotno ločljivi načini:  $\pm 10^\circ$ ,  $\pm 7,5^\circ$ ,  $\pm 5^\circ$ ,  $\pm 3^\circ$ , energijska ločljivost  $< 3$  meV pri 20 eV kinetične energije, kotna ločljivost  $< 0.1^\circ$ )

#### **1540-011 Laboratorij za raziskave materialov**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za raziskavo materialov, se osredotoča na elektronsko mikroskopijo. Center za elektronsko mikroskopijo sestavljata dva laboratorija za elektronsko mikroskopijo ter prostori za pripravo vzorcev s pripadajočo opremo.

**V Laboratoriju z vrstičnim elektronskim mikroskopom (SEM)** imamo JSM-7100 F (Jeol) mikroskop na poljsko emisijo, ki ima vpadni žarek z energijskim razponom med 0.1 in 30 keV. Zaradi širokega elektronskega toka na vzorec (5 – 400 nA) je SEM primeren tako za elektronske slike z visoko ločljivostjo (ločljivost 1.2 nm at 30 KeV) kot tudi za mikroanalizo. Tehnologija Gentle-Beam omogoča visoko ločljivost tudi pri nizki napetosti, kar je prikladno za materiale, ki se zlahka poškodujejo, ali v primeru neprevodnih vzorcev. Sistem je opremljen z detektorjem X-žarkov (X-Max 80, Oxford Instrument) za Energijsko Disperzivno X-žarkovno spektroskopijo (EDX), ki omogoča analizo elementne sestave ter mapiranje. Mikroskop je opremljen tudi s katodoluminiscenčnim spektrometrom (MonoCL 4, Gatan) za analizo emitirane svetlobe v vidnem delu spektra (katodna luminiscenca, CL), ki omogoča lokalno CL spektroskopijo ter CL mapiranje, tako s pankromatično kot monokromatično metodo. Za pripravo vzorcev sta namenjena dva instrumentalni enoti:

- ena enota (PECS, Gatan) za nanose na kovine (ali na ogljik) s štirimi različnimi tarčinimi materiali (C, Cr, Pt, Au/Pd), ki omogočajo depozicijo prevodnih nanosov z visoko natančnim nadzorom debeline (<1 nm). V istem sistemu se lahko izvaja jedkanje površine z  $\text{Ar}^+$  (ali  $\text{I}^+$ ) ioni.
- ena enota za pripravo ultra-ravnega prereza (Jeol) s pomočjo tanjšanja preko mletja z ioni  $\text{Ar}^+$ .

**V Laboratoriju s presevnim elektronskim mikroskopom (TEM)** imamo JEM 2100 F mikroskop na poljsko emisijo opremljen z elektronsko optiko z ultra visoko ločljivostjo. Najvišja napetost elektronov je 200 keV. Največja ločljivost v TEM metodi je 0.1 nm, s katero je analiza kristalne strukture na ravni ločljivosti atomov lahko dostopna. TEM elektronske slike so pridobljene digitalno, preko CCD kamere (Orius-832, Gatan). Instrument je opremljen z enoto za vrstično presevno elektronsko mikroskopijo (Scanning Transmission Electron Microscopy - STEM) z detektorjem za opazovanje v svetlem polju ter tudi s krožnim detektorjem za opazovanje v temnem polju. To omogoča izvedbo STEM slik (z ločljivostjo 0.2 nm) ter mikroanalizo. Za mikroanalitične namene je sistem opremljen z X-Max 80 X-žarkovnim detektorjem (Oxford Instrument) za lokalno EDX spektroskopijo ter ploskovno porazdelitve kemijskih elementov. Za pripravo TEM vzorcev imamo na voljo številne naprave: žago z diamantno žico, ultrasonični rezalni disk, brusilni disk ter erozijski brusilnik. Natančni  $\text{Ar}^+$  ionski polirni sistem (PIPS II, Gatan) je na voljo za zadnjo stopnjo tanjšanja vzorcev.

#### **1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi in ki se osredotoča na merjenja in karakterizacijo molekul in kristalov predstavljata dva sklopa: sistem za določevanje transportnih lastnosti organskih tankih slojev, ki obravnava transport električnega naboja v sistemu molekul in mikroskop na atomsko silo, ki omogoča karakterizacijo morfoloških in električnih značilnosti površin trdnih in bioloških vzorcev na molekularni skali.

#### **Sistem za določevanje transportnih lastnosti organskih tankih slojev**

Sistem omogoča izdelavo in karakterizacijo transporta električnega naboja v tankih organskih polprevodniških slojih. Transport električnega naboja v organskih polprevodnikih poteka s poskakovanjem (ang. hopping), kar je posledica relativno šibkega prekrivanja elektronskih valovnih funkcij na molekulah. Običajno so tovrstni tanki sloji tudi neurejeni, kar še poveča odstopanja od koherentnega Blochovega transporta, ki je značilen za anorganske polprevodniške kristale.

Karakterizacija transporta naboja po organskih polprevodnikih zaradi tega zahteva posebno teoretsko obravnavo, saj teorije, kot je npr. teorija termoionske emisije, ne upoštevajo diskretnega značaja transportnih stanj, ampak privzamejo pasovno energijsko strukturo. Pri eksperimentalni obravnavi transporta naboja v organskih polprevodnikih pa je treba upoštevati posebnosti kot so relativno visoke spremembe električnega potenciala na stiku med kovino in OP in poskakovanje, ki je odvisno od električnega polja, zaradi česar je transport močno spremenjen v režimu visokih koncentracij naboja. Obe posebnosti v našem sistemu rešujemo z uporabo fotonov za kreacijo nosilcev električnega naboja in z merjenjem časa preleta nosilcev naboja v električnem polju med dvema elektrodama. Posebnost našega sistema je v tem, da omogoča merjenje časa preleta nosilcev naboja v strukturah s koplanarnima elektrodama, ki so po v električnem smislu bolj podobne običajnim tankoslojnim tranzistorjem, kot bolj običajne strukture s planparalelnima elektrodama. Strukture s koplanarnimi elektrodami tudi omogočajo študij transporta naboja v območju debelin OP slojev, ki so tik nad perkolacijskim robom, ko je vzpostavljena perkolacijska povezava med obema elektrodama, se pravi pod eno molekularno plastjo.

Sistem je sestavljen iz sunkovnega NdYAG laserja (Ekspla NT-342A), ki je frekvenčno potrojen in omogoča spreminjanje valovne dolžine v območju med 200 nm in 1100 nm. Trajanje sunka 3 ns.

Laserski žarek je speljan v komoro, napolnjeno z dušikom (ang. glove box), proizvajalca JACOMEX, v kateri so nameščene merilne konice Signatone SP-100, ki služijo merjenju tokov fotovzbujenih nosilcev naboja in priključevanju električne napetosti med elektrodi. Merjenje električnih tokov poteka preko ozkopasovnega nizkošumnega ojačevalca po nizkošumnih kabljih do 2.5 GHz osciloskopa LeCroy WavePro 725i.

V komori je poleg merilnega mesta nameščen celoten sistem za izdelavo tankih OP slojev, ki je sestavljen is naprave za rotacijsko nanašanje iz raztopine Laurell WS-400 Lite in vakuumski naporjevalnik 5Pascal 5PA-coater s tremi naporjevalnimi izvori (dva uporovna in en elektronski top) in kvarčnim merilnikom debeline. Poleg tega, sta v komoro speljani tudi okni za sončni simulator Photo Emission Tech SS50AAA in monokromator CVI DK240 s Xe žarnico, tako da lahko izvedemo popolno karakterizacijo organskih sončnih celic ne da bi jih izpostavili atmosferi. Celotnemu sistemu pripada še bonder z Al žico za izdelavo električnih kontaktov.

### **Mikroskop na atomsko silo**

Mikroskop na atomsko silo (Veeco CP-II) uporabljamo predvsem za študij začetnih faz rasti OP in morfoloških značilnosti površin nanostrukturiranih materialov iz drugih raziskovalnih enot Univerze v Novi Gorici. Vertikalna ločljivost znaša 0,2 nm, lateralna pa 0,7 nm. Pri nekaterih vzorcih, npr. grafit je pod ustreznimi atmosferskimi pogoji mogoča atomska ločljivost. Mikroskop je opremljen s priključki, ki omogočajo zaznavanje vertikalnega pomika konice (topografija), torzije (trenje), faze, električne prevodnosti, električnega polja, kapacitete med konico in vzorcem. Lahko deluje v kontaktem in brezkontaktnem načinu. Opremljen je z dvema premikaloma vzorcev (ang. scanner), ki omogočata pomike do 4  $\mu\text{m}$  in do 126  $\mu\text{m}$ . Z uporabo tekočinske celice lahko opazujemo tudi biološke vzorce, ki bi v odsotnosti fiziološke raztopine razpadli.

### **1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za raziskave v okolju se osredotoča na karakterizacijo snovi na molekularnem kot tudi na supramolekularnem nivoju ter karakterizacijo materialov s poudarkom na okoljskih aplikacijah. Vse razpoložljive metode lahko uporabljamo za karakterizacijo snovi in procesov, ki so vezani za raziskovalno dejavnost laboratorija ter drugih oddelkov Univerze v Novi Gorici ali zunanjih uporabnikov v Sloveniji in tujini s sorodnimi raziskovalnimi usmeritvami, kot tudi za porabe splošne kemijske analize najrazličnejših vzorcev.

S spektrometrom za lasersko sunkovno fotolizo omogočamo proučevanje načinov razpada snovi pod vplivom UV svetlobe in s tem povezanih hitrih fotokemijskih reakcij v tekočinah. Sistem omogoča vzbujanje z nanosekundnimi sunki svetlobe z valovno dolžino 266 in 355 nm ter meritve prehodne absorbance na osnovi katere lahko predpostavimo razpad vzbujenih molekul preko tripletnih ali singletnih stanj na časovni skali nekaj 10 ns do nekaj mikrosekund. Te lastnosti so ključne za razumevanje fotokemijskih pretvorb snovi v okolju, fotostabilnosti različnih materialov, učinkovitosti fotokatalitskih materialov ter procesov kot je npr. optodinamična terapija.

Pri izdelavi in uporabi fotokatalizatorjev uporabljamo naj sodobnejše instrumente za infrardečo FTIR in UV-Vis spektrometrijo za ugotavljanje kemijske sestave in optičnih lastnosti fotokatalizatorjev. Njihovo vzdržljivost proučujemo v klimatski komori, ki omogoča testiranje vplivov klimatskih dejavnikov kot so temperatura, vlažnost in intenziteta svetlobe, ki so programsko nastavljivi in kontrolirani. Merilec kontaktnih kotov omogoča določanje hidrofilitnosti in s tem povezane samočistilnosti nanoslojnih fotokatalitskih prevlek. Pokazatelj učinkovitosti fotokatalizatorjev je stopnja mineralizacije snovi v procesu razgradnje, ki jo lahko zasledujemo z analizatorjem skupnega organskega ogljika (TOC) in dušika (TON) ali ionskim kromatografom IC. Posamezne razpadne produkte, ki nastajajo v procesih razgradnje ali fotokemijskih pretvorb pa določamo z uporabo tekočinskega kromatografa HPLC, ki je opremljen s fluorescenčnim detektorjem in detektorjem z diodnim nizom DAD, plinskega kromatografa GC z detektorjem na zajetje elektronov in plamensko ionizacijskim detektorjem ter plinskega kromatografa GM-MS z masno selektivnim detektorjem.



Instrument GC-MS lahko tudi direktno povežemo na fotoreaktorske sisteme za čiščenje plinov in zraka.

Pri fotokatalitskem čiščenju je pomembno tudi ugotavljanje učinkovitosti pri odstranjevanju toksičnih snovi kar omogočamo s standardiziranimi toksikološkimi testi, ki jih izvajamo na Lumistox instrumentu za meritve luminiscence bakterij *Vibrio fischeri* ter Tecan čitalcu mikrotitrskih plošč na katerem smo razvili tudi nov test za ugotavljanje baktericidnih učinkov fotokatalizatorjev na osnovi titanovega dioksida. Vsa navedena kromatografska oprema je primerna tudi za kemijsko analizo in določevanje polutantov ter toksičnih in bioaktivnih snovi v najrazličnejših okoljskih vzorcih, bioloških tkivih in tekočinah ter vzorcih hrane.

Posebno skupino instrumentalnih metod predstavljajo t.i. optotermične spektroskopske metode, pri katerih uporabljamo edinstvene spektrometre, ki smo jih konstruirali sami in jih imajo na razpolago le redki laboratoriji v svetu. Pri teh za vzbujanje uporabljamo laserje, ki so lahko tudi samostojni vir svetlobe za druge aplikacije v spektroskopiji in fotokemiji: Ar-ionski laser (2 W, 468-515 nm), Ar-ionski laser s podvojeno frekvenco (20 W, 244 nm, Vis), Kriptonski laser (5 W, 407, 413, 647, 676 nm), He-Ne laser (35 mW, 633 nm) in Excimerni laser (XeCl, 308 nm, 100 mJ, 10 ns) z barvilnim laserjem (30 mJ, Vis). Na osnovi navedenih laserjev imamo postavljene tri spektrometre na toplote leče (TLS) ter TLS mikroskop in spektrometer na optotermični odklon (BDS) uporabljamo pa tudi komercialni TLS mikroskop z vzbujanjem pri 540 nm (15 mW). S spektrometrijo TLS lahko opravljamo meritve ekstremno nizkih koncentracij snovi (< 1 ng/mL) v tekočih vzorcih saj tehnika TLS omogoča zaznavanje absorbanc nižjih od  $10^{-6}$ , za analizo pa je potrebno le nekaj  $\mu$ L vzorca. Hitra odzivnost signala TLS (nekaj ms) omogoča tudi meritve v pretočnih sistemih za injekcijsko analizo FIA in v kombinacijah s tehnikami tekočinske kromatografije HPLC-TLS in IC-TLS. Spektrometrija TLM omogoča direktne meritve v živih celicah, najbolj pa je uporabna za detekcijo v mikrofluidnih sistemih, ki omogočajo samo kemijsko analizo ali pa študij procesov difuzije v binarnih sistemih tekočin kot tudi študij transporta snovi preko celičnih membran.

Tudi metoda optotermičnega odklona BDS spada med zelo občutljive in natančne metode merjenja, ki temeljijo na optotermičnih učinkih in ponuja sočasno določanje spektroskopskih (ekstinkcijski koeficient, energija elektronskih prehodov) in toplotnih parametrov (toplotno difuzivnost in prevodnost), kot tudi parametrov, ki so odvisni od teh lastnosti (poroznost, hrapavost površine) z občutljivostjo, ki je ni mogoče doseči z običajno uporabljenimi tehnikami. BDS ponuja nov komplementaren, nekontakten in nedestruktiven pristop k proučevanju optičnih in transportnih pojavov v različnih materialih kot so npr. fotokatalizatorji, organski polprevodniki ali kompozitni materiali za medicinsko protetiko.

## **b. PRIKAZ INFRASTRUKTURNE PODPORE RAZISKOVALNI DEJAVNOSTI IN DRUGIM UPORABNIKOM (vsaj ena od točk 11-15 mora biti opisana)**

### **11. Infrastrukturni program v največjem obsegu predstavlja podporo raziskovalne dejavnosti**

- A. podpora raziskovalnim programom, ki vsebujejo elemente instrumentalnega centra ali znanstvene zbirke,
- B. podpore znanstvenim zbirkam (zbirke podatkov, sort, znanstvenih publikacij in podobno),
- C. popularizacije znanosti (tako v laični kot strokovni javnosti, v Sloveniji in v tujini) in
- D. instrumentalne podpore (raziskovalna oprema večje vrednosti).

### **12. Prikaz podpore infrastrukturnega programa raziskovalnim programom<sup>8</sup>**

SLO

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD), neposredno podpira raziskovalna programa

- **P1-0031** "Astrofizika osnovnih delcev" ter
- **P1-0358** "Daljinsko zaznavanje atmosferskih lastnosti".

V okviru programa P1-0031 "Astrofizika osnovnih delcev" proučujemo pojave na ekstremnih energijskih skalah v naravi, njegova glavna cilja pa sta o raziskave kozmičnih žarkov ekstremnih energij (UHECR) in gama žarkov zelo visokih energij (VHE). Raziskovalne dejavnosti potekajo v okviru dela mednarodnih znanstvenih kolaboracij Pierre Auger, CTA, Fermi-LAT in Belle2. Program P1-0358 "Daljinsko zaznavanje atmosferskih lastnosti" se navezuje na naše aktivnosti v okviru kolaboracije Pierre Auger, kjer kot medij za detekcijo kozmičnih žarkov ekstremnih energij uporabljamo atmosfero. V okviru tega programa proučujemo atmosferske procese in metode njihovega daljinskega zaznavanja, ki so samostojen prispevek k znanosti, hkrati pa pripomorejo tudi k študiju lastnosti kozmičnih žarkov ekstremnih energij.

#### **1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), je tesno povezan s programom

- **P1-0055** "Biofizika polimerov, membran, gelov, koloidov in celic",

v okviru katerega izvajamo eksperimente, ki so usmerjeni v raziskovanje načina transporta nosilcev električnega naboja po tankih slojih organskih polprevodnikov. Razpoložljiva oprema nam omogoča, da lahko preučujemo transportne lastnosti fotovzbujenih nosilcev naboja, se pravi v režimu nizkih koncentracij nosilcev električnega naboja. Ker imamo na razpolago vir svetlobe s spremenljivo valovno dolžino lahko merimo tokove nosilcev naboja, ki so bili vzbujeni na različno visoke energijske nivoje in s tem zasledujemo učinke energijske porazdelitve transportnih stanj. To je posebej pomembno pri raziskavah transportnih lastnosti mešanic med grafenom in organskimi polprevodniki. Grafenski nanodelci namreč predstavljajo območja z pomembno višjo gibljivostjo nosilcev naboja glede na gibljivost v matriki organskega polprevodnika. Poleg tega so njihove optične lastnosti različne od optičnih lastnosti organskih polprevodnikov, saj izkazujejo pretežno absorpcijo v modrem in ultravijoličnem delu spektra. Znotraj programa se tudi ukvarjamo s študijem začetnih faz rasti pentacena na grafenu. V LFOS smo osvojili pripravo enoslojnih grafenskih kosmičev, ki jih uporabljamo kot podlogo za naprejevanje pentacenskih slojev. Morfologijo neparjenih slojev preiskujemo z mikroskopom na atomsko silo. Z natančno statistično analizo porazdelitve otokov pentacena na grafenu smo nedavno pokazali, da je velikost in gostota pentacenskih otokov, katerih debelina znaša eno molekulo različna med enoslojnim in dvoslojnim grafenom.

#### **1540-011 Laboratorij za raziskave materialov**

Center za elektronsko mikroskopijo pripomore k raziskovalni aktivnosti raziskovalnega programa

- **P2-0377** "Heterogeni fotokatalitični procesi: pridobivanje vodika, čiščenje vode in zraka"

s tem, da zagotavlja natančno karakterizacijo sintetiziranih materialov. SEM laboratorij je izjemno vsestranski saj omogoča karakterizacijo številnih lastnosti sintetiziranih nano sistemov: velikost in obliko fotokatalitičnih nanodelcev, porazdelitev velikosti pri skupkih nanodelcev, aglomeracijo in interakcije s specifičnimi podlagami, debelino in morfologijo nanešenih fotokatalitičnih filmov, kvantitativno določitev koncentracije elementov, ploskovno porazdelitve kemijskih elementov. Nadalje, CL analiza podaja dostop do dodatnih informacij o optičnih in emisijskih lastnostih materialov ter o učinku dopantov in strukturnih defektov. TEM laboratorij pripomore k aktivnosti raziskovalnega programa z ekstremno visoko-ločljivo karakterizacijo sintetiziranih materialov. S tem se ne določa samo morfologija nano-objektov (velikost in oblika), ampak tudi kristalna struktura, strukturni defekti, meje zrn, ..., ki so lahko preučevani na atomski skali. Kombinacija z STEM and EDX mikroanalizo doprinese možnost opraviti ploskovno porazdelitve kemijskih elementov z ločljivostjo nekaj nanometrov, kar omogoča karakterizacijo fotokatalitičnih mešanic in heterogenih nanostruktur (npr. core-shell nanostruktur).

#### **1540-001 Laboratorij za v okolju**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za raziskave v okolju (LRO), neposredno

podpira izvajanje nasprednjih raziskovalnih programov:

- **P1-0034** "Analitika in kemijska karakterizacija materialov in procesov", v okviru katerega v LRO razvijamo nove visoko občutljive metode laserske detekcije na osnovi optotermičnih pojavov. Nove metode zagotavljajo spodnjo mejo detekcije, ki je dva do tri velikostne razrede nižja od meje detekcije, ki jo zagotavljajo klasične transmisijske tehnike, analizo pa lahko opravimo že v vzorcu prostornine manj kot 1 uL. Tehnika optotermičnega odklona pa omogoča tudi neporušno globinsko analizo optičnih in transportnih lastnosti trdnih materialov. Med kemijskimi procesi proučujemo predvsem transport snovi v sistemih kot so celične membrane ali difuzija v binarnih tekočinah.
- **P1-0030** "Razvoj materialov po sol-gel postopkih in njihova uporaba v sistemih za izkoriščanje nekonvencionalnih virov energije", v okviru katerega nas pri raziskavah, ki jih opravlja LRO, zanimajo predvsem procesi fotokemijske in fotokatalitske razgradnje in pretvorb snovi v okolju ter postopkih čiščenja odpadnih vod z izkoriščanjem sončne energije. Povdarek pri tem pa dajemo nastanku, stabilnosti in pretvorbam metabolitov ter raziskavam njihove toksičnosti na molekularnem in celičnem nivoju, kot tudi na nivoju organizmov.
- **P2-0377** "Heterogeni fotokatalitični procesi: pridobivanje vodika, čiščenje vode in zraka", opis tega programa je podan že v sklopu aktivnosti infrastrukturne podpore LRM.

### 13. Prikaz podpore infrastrukturnega programa znanstvenim zbirkam<sup>9</sup>

SLO

#### 1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

Oba observatorija, Pierre Auger (PAO) in Cherenkov Telescope Array (CTA) sta instrumenta velikih mednarodnih raziskovalnih kolaboracij, ki zaradi dolžine obratovanja (okoli 20-30 let), velikosti in občutljivosti producirata velike podatkovne zbirke astronomskih in astrofizikalnih podatkov. Za njihovo obdelavo (shranjevanje, prenos z lokacije observatorija in analizo) je potrebna znatna podpora s strani informacijsko-komunikacijskih tehnologij, ki je kot podpora z distribuiranim sistemom GRID vključena v predlog infrastrukturnega programa. Rezultat analize več desetletne zbirke meritev bo v primeru CTA zbirka astrofizikalnih izvorov gama žarkov visokih energij in drugih objektov, v primeru PAO pa zbirka izvorov kozmičnih žarkov ekstremnih energij. Obe zbirki bosta trajno vključeni v kataloge astrofizikalnih izvorov pri visokih in ekstremnih energijah.

### 14. Prikaz podpore infrastrukturnega programa državnim in drugim vladnim organom ali reso

SLO

Predlagan infrastrukturni program je v skladu s strateškimi dokumenti in politikami Slovenije in EU na področju znanosti, raziskav in inovativnosti ter bo pomembno prispeval k doseganju opredeljenih ciljev. Infrastrukturni program bo omogočil UNG, da se še bolj osredotoči na zadovoljevanje lokalnih, regionalnih, nacionalnih in evropskih razvojnih potreb ter tako omogoči doseganje sinergij z nacionalnimi in evropskimi politikami in razvojnimi programi. Za uspešnost v globalnem svetu je potrebna odličnost v svetovnem merilu. Pomanjkanje kritične mase in omejena sredstva v manjših in manj razvitih regijah zaradi kompleksnosti znanstvenih problemov in velikosti potrebnega vlaganja v infrastrukturo govorijo v prid koncentraciji znanja in kompetenc na izbranih področjih. Taka zasnova specializacije države ali regije, ki izkorišča lokalne prednosti, danosti in značilnosti ter preteklo vlaganje v vzpostavitev zmogljivosti in znanstvene odličnosti, omogoča nastanek kakovostne domače kompetence in vodilnega mesta na teh področjih, ob kar najsmotnejši uporabi finančnih sredstev.

**Pametna specializacija Slovenije** poudarja pomen povezovanja z okoliškimi regijami in komplementarno razvijanje raziskovalnih zmogljivosti ter sodelovanje na področju raziskav, razvoja in inovacij. V zadnjem osnutku dokumenta je bil kot izredno pomemben raziskovalni potencial prepoznani svetlobni vir CITIUS, ki predstavlja enega od ključnih elementov predlaganega infrastrukturnega programa. Projekt CITIUS je ključno prispeval k razvoju Centra za mikroskopijo in spektroskopijo na Univerzi v Novi Gorici, in sicer v tesnem sodelovanju s Sincrotronom v Trstu, zaradi česar je celotno območje na evropski ravni bolj konkurenčno in privlačnejše.

Predlagan infrastrukturni program bo pomembno prispeval k doseganju cilja **Raziskovalne in inovacijske strategije Slovenije 2011-2020**, ki je vzpostavitev sodobnega raziskovalnega in inovacijskega sistema, ki bo omogočal višjo kakovost življenja za vse, s kritično refleksijo družbe, učinkovitim reševanjem družbenih izzivov in dvigom dodane vrednosti na zaposlenega ter zagotavljanjem več in kakovostnejših delovnih mest.

Infrastrukturni program UNG bo omogočil trajnost vzpostavljenega raziskovalnega in inovacijskega sistema vzpostavljenega na UNG, ki so ga sooblikovali različni deležniki in je odprt svetu. Ta sistem je v službi družbe, odzival se na potrebe in hotenja državljanov, še posebej gospodarstva ter omogoča reševanje družbenih izzivov prihodnosti, kakršni so podnebne spremembe, energija, pomanjkanje virov, zdravje in staranje. Kot rezultat se v družbi povečuje ugled in privlačnost dela raziskovalcev, razvojnikov in inovatorjev.

Vključenost deležnikov v vzpostavitev infrastrukture in v izvajanje predlaganega infrastrukturnega programa preprečuje podvajanje in hkrati omogočala doseganje sinergijskih učinkov. Povečanje ugleda in privlačnost poklica raziskovalca in raziskovalke, se lahko poveča tudi zaradi ugodnih infrastrukturnih, ki omogočajo učinkovito in uspešno izvajanje najzahtevnejših raziskav. Država je postavila raziskave in inovacije v središče razvojnih politik in naj bi jih tudi ustrezno finančno podprla. Cilj do leta 2020 je 1,5 % BDP namenjenega za raziskave in inovacije.

#### **1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Infrastrukturni program IO-0033 "Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici" bo omogočal izvajanje sporazuma med Vlado Republike Slovenije in Kolaboracijo Pierre Auger (Agreement for the Organization, Management and Funding of the Pierre Auger Observatory). Še naprej bo podpiral tudi uspešno 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, ki se odraža v več dosedanjih skupnih znanstvenih objavah ter v vzpostavitvi skupnega atmosferskega in okoljskega observatorija na Otlici nad Ajdovščino (<http://www.ung.si/sl/raziskave/center-za-raziskave-atmosfera/observatorij-otlica/>).

### **15. Prikaz podpore infrastrukturnega programa popularizaciji znanosti<sup>11</sup>**

SLO

Predlagan Infrastrukturni program bo Univerzi v Novi Gorici omogočil ojačanje komunikacijskih aktivnosti, ki so usmerjene v povečevanje zavedanja o znanstveni odličnosti, izkoriščanja in uporabe raziskovalnih rezultatov ter diseminacijo znanja, ki nastaja na Univerzi. Komunikacijske aktivnosti so načrtovane tako, da omogočajo doseganje vseh pomembnih ciljnih skupin, vključevanje pomembnih deležnikov in še posebej splošne javnosti. Vidnost znanstvene odličnosti in raziskovalnega potenciala UNG bomo povečevali s pomočjo organizacije dogodkov, ki so namenjeni ozaveščanju splošne in zainteresirane javnosti o pomenu znanstvenega raziskovanja za zagotavljanje trajnostnega razvoja, inovativnosti in gospodarske rasti.

UNG bo v prihodnosti posvečala posebno pozornost ozaveščanju splošne javnosti o dejstvu, da vrhunska znanost ne obstaja sama zase, ampak omogoča povečevanje konkurenčnosti gospodarstva, odpira nove zaposlitvene možnosti, omogoča boljše varovanje okolja ter nenazadnje višjo kakovost življenja za vse. Specifična cilja komunikacijskih aktivnosti sta promocija izmenjave znanja med Univerzo in gospodarstvom ter povečanje zavedanja javnosti o pomenu znanosti in raziskovanja za družbeni razvoj.

Obveščanje javnosti o znanstvenih dosežkih, še posebej tistih ki jih je mogoče takoj in neposredno uporabiti za razvoj novih inovativnih produktov in storitev prinaša pozornost nacionalnih in lokalnih

oblasti, drugih javnih in zasebnih virov financiranja, potencialnih industrijskih in raziskovalnih partnerjev, povečuje zanimanje talentiranih študentov za nadaljevanje znanstvene kariere in povečuje ugled raziskovalne organizacije v lokalnem, nacionalnem in mednarodnem okolju. Pomeben del obveščanja javnosti o znanstvenih dosežkih predstavlja poudarjanje pomena raziskovalne infrastrukture, ki omogoča raziskovanje na najvišjem nivoju. Večji ugled posledično omogoča Univerzi iskanje nekonvencionalnih virov financiranja, ki dopolnjujejo javna sredstva, med drugim tudi lažje oblikovanje skupnih raziskovalnih projektov z gospodarstvom ter nenazadnje sklepanje sporazumov o sodelovanju med Univerzo in zainteresiranimi podjetji, ki za svoj razvoj potrebujejo vrhunske raziskave.

Povečevanje izobraženosti prebivalstva in ustvarjanja navdušenja za znanost zahteva nagovarjanje splošne javnosti z uporabo vseh razpoložljivih sredstev, zato načrtujemo specifične aktivnosti diseminacije v vseh sodelujočih RO, in sicer:

#### **1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev ima neposredni vpliv na gospodarstvo in družbo v celoti preko prenosa znanja in naprednih tehnologij, ki so navoljo v mednarodnih kolaboracijah Pierre Auger (PAO) in Cherenkov Telescope Array (CTA), iz akademskega sveta v prakso. Možnosti prenosa znanj iz mednarodnih kolaboracij že izkoriščamo, primer je atmosferski observatorij na Otlici nad Ajdovščino, ki kot posledica raziskav in monitoringa atmosfere na Observatoriju P. Auger v Argentini. Indirekten vpliv infrastrukturnega programa bo tudi kompetitivna udeležba Slovenije in slovenskih raziskovalcev pri izgradnji velikih mednarodnih raziskovalnih infrastruktur. Za UNG in Slovenijo v celoti se bo še utrdil status visokotehnološke in k raziskavam usmerjene države, kar bo nedvomno pripomoglo k nadaljnjim znanstvenim, ekonomskim in finančnim povezavam po svetu. Dodamo naj še, da so tematike, ki jih pokrivata PAO in CTA, in v okviru katerih bodo po pričakovanjih njuni rezultati prinesli bistven napredek, pomembno prispevala k opisu osnovnih interakcij med osnovnimi delci v naravi. Raziskave te vrste imajo trajen vpliv na vse sloje družbe, saj poglobljeno razumevanje narave neizbežno vodi k razvoju orodij in konceptov, ki bodo koristni za družbo kot celoto.

#### **1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), zlasti mikroskop na atomsko silo je zelo priljubljen med srednješolsko mladino. LFOS je tako organiziral več skupinskih delavnic, ki so se jih udeležili dijaki iz gimnazij v regiji, na katerih so spoznavali principe delovanja mikroskopa na atomsko silo in opazovali morfološke značilnosti tankih organskih slojev na nanometerski skali.

#### **1540-011 Laboratorij za raziskave materialov**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za raziskave materialov (LRM), je bil že od vsega začetka namestitve raziskovalne infrastrukture marca 2014 redno vključen v aktivnosti za popularizacijo znanosti, kot so obiski srednješolcev, teden Univerze v Novi Gorici in predstavitve za ostalo neznanstveno javnost. Vzpostavili smo tudi sodelovanje s Centrom za Humanistiko UNG ter elektronsko mikroskopijo uporabljamo kot komponento v umetniških (likovnih) delih. Mikroskop SEM je izjemno primeren za predstavitve splošni javnosti, saj je mogoče pregledovanje celo neposredno objektov iz vsakodnevnega življenja pred samim občinstvom. Veliko pozornosti pritegne tudi mikroskop TEM, saj tudi splošno javnost zanima vizualna podoba snovi na atomskem nivoju.

#### **1540-012 Laboratorij za kvantno optiko**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za kvantno optiko (LKO), je aktiven v številnih projektih prenosa znanja o inovativnih svetlobnih virih in njihovih aplikacijah v majhna in srednje velika podjetja, univerze in šole. Na Univerzi v Novi Gorici so bila organizirana številna srečanja, seminarji in konkretni poskusi, katerih namen je bil zmanjšati razkorak med znanstveniki in "resničnim svetom". Nekaj malih in srednje velikih podjetij je pokazalo zanimanje za uporabo

svetlobnega vira CITIUS za preučevanje in izboljšanje lastnosti njihovih proizvodov.

#### **1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju**

Infrastrukturo infrastrukturnega programa Laboratoriju za raziskave v okolju (LRO) intenzivno izkoriščamo za popularizacijo naravoslovnih znanosti in tehnike preko dejavnosti, ki jih izvajamo za osnovnošolsko in srednješolsko mladino ter poleg rednih študijskih dejavnosti tudi za študente na različnih nivojih študija. Te dejavnosti vključujejo naravoslovne dneve, ki jih organiziramo za srednje šole iz praktično vse Slovenije, delavnice za osnovne in srednje šole, mednarodne poletne šole za srednješolce (v sodelovanju z Zvezo organizacij za tehnično kulturo Slovenije - ZOTKS) in študente, ter pomoč v obliki mentorstev in razpoložljivosti raziskovalne opreme za tekmovanja mladih raziskovalcev v okviru programa ZOTKS "Znanost Mladini".

Pričakujemo, da bodo komunikacijske aktivnosti ustvarile učinkovit tok informacij o ciljih in rezultatih raziskovalnega dela na UNG, njenega prispevka k odličnosti slovenske znanosti ter pomenu raziskovalnega dela in koristih, ki jih imajo od tega vsi prebivalci Slovenije.

### **16. Prikaz instrumentalne podpore infrastrukturnega programa<sup>12</sup>**

*SLO*

#### **1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD), ima naslednjo večjo in z instrumentacijo opremljeno raziskovalno infrastrukturo:

- **Observatorij Pierre Auger**, ki je največji observatorij za kozmične žarke na svetu in se nahaja v provinci Mendoza v Argentini. Izgradnja observatorija je stala 50 M EUR, predvidena nadgradnja, ki zajema predelavo sklopa talnih detektorjev, da bo omogočal mionsko identifikacijo ter fluorescentnega sklopa, da bo omogočal večji časovni delež meritev, pa še nadaljnih 10 - 20 M EUR. UNG bo z raziskavami in razvojem v svojih laboratorijih v Sloveniji ter v sodelovanju z LIP, Portugalska in Institutom Jožef Stefan bistveno prispevala k nadgradnji.
- **Observatorij Otlica** služi kot testni laboratorij za razvoj sistemov za daljinsko zaznavanje atmosfere na Observatoriju Pierre Auger. Na observatoriju so bile poleg tega izvedene tudi nekatere izvirne študije atmosferskih procesov v Sloveniji, kot so n. pr. podrobna meritev višinskih profilov vsebnosti vulkanskega pepela in meritev dinamike višine planetarne mejne plasti nad mejo morje kopno.
- **Observatorij CTA** za meritve gama žarkov visokih energij. Observatorija bosta dva, in sicer eden na severni in eden na južni polobli, vsak pa bo vseboval polje nekaj sto Čerenkovih teleskopov. Izgradnja južnega observatorija se bo pričela leta 2015, že leta 2016 pa naj bi z delno dograjenim observatorijem začeli z meritvami. UNG bo z raziskavami in razvojem v svojih laboratorijih v Sloveniji ter v sodelovanju z Università di Udine, Italija in Institutom Jožef Stefan bistveno prispevala k izgradnji, še posebej na področju polvodniških detektorjev svetlobe za teleskope Čerenkova.
- **Računalniško vozlišče GRID** je na splošno osnova za izvedbo podatkovno in računsko intenzivnih eksperimentov, kot so eksperimenti v fiziki in astrofiziko osnovnih delcev in bo bistveno tako pri optimizaciji izgradnje nove infrastrukture PAO in CTA kot analize meritev. Prispevali bomo okoli 10% k celotnim potrebam obeh eksperimentov, vozlišče pa bo v okviru ARNESove gruče SiGRID na voljo tudi ostalim akademskim uporabnikom v Sloveniji.

#### **1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), ima naslednjo instrumentacijo:

##### **Sistem za meritve transporta naboja v organskih polprevodnikih**

- sunkovni NdYAG laser (Ekspla NT-342A), ki je frekvenčno potrjen in omogoča spreminjanje



valovne dolžine v območju med 200 nm in 1100 nm. Trajanje sunka 3 ns.

- Merilno mesto v komori, napoljnjeni z dušikom (ang. glove box), proizvajalca JACOMEX. Merilno mesto vsebuje merilne konice Signatone SP-100
- Ozkopasovni nizkošumni ojačevalec
- 2.5 GHz osciloskop LeCroy WavePro 725i
- Sončni simulator Photo Emission Tech SS50AAA in monokromator CVI DK240 s Xe žarnico

#### **Sistem za pripravo tankoplastnih transistorjev in sončnih celic**

- Sistem za izdelavo tankih OP slojev, ki je sestavljen is naprave za rotacijsko nanašanje iz raztopine Laurell WS-400 Lite in vakuumski naporjevalnik 5Pascal 5PA-coater s tremi naporjevalnimi izvori (dva uporovna in en elektronski top) in kvarčnim merilnikom debeline.
- Bonder z Al žico za izdelavo električnih kontaktov.

#### **Sistem za karakterizacijo tankih slojev**

- Mikroskop na atomsko silo (Veeco CP-II)

#### **1540-011 Laboratorij za raziskave materialov**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za raziskave materialov (LRM), ima naslednjo instrumentacijo:

##### **SEM laboratorij**

- Vrstični elektronski mikroskop na poljsko emisijo JSM-7100F TTLS (JEOL). Na voljo so trije detektorji elektronov: detektor sekundarnih elektronov v analizni komori, pomični detektor povratno sipanih elektronov, lečni (In-lens) TTL detektor. Na voljo je tudi Gentle Beam tehnologija za delo pri nizki napetosti.
- Naprava za EDX spektroskopijo in mapiranje. Detektor: X-Max 80 (OXFORD INSTRUMENTS); Programska oprema za pridobivanje in kvantitativno analizo: AZTEC ADV Energy package. Mikroanalitični procesor: INCAx-stream2 (OXFORD INSTRUMENTS).
- Sistem za katodoluminiscenčno spektroskopijo in mapiranje. Detektor: MONO CL 4 spektrometer z visoko ločljivostjo (GATAN). Programska oprema za pridobivanje: Digital Micrograph package (GATAN).
- Sistem za natančno jedkanje in depozicijo nanosov (PECS, GATAN 682).
- Oprema za hkratno rezanje in poliranje vzorca: IB-09010CP (JEOL).

##### **TEM laboratorij**

- Presevni elektronski mikroskop JEM-2100F UHR (JEOL) opremljen s STEM enoto. Elektronske slike so pridobljene digitalno preko CCD kamere (GATAN 832.20B Orius SC1000). Na voljo je detektor za opazovanje v svetlem polju ter krožni detektor za opazovanje v temnem polju.
- Naprava za EDX spektroskopijo in mapiranje. Detektor: X-Max 80 (OXFORD INSTRUMENTS); Programska oprema za pridobivanje in kvantitativno analizo: AZTEC ADV Energy package. Mikroanalitični procesor: INCAx-stream2 (OXFORD INSTRUMENTS).
- Natančni ionski polirni sistem (PIPS II, GATAN 691)
- Brusilni disk (GATAN 623)
- Dimple brusilnik (GATAN 656)
- Ultrasonični rezalni disk (GATAN 601)
- Žaga z diamantno žico (WELL 3242)

#### **1540-012 Laboratorij za kvantno optiko**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za kvantno optiko (LKO), ima naslednjo instrumentacijo:

### **Svetlobni vir CITIUS za tvorbo ultra-kratkih svetlobnih sunkov v VUV - rentgenskem področju**

- Ultra-hitri laserski sistem Legend Elite Duo (Coherent Inc.)
- Optični parametrični ojačevalnik za generacijo svetlobnih sunkov v spektralnem območju od 230 do 2600 nm
- HHG žarkovna linija za generacijo in monokromatizacijo mehkih rentgenskih žarkov
- sistem za časovno ločljivo fotoemisijo s kriogenskim manipulatorjem in kotno ter časovno ločljivim elektronskim spektrometrom (VG-Scienta ARTOF)

### **Sistem za običajno rentgensko fotoemisijo**

- Sistem za običajno rentgensko fotoemisijo (XPS), ki ga sestavljajo manipulator, hemisferični elektronski energijski spektrometer (VG Scienta R3000) in monokromatiziran vir rentgenske svetlobe (Thermo Scientific XR6)
- XUV CCD kamera (Andor)

### **1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju**

Del infrastrukturnega programa, ki ga pokriva Laboratorij za raziskave v okolju (LRO) vključuje naslednjo samostojno opremo:

- Spektrometer za lasersko sunkovno fotolizo (Applied Photo Physics),
- FT-IR spektrometer (Perkin Elmer Spectrum 100),
- UV-Vis spektrometer z integracijsko sfero (Perkin Elmer Lambda 650S),
- Suntest; instrument za simulacijo vpliva naravnih pogojev (ATLAS, Suntest XLS+),
- Merilnik kontaktnih kotov (KSV instruments, CAM 100),
- Analizator celokupnega ogljika (TOC) in dušika (TON) za tekoče vzorce (Analytic Jena Multi C/N 3100),
- Analizator celokupnega ogljika (TOC) in dušika (TON) za trdne vzorce (Analytik Jena HT 1300),
- Ionski kromatograf IC (Shimadzu LC-10Ai) s Shimadzu CBM komunikacijskim modulom, Shimadzu CDD-6A konduktometričnim detektorjem in Alltech 335 SPCS supresorskim modulom,
- Tekočinski kromatograf HPLC s FLD in DAD detektorjem (Agilent 1100),
- Plinski kromatograf GC s FID in  $\mu$ -ECD detektorjem (Hewlett Packard HP 6890) in GERSTEL vzorčevalnikom (MultiPurposeSampler MPS 2XL),
- Plinski kromatograf GM-MS (Varian 3900) z masnim selektivnim detektorjem (Varian Saturn 2100T),
- Luminometer za meritve luminiscence (Dr Lange Lumistox 300 with thermoblock),
- Optični in fluorimetrični čitalec mikrotiterskih plošč PLO (Tecan Infinite F200),
- Ar-ionski laser (Coherent, CR4),
- Kriptonski laser (COHERENT, INNOVA 300C),
- Ar-ionski laser s podvojeno frekvenco (COHERENT, INNOVA Sabre MotoFred)
- He-Ne laser (MELLER GRIOT, 25-LHP-928-230),
- Ekscimerni laser (Lambda Physics Lasertechnik, COMPex 100) z barvnim laserjem (Lambda Physics Lasertechnik, SCANmate),

Laserske izvore vključujemo tudi v unikatne optotermične spektrometre lastne konstrukcije, ki jih imajo na razpolago le redki laboratoriji v svetu.

- **Spektrometer na toplotne leče TLS**, ki ga sestavlja enden od zgoraj omenjenih vzbujevalnih laserjev, mehanski prekinjalnik (Scitec Instruments), tipalni He-Ne laser z nizko močjo (UNIPHASE, 1103P oz MELLER GRIOT, 25-LGR-393-230), detektor (Thorlabs, PDA 36A-EC) in optični sistem – leče, zrcala, dikroidčno ogledalo, interferenčni filter (EDMUND OPTICS, LASER COMPONENTS, MELLER GRIOT),
- **TLS mikroskop (TLM)**, ki ga sestavlja vzbujevalni laser, mehanski prekinjalnik (Scitec



Instruments), He-Ne laser majhne moči (UNIPHASE, 1103P oz MELLER GRIOT, 25-LGR-393-230), detektor (Thorlabs, PDA 36A-EC) in mikroskopski optični sistem – leče, zrcala, dikroično ogledalo, interferenčni filter (EDMUND OPTICS, LASER COMPONENTS, MELLER GRIOT),

- **Spektrometer na optotermični odklon (BDS)**, ki ga sestavlja eden od zgoraj omenjenih vzbujevalnih laserjev, elektrooptični modulator (EO-AM-NR-C4, Thorlabs oz 4102-M, Newport), He-Ne laser niske moči (UNIPHASE, 1103P oz MELLER GRIOT, 25-LGR-393-230), ki zagotavlja frekvence modulacij od DC do GHz, detektor (RBM - R. Braumann GmbH, C30846E) in optični sistem - leče, zrcala, dikroično ogledalo, interferenčni filter (EDMUND OPTICS, LASER COMPONENTS, MELLER GRIOT).

TLS in TLM spektrometre lahko modularno kombiniramo tudi s tekočinskimi kromatografi in sistemi za pretočno injekcijsko analizo FIA ali mikrofluidnimi sistemi v kombinacije **HPLC-TLS, IC-TLS, FIA-TLS** ali **uFIA-TLM**, ki omogočajo visoko občutljivo in selektivno detekcijo v kemijski analizi in medicinski diagnostiki.

**c. PRIKAZ PODPORE INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA RAZISKOVALNI IN INFRASTRUKTURNI OPREMI TER DRUGI INFRASTRUKTURI S STOPNJO IZKORIŠČENOSTI ZMOGLJIVOSTI, TEHNOLOŠKO ZAHTEVNOSTJO TER PRISPEVKOM K IZKORIŠČENOSTI INFRASTRUKTURE RO**

**17. Seznam raziskovalne in infrastrukturne opreme ter druge infrastrukture s stopnjo izkorišči**

Zap. št.	Inventarna št.	Naziv osnovnega sredstva	Nabavna vrednost v EUR	Letna stopnja izkoriščenosti v %
1.	3432	Mobilni lidar	52.579	100
2.	4287,4319,4320	Oprema GRID	110.000	100
3.	2223,4005,4007	Observatorij Otlica	50.121	100
4.	1763,3263,4475	Lidarji P. Auger	94.863	100
5.	5086	Sistem za kotno odvisno spektroskopijo fotoelektronov	358.560	100
6.	5399-5401, 541	Opremljena ultravisoko-vakuumska komora za XPS analizo	57.462	100
7.	5436	Monokromatiziran izvor rentgenske svetlobe	97.600	100
8.	-	Ultra-hitri laserski sistem Legend Duo, Coherent	576.000	100
9.	-	HHG žarkovna linija	350.000	100
10.	4196	Laser EKSPLA	54.831	100
11.	5437	Transmisijski elektronski mikroskop	1.028.348	100
12.	5438	Vrstični elektronski mikroskop	605.517	100
13.	2230	Ar laser SABRE MOTO FRED	70.467	100
14.	523	HPLC kromatograf s Chemstation spectral	55.289	100
15.	1086	GC-MS plinski kromatograf Varian	65.741	100
16.	-	Observatorij P. Auger	50.000.000	100
17.	-	Observatorij CTA (plan)	200.000.000	100

**18. Opis tehnološke zahtevnosti infrastrukturne dejavnosti in pričakovanega prispevka k izko**

SLO

**1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Raziskovalna infrastruktura observatorijev Pierre Auger in CTA z vso pripadajočo instrumentacijo je brez dvoma svetovnem vrhu tehnoloških zmožnosti ki bo pomagala odkrivati fundamentalne zakonitosti narave pri ekstremnih energijskih in velikostnih skalah. Kot del te infrastrukture razumemo tudi laboratorije UNG in Observatorij za raziskave atmosfere na Otlici. Še posebej je zahtevna izgradnja obsevatorija CTA, v katero smo vključeni, saj je za to potrebno razviti popolnoma nove senzorske in detektorske sklope ter jih optimizirati za uspešno delovanje observatorija, kar je izjemen projekt. Stroški razvoja in izgradnje CTA, ki bo obsegal dva observatorija s po 100 teleskopi na vsakem od njiju ter združeval institucije iz 28 držav, bo predvidoma presejala 200 M EUR, kar posredno kaže na tehnološko zahtevnost projekta.

**1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), spada v ostrino svetovne interdisciplinarne tehnološke zahtevnosti, saj zahteva znanja s področja fizike trdne snovi, fizike površin, organske kemije, elektronike in znanosti o materialih. Ker so vse naprave povezane z računalniškim sistemom za zajemanje podatkov je potrebno znanje računalništva in računalniškega programiranja. Za upravljanje, vzdrževanje in nadgradnjo raziskovalne opreme je nujno potrebna izobrazba 8/2 stopnje fizikalne, elektronske ali kemijske smeri. Pri raziskavah je potrebno rokovanje s snovmi, ki so zdravju in okolju škodljive, nekatere pa ogrožajo življenje, zato je uporaba osebne zaščitne opreme nujna pri izvajanju eksperimentov. Raziskovalci so v laboratoriju rokujejo z napravami, ki proizvajajo visoke napetosti.

Raziskovalna oprema je trenutno 100% zasedena za poln delovni čas in še več. Z zagonom infrastrukturnega programa pričakujemo, da se bo ta zasedenost ohranila, najverjetneje pa se bo zaradi urejenega financiranja delovanja infrastrukturnega centra zasedenost še povečala, saj bo omogočeno delo še večim zunanjim uporabnikom.

**1540-012 Laboratorij za kvantno optiko**

V laboratoriju LKO se nahaja najsodobnejša oprema s področja časovno ločljivih spektroskopij in tako sodi v tehnološko najbolj zahtevno skupino. Ultra-hitri laserski sistem, ki obratuje v LKO, se zanaša na vrhunsko tehnologijo. Za njegovo brezhibno delovanje na zgornji meji njegovih zmogljivosti je potrebno zagotoviti dobro usposobljenega in izkušenega znanstvenika. Časovno ločljiva spektroskopija in generacija visokih harmonikov prav tako zahtevata različne kompetence izkušenih raziskovalcev. Zaradi upravljanja z zapleteno eksperimentalno opremo mora osebje osvojiti poglobljeno znanje iz optike, vakuumске tehnologije, kemije in fizike trdne snovi. Za zagon laserja so potrebne posebne pomožne naprave kot so: napajalniki, neodvisni klimatski in prezračevalni sistem za zagotavljanje stabilne temperature in vlažnosti ter soba z majhnimi mehanskimi vibracijami. Prav tako je potrebno zagotoviti konstantno razpoložljivost potrošnega materiala kot so kemikalije za čiščenje optičnih komponent ter žlahtne pline za generacijo visokih harmonikov. Eksperimentalna oprema za običajno in časovno ločljivo fotoemisijo zahteva kompetence izkušenih znanstvenikov z znanji iz različnih področij: od vakuumске tehnologije in kriogenike do fizike trdne snovi in znanosti o materialih in prav tako za normalno obratovanje potrebuje materialna sredstva kot so plini, kemikalije, vzorci in bolj zahtevne in dražje komponente, kot so vakuumске črpalke za ultra visoki vakuum.

**1540-011 Laboratorij za raziskave materialov**

Elektronski mikroskopi Laboratorija za raziskave materialov vsekakor spadajo med zelo napredno (analitsko) opremo najvišje ravni. Posebno izurjeno in izkušeno osebje je potrebno tako za varno in

učinkovito uporabo mikroskopov, kot tudi za redno vzdrževanje opreme ter pripravo vzorcev. Osebe mora imeti poglobljeno znanje s področja elektronske mikroskopije, poleg tega pa tudi iz drugih področji, kot so fizika trdne snovi, kemija, nanotehnologija in okolje vakuumu. Ta strokovna znanja omogočajo osebu učinkovito sodelovanje z uporabniki mikroskopa in sodelavci. Za nerutinsko vzdrževanje naprav TEM in SEM je potreben specializiran tehnični servis s pripadajočimi orodji.

Delovanje mikroskopov zahteva posebne pomožne naprave, kot so pomožna oskrba z energijo (UPS), neodvisni klimatski sistem za zagotavljanje stabilne temperature, lokacije z nizkimi mehanskimi (npr. seizmičnim) in elektromagnetnimi motnjami, ter opremo za rokovanje in skladiščenje tekočega dušika. Potrebna je tudi neprekinjena dobava potrošnega materiala, kot so tekoči dušik, materiali in kemikalije za nanos vzorcev, čiste kovine za premaze, itd.

Nespecializirani uporabniki se za uporabo mikroskopov lahko izučijo, zlasti na SEM napravi, na osnovnem nivoju; takšno izobraževanje je že bilo uspešno izvršeno za nekatere raziskovalce ter študente UNG. Načrtovana je tudi razširjena izobraževalna aktivnost za uporabnike, tudi iz zunanjih ustanov, saj bi le-ta omogočila kar najboljšo rabo obstoječe infrastrukture.

Čeprav smo mikroskope instalirali šele v začetku 2014, je uporaba naprav že precej intenzivna, prav tako pa se vztrajno povečuje število uporabnikov ter povpraševanj za opravljanje meritev, s strani sodelavcev tako iz akademskih kot iz industrijskih vrst. Vzpostavljena so bila že številna sodelovanja s slovenskimi in tujimi parterji. Intenzivno se posvečamo aktivnostim, ki bi privabile nova partnerstva, kjer zunanjim ustanovam (akademskim in podjetjem) predstavimo globok potencial SEM in TEM tehnik, z namenom vzpostavitve novih sodelovanj, kjer bi lahko nadalje izkoristili infrastrukturni potencial.

#### **1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju**

Opremo, ki jo v infrastrukturni program ponuja Laboratorij za raziskave v okolju (LRO), lahko po tehnološki zahtevnosti razdelimo v dve skupini:

- optotermični spektrometri (TLS, TLM, BDS) in sklopljeni sistemi (HPLC-TLS, IC-TLS, FIA-TLS in uFIA-TLM) – to so unikatni instrumenti konstruirani na Univerzi v Novi Gorici. S podobnimi instrumenti se lahko pohvali le kakih pet laboratorijev v svetu, na področju navedenih sklopljenih sistemov pa so to edini sistemi. Razlog za to je tudi visoka tehnološka zahtevnost infrastrukture, ki zahteva vrhunske kadre z doktorsko izobrazbo in interdisciplinarnimi znanji ter praktičnimi izkušnjami s področja spektroskopije, optike, elektronike, kemijskih separacijskih tehnik in analize kemije. Zato je možna uporaba tovrstne opreme, ki je sicer zasedena blizu 100%, za zunanje uporabnike izključno s podporo kadra UNG.
- Ostala oprema je klasična komercialno dostopna oprema za spektroskopske meritve in kemijsko analizo s katero lahko po krajšem usposabljanju upravljajo ustrezno usposobljeni strokovni sodelavci (tehnik ali inženirji). Del opreme – tekočinski kromatograf HPLC in plinski kromatograf GC-MS sta zasedena 100% ostala oprema iz te kategorije pa različno med 50 in 80%.

### **d. PRIKAZ SODELOVANJA Z UPORABNIKI IN DRUGIMI INFRASTRUKTURNIMI PROGRAMI TER POVEZANOSTI V RAZLIČNA INFRASTRUKTURNA OMREŽJA**

#### **19. Pomen infrastrukturnega programa za sodelovanje z uporabniki, drugimi infrastrukturnimi**

SLO

#### **1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD), je zanimiv za uporabnike tako v infrastrukturno-podpornem kot v raziskovalnem delu. Z vzpostavitvijo obsežnejše računske gruče GRID bo UNG nastopila kot pomemben partner v mednarodni

računalniški infrastrukturi, ki bo na voljo ne le domačim, ampak tudi tujim raziskovalcem v okviru kolaboracij P. Auger in CTA. Infrastruktura GRID je seveda zanimiva in uporabna tudi izven teh kolaboracij in ustaljena praksa, vgrajena v sam koncept GRID-a je, da so proste kapacitete ves čas na voljo uporabnikom, ki jih potrebujejo, kar omogoča 100% zasedenost opreme. V raziskovalnem delu infrastrukturne podpore je potrebno poudariti, da bo observatorij CTA odprtega tipa. To pomeni, da bo observatorij s polovico raziskovalnega časa na voljo raziskovalcem izven kolaboracije CTA, ki bodo imeli možnost predlagati nove raziskovalne strategije in uporabe dela razpoložljivega časa za meritve na observatoriju, če bodo njihovi predlogi sprejeti. Menimo, da bo tak model delovanja observatorija prispeval k vzpostavitvi širšega kroga uporabnikov in s tem k večjemu potencialu za znanstvena odkritja.

#### **1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), je v delu mikroskopije na atomsko silo zanimiv za vse uporabnike, ki jih zanimajo morfološke značilnosti snovi na nanometerski skali. Tu imamo v mislih optično industrijo, industrijo zaščitnih prevlek, farmacevtsko industrijo. Ker mikroskop na atomsko silo omogoča preiskave vzorcev v tekočinskih celici, je zanimiv tudi za dejavnosti povezane s preiskavami v biomedicini. Sončni simulator in monokromator sta primerna za sodelovanje z razvojnimi oddelki industrije, ki se posveča zajemanju sončne svetlobe kot energije. Sistem za karakterizacijo transportnih meritev organskih polprevodnikov se lahko povezuje z infrastrukturnimi programi s področja elektronike. Vedno več raziskovalnih naporov se posveča področju biosenzorjev, kjer je naš sistem zelo uporaben za določevanje občutljivosti na zunanje dražljaje, ki spremenijo način transporta naboja v občutljivi plasti biosenzorja. Trenutno poteka intenzivno sodelovanje med LFOS in Odsekom za kompleksne snovi, Instituta Jožef Stefan na področju raziskav alternativnih akceptorjev v organskih sončnih celicah.

#### **1540-011 Laboratorij za raziskave materialov**

Center za elektronsko mikroskopijo na UNG, ki je zagotovo eden najboljših v Sloveniji, lahko zagotovi karakterizacijo materialov na najvišji ravni. Sodelovanje s centrom je zelo zaželeno za druge akademske ustanove in podjetja (tudi v drugih državah). Čeprav center deluje šele manj kot leto, so že uveljavljena sodelovanja z:

- IOM-CNR, TASC laboratorijem (Italija). Sodelovanje pri karakterizaciji II-VI binarnih polprevodnih nanožic s kvantnimi pikami in strukturo "jedro-lupina". Kristalna struktura the nano-kristalov je preučevana s TEM in EDX analizo.
- Laboratoire Hubert Curient, Univerza Saint Etienne & CNRS (Francija). Sodelovanje pri karakterizaciji dopiranih SiO<sub>2</sub> optičnih vlaken s SEM in katodoluminiscenčno spektroskopijo.
- Lektrika d.d. (Slovenija). Sodelovanje pri preučevanju EDX in structure zrn (SEM) magneto, ki se uporabljajo v avtomobilski industriji.
- Hidria Rotomatika (Slovenija). Vzorci aluminijevih zlitin so bili preučevani s SEM z namenom karakterizacije vključkov.
- Optacore (Slovenija) Kvantitativna analiza dopantov v optičnih vlaknih
- Zavod za gradbeništvo, Sodelovanje poteka na karakterizaciji betonskih in cementnih vzorcev z SEM in EDX analizo
- Centro Multidisciplinario de Ciencias, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (Venezuela). Sodelovanje s prof. H. Cabrera pri preučevanju sestave in lastnosti optične emisije naravnih mineralov s SEM, EDX in katodoluminiscenčno spektroskopijo.

#### **1540-011 Laboratorij za kvantno optiko**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij kvantno optiko (LKO), podpirajo edinstven laboratorij v Sloveniji za izvajanje časovno ločljivih spektroskopij. Te spektroskopije bodo omogočile preučevanje dinamike materialov v neravnovesnih termodinamičnih stanjih. Med sodelovanji, ki so trenutno v teku, je vredno omeniti naslednja:

- Sinhrotron Elettra v Trstu (Italija): časovno ločljiva fotoemisija na majhnih molekulah (porfirinih)
- Institut Jožef Stefan (Slovenija): časovno ločljivi poskusi na vzbujenih stanjih v atomih He
- Univerza v Regensburgu (Nemčija) in Sinhrotron Soleil (Pariz, Francija): preučevanje ultra-

hitre demagnetizacije v novih feromagnetnih spojinah

#### **1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju**

Oprema, ki jo v infrastrukturni program ponuja Laboratorij za raziskave v okolju (LRO), je relevantna za sodelovanje z industrijo. V povezavi s tem imamo v Sloveniji tem povezane podpisane pogodbe z:

- **Cinkarna celje** (razvoj polprevodniških fotokatalitskih premazov in samočistilnih površin)
- **Steklarna Hrastnik** (razvoj polprevodniških fotokatalitskih premazov in samočistilnih površin za stekla)

v tujini pa s podjetjem:

- **Electrolux** (razvoj tehnologije za fotokatalitsko čiščenje odpadnih vod v pralnih strojih).

Zaradi edinstvenih lastnosti in unikatnosti optotermičnih spektrometrov in sklopljenih sistemov je oprema LRO zanimiva tudi za številne tuje raziskovalne institucije s katerimi se vključujemo tudi v mednarodne projekte:

- Univerza v Trstu (meritve bilirubina/biliverdina v endotelijskih celicah, projekt čezmejnega sodelovanja SLO-IT Trans2Care)
- Univerza Blaise Pascal, Institut de Chimie de Clermont Ferrand, Clermont Ferrand (meritve speciacije železa in raziskave organokovinskih kompleksov v vodi iz oblakov, SLO-FR bilateralni projekt)
- Poleg tega na naši opremi opravljajo meritve študenti in znanstveniki iz uglednih tujih institucij kot so:
  - Mednarodni center za teorijsko fiziko ICTP v Trstu
  - Centro Multidisciplinario de Ciencias, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Venezuela
  - Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones - CEILAP (CITEFA-CONICET), Buenos Aires, Argentina
  - Moskovska državna univerza Lomonosova, Moskva, Ruska federacija
  - Univerza v Torinu, Torino, Italija
  - Univerza Maringa, Maringa, Brazilija
  - Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška
  - Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija
  - Inštitut za fiziko Zemun, Beograd, Srbija

## **20. Pomen za podporo sodelovanju pri mednarodnih infrastrukturnih projektih<sup>16</sup>**

SLO

#### **1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD) je povezan z nadgradnjo observatorija Pierre Auger ter izgradnjo observatorija CTA, ki je del Evropskega znanstvenega foruma za raziskovalno infrastrukturo (ESFRI). Infrastrukturne dejavnosti so v obeh primerih koordinirane v vseh državah, ki vodujejo v kolaboracijah P. Auger (več kot 490 raziskovalcev iz 18 držav) in CTA (več kot 1100 raziskovalcev iz 28 držav) in so v nekaterih izmed njih raziskovalna in infrastrukturna prioriteta. Mednarodni pomen predlaganih infrastrukturnih aktivnosti je izreden, pa ne le zato, ker gre za sodelovanje v mednarodnih kolaboracijah, temveč predvsem zato, ker bosta prav kolaboraciji P. Auger in CTA ključni za napredek na področju astrofizike kozmičnih žarkov pri najvišjih energijah. Obe kolaboraciji sta trenutno v kritičnih fazah nadgradnje oziroma izgradnje observatorija, kjer je ustrezna infrastrukturna podpora s strani vseh sodelujočih držav oziroma institucij ključna. Na podlagi domačih izkušenj pri razvoju novih detektorskih sklopov ter simulacijah detektorskih odzivov bomo bistveno prispevali k razvoju in izgradnji obeh observatorijev, kar bo ne le omogočilo raziskovalcem z UNG in Slovenije dostop do eksperimentalnih podatkov, ampak tudi utrdilo našo vlogo in vlogo Slovenije kot zanesljivih in kompetentnih raziskovalnih partnerjev.

**1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi**

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), predstavlja pomemben del pri mednarodnih infrastrukturnih programih, zlasti pri projektih, ki vključujejo eksperimente na Sinhrotronu v Trstu, ki je del Evropskega znanstvenega foruma za raziskovalno infrastrukturo (ESFRI). Oprema na LFOS omogoča celovito obravnavo transportnih lastnosti organskih polprevodniških slojev in slojev mešanic med grafenom in organskimi polprevodniki. Vzorci pripravljene v LFOS so primerni za nadaljnjo obravnavo sinhrotronskimi metodami kot so spektroskopije fotoelektronov, meritve fine strukture absorpcije rentgenskih žarkov, ali spektroskopske mikroskopije. V zadnjem času je bilo opravljenih več raziskav, ki so povezale elektronske lastnosti tankih slojev, katerih meritve so raziskovalci opravili na sinhrotronu z morfološkimi in transportnimi lastnostmi enakih vzorcev, ki so bili izdelani in preiskani z opremo v LFOS.

**1540-012 Laboratorij za kvantno optiko**

Svetlobni vir CITIUS je plod tesnega sodelovanja med LKO in sinhrotronom v Trstu (Elettra-Sincrotrone Trieste), pri katerem je prišlo do združitve komplementarnih znanj z namenom izgradnje edinstvenega laboratorija, ki bo pomagal postaviti Slovenijo na zemljevid Evropskega strateškega foruma za razvoj in infrastrukturo (European Strategy Forum on Research Infrastructures - ESFRI). Zaradi svojih karakteristik je svetlobni vir v Novi Gorici možno uporabiti kot pomožen sistem za opravljanje preliminarnih študij, ki bi se kasneje lahko izvajale na svetlobnem viru Fermi@Elettra. Pred kratkim je LKO vzpostavil stik tudi s svetlobnim virom ELI, ki je trenutno v izgradnji v mestu Szeged na Madžarskem. Pogovori o morebitnih skupnih aktivnostih so v teku.

**e. PREDVIDEN OBSEG FINANCIRANJA INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA RO IN REKAPITULACIJA ANGAŽIRANJA INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA RO**

**21. Predlagano letno sofinanciranje materialnih stroškov za blago in storitve**

Zap. št.	Vrsta materialnega stroška za blago in storitev	Vrednost na leto v EUR	
1.	Stroški obratovanja obs. P. Auger (LAOD)	50.000	
2.	Vzdrževanje, rezervni deli in nadgradnja P. Auger (LAOD)	40.000	
3.	Stroški obratovanja obs. CTA (LAOD)	50.000	
4.	Oprema za eksperiment CTA (LAOD)	40.000	
5.	Oprema za vozlišče GRID (LAOD)	20.000	
6.	Vzdrževanje elektronskih mikroskopov (LRM)	50.000	
7.	Obratovalni stroški elektronskih mikroskopov (LRM)	20.000	
8.	Vzdrževanje svetlobnega vira CITIUS (LKO)	50.000	
9.	Obratovalni stroški svetlobnega vira CITIUS (LKO)	20.000	
10.	Vzdrževanje lab. opreme (LRO)	20.000	
11.	Obratovalni stroški (LRO)	10.000	
12.	Vzdrževanje lab. opreme (LFOS)	20.000	
13.	Obratovalni stroški (LFOS)	10.000	
<b>Skupaj:</b>		400.000	

**22. Predlagano letno sofinanciranje stroškov amortizacije infrastrukturne raziskovalne opreme**

Zap. št.	Inventarna št.	Naziv infrastrukturne raziskovalne opreme	
1.	5437	Transmisijski elektronski mikroskop	

Javni poziv za predložitve infrastrukturnih programov 2014

		<b>A:</b> 1.028.348	<b>B:</b> 0	<b>C:</b> 7	<b>D:</b> 100
2.	5438	Vrstični elektronski mikroskop			
		<b>A:</b> 605.517	<b>B:</b> 0	<b>C:</b> 7	<b>D:</b> 100
3.	5086	Sistem za kotno odvisno spektroskopijo fotoelektronov			
		<b>A:</b> 358.560	<b>B:</b> 7	<b>C:</b> 7	<b>D:</b> 100
4.	5436	Monokromatiziran izvor rentgenske svetlobe			
		<b>A:</b> 97.600	<b>B:</b> 0	<b>C:</b> 7	<b>D:</b> 100
5.	4319	Auger GRID strežniki			
		<b>A:</b> 88.168	<b>B:</b> 77	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
6.	5399-5401,541!	Opremljena ultravisoko-vakuumska komora za XPS analizo			
		<b>A:</b> 57.462	<b>B:</b> 6	<b>C:</b> 33	<b>D:</b> 100
7.	5527	Oprema FPLC			
		<b>A:</b> 52.216	<b>B:</b> 0	<b>C:</b> 33	<b>D:</b> 100
8.	4700	Optična oprema			
		<b>A:</b> 37.763	<b>B:</b> 64	<b>C:</b> 33	<b>D:</b> 100
9.	5375	Sistem za slikanje			
		<b>A:</b> 23.625	<b>B:</b> 14	<b>C:</b> 33	<b>D:</b> 100
10.	5545	Laser			
		<b>A:</b> 22.279	<b>B:</b> 0	<b>C:</b> 33	<b>D:</b> 100
11.	4178	Osciloskop			
		<b>A:</b> 21.194	<b>B:</b> 93	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
12.	4475-76, 4519	Digitalizatorji in moduli			
		<b>A:</b> 20.782	<b>B:</b> 50	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
13.	4315	Vzorčevalni sistem			
		<b>A:</b> 20.482	<b>B:</b> 80	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
14.	4270	Suntest XLS+			
		<b>A:</b> 16.112	<b>B:</b> 82	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
15.	4287	Komplet za feflektometrične meritve			
		<b>A:</b> 19.813	<b>B:</b> 77	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
16.	4448	Reaktor za hidrotermalno analizo			
		<b>A:</b> 18.715	<b>B:</b> 57	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
17.	4565	Črno telo z večbarvnim pirometrom			
		<b>A:</b> 12.765	<b>B:</b> 89	<b>C:</b> 33	<b>D:</b> 100
18.	4575	Nadgradnja sistema za ionsko kromatografijo			
		<b>A:</b> 15.702	<b>B:</b> 48	<b>C:</b> 20	<b>D:</b> 100
19.	4761	Lidarski teleskop			
		<b>A:</b> 13.857	<b>B:</b> 61	<b>C:</b> 33	<b>D:</b> 100
20.	5535	Osciloskop			
		<b>A:</b> 18.023	<b>B:</b> 0	<b>C:</b> 0	<b>D:</b> 100
21.	5569	Potenciostat			
		<b>A:</b> 13.101	<b>B:</b> 0	<b>C:</b> 0	<b>D:</b> 100

Javni poziv za predložitev infrastrukturnih programov 2014

22.	5398	Sistem za pregrevanje ultra-visoko vakuumske komore							
		<b>A:</b>	6.156	<b>B:</b>	6	<b>C:</b>	33	<b>D:</b>	100
23.	5584	Laserski spektrometer							
		<b>A:</b>	4.680	<b>B:</b>	0	<b>C:</b>	20	<b>D:</b>	100
24.	5585	Komponente za transport kriogenih tekočin							
		<b>A:</b>	4.432	<b>B:</b>	0	<b>C:</b>	20	<b>D:</b>	100
<b>Skupaj (oz. povprečna vrednost v %):</b>			2.577.352		34		21		100

Legenda:

**Inventarna št.** - Inventarna številka  
**Naziv** - Naziv infrastrukturne raziskovalne opreme  
**A** - Nabavna vrednost na dan 31.12.2013 v EUR  
**B** - Stopnja amort. v %  
**C** - Letna amort. v %  
**D** - Letna stopnja izkoriščenosti v %

**23. Infrastrukturni program RO kot podpora naslednjim raziskovalnim programom in projektom**

Zap. št.	Šifra progr./proj.	Naslov programa/projekta	Podpora IP v urah
1.	P1-0031	Astrofizika osnovnih delcev	2720
2.	P1-0358	Daljinsko zaznavanje atmos. lastnosti	190
3.	P1-0055	Biofizika polimerov, membran, gelov, ...	680
4.	P2-0377	Heterogeni fotokatalitični procesi	680
5.	P1-0034	Analitika in kem. karakt. materialov...	340
6.	P1-0030	Razvoj materialov po sol-gel postopkih...	170
7.	J1-5440	Iskanje mikroskopskih črnih lukenj...	170
8.	J1-6727	Novi scintilacijski detektorji ...	170
<b>Skupaj:</b>			5120

**24. Rekapitulacija angažiranja infrastrukturnega programa RO - plan:**

Za podporo	Angažirane zmogljivosti v urah	Angažirane zmogljivosti v %
<b>Lastni raziskovalni dejavnosti:</b>		
- Izvajanje javne službe - raziskovalni programi	5120	80
- Raziskovalno - razvojni projekti NRRP	320	5
- Ostale raziskave	320	5
<b>Skupaj</b>	5760	90
<b>Raziskovalni dejavnosti drugih RO:</b>		
- Javni zavodi	320	5
- Gospodarske družbe	320	5
- Državni organi in službe		
- Drugo		
<b>Skupaj</b>	640	10
<b>Skupaj infrastrukturni program</b>	6400	100



**25.Vsebina predloga infrastrukturnega programa se šteje za poslovno skrivnost, razen povze**

- Da  
 Ne

**C. IZJAVE PRIJAVITELJA**

Podpisani s podpisom na tej prijavnii vlogi izjavljam/o, da:

- so vsi podatki v poročilu v elektronski obliki identični podatkom v poročilu v pisni obliki;
- se vodja finančne službe strinja s finančnimi podatki navedenimi v poročilu
- 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.

**potrjujemo zgoraj navedene izjave**

**Podpisi:**

*zastopnik prijavitelja:* \_\_\_\_\_ in *vodja infrastrukturnega programa:* \_\_\_\_\_

Univerza v Novi Gorici

Samo Stanič

**ŽIG**

Kraj in datum: 

Nova Gorica	29.10.2014
-------------	------------

**Oznaka prijave: ARRS-RI-IP-JR-Prijava/2014/6**

<sup>1</sup> V skladu s 4. točko 62. člena Pravilnik o postopkih (so)financiranja, ocenjevanja in spremljanju izvajanja raziskovalne dejavnosti( Ur. l. Pravilnika o postopkih (so)financiranja, ocenjevanja in spremljanju izvajanja raziskovalne dejavnosti (Ur.l. RS, št. 4/11, 72/11, 45/12, 96/13 in 100/13-popr.) raziskovalna organizacija , ki še nima infrastrukturnega programa, lahko prijavi infrastrukturni program le v primeru, da je raziskovalna organizacija ob prijavi nosilec vsaj enega raziskovalnega projekta ali ima zaposlenega vsaj enega mladega raziskovalca, ki ga sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost. [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Izpolni vodja infrastrukturnega programa, v primeru Univerze vodja na članici Univerze. [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Izpolnite, tudi v primeru, če ima vaša raziskovalna organizacija samo 1 organizacijsko enoto [Nazaj](#)

<sup>4</sup> V skladu s 4. odst. 62. člena Pravilnika o postopkih (so)financiranja, ocenjevanja in spremljanju izvajanja raziskovalne dejavnosti (UR.L: RS , št. 4/11, 72/11, 45/11, 72/11, 45/12, 96/13 in 100/13 – popr. v nadaljnjem besedilu: pravilnik o postopkih) znaša minimalni obseg financiranja infrastrukturne skupine 1 plačni FTE. V primerih, kjer RO zaprosi za spremembo letnega obsega financiranja infrastrukturnega programa (financiranje plačnih FTE izražen v raziskovalnih urah), navedite vsebinsko utemeljitev za to spremembo. Obseg teksta v tej točki je omejen na 12.000 znakov. [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedeni zneski niso predmet tega razpisa, vendar se upoštevajo pri ocenjevanju kriterija Izvedljivost predloga (gl. 62. člen, točko (6), in 69. člen, točko (5) Pravilnika o postopkih (so)financiranja, ocenjevanja in spremljanju izvajanja raziskovalne dejavnosti). [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Za povzetek vsebine infrastrukturnega programa obseg teksta na organizacijsko enoto (OE), do največ 3000 znakov vključno s presledki, za ključne besede največ 300 znakov vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 12000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 3000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

## Javni poziv za predložitve infrastrukturnih programov 2014

<sup>1 1</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 3000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>1 2</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 3000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>1 3</sup> Navedite večjo raziskovalno opremo raziskovalno opremo, katere nabavna vrednost znaša najmanj 50.000 EUR za naravoslovje, tehniko, biotehniko in medicino ter najmanj 15.000 EUR za humanistiko in družboslovje. [Nazaj](#)

<sup>1 4</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 3000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>1 5</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 3000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>1 6</sup> Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 3000 znakov na 1 OE vključno s presledki [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RI-IP-JR-Prijava/2014 v1.00  
E2-FE-A0-4B-32-10-44-40-6D-0C-E9-FE-A8-33-5B-91-3E-AA-78-AA