



VMESNO POROČILO O REZULTATIH INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA ZA LETO 2018

A. PODATKI O INFRASTRUKTURNEM PROGRAMU

1. Osnovni podatki o infrastrukturnem programu

Šifra programa	I0-0033-1540
Naslov programa	Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici
Vodja programa¹	14573 Samo Stanič
Trajanje programa	01.2015 - 12.2020
Izvajalec infrastrukturnega programa	1540 Univerza v Novi Gorici

2. Organizacijska/e enota/e (OE) izvajanja infrastrukturnega programa²

Zap. št.	Šifra OE	Naziv OE	Vodja OE	
1.	1540-002	Center za astrofiziko in kozmologijo	8308 Danilo Zavrtanik	
2.	1540-001	Laboratorij za vede o okolju in življenju	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	

B. REZULTATI DELA INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA

3. Opis glavnih rezultatov in doseganja ciljev infrastrukturnega programa³

SLO

Univerza v Novi Gorici (UNG) je raziskovalno usmerjena univerza, kjer pedagoško delo temelji na znanstveni odličnosti njenih laboratorijev. Program I0-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici nudi infrastrukturno podporo petim raziskovalno najprodornejšim laboratorijem Univerze v Novi Gorici s področja fizike in okoljskih znanosti, in sicer 1540-002 Centru za astrofiziko in kozmologijo (CAC), 1540-003 Laboratoriju za fiziko organskih snovi (LFOS), 1540-011 Laboratoriju za raziskave materialov (LRM), 1540-012 Laboratoriju za kvantno optiko (LKO) ter 1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju (LVOŽ). Ti laboratoriji so vpeti v šest temeljnih raziskovalnih programov, financiranih s strani Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost. Pri treh izmed raziskovalnih programov (P1-0031, P1-0385 ter P2-0377) je UNG vodilna institucija.

Rezultati raziskovalnega dela laboratorijev, podprtih s programom I0-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici se umeščajo v vrh znanstvenih dosežkov slovenskih znanstvenikov, z objavami v prestižnih znanstvenih publikacijah, kot so Nature, Science, Nature Photonics, s skupno oceno A''=576,50 za vrednotenje bibliografskih kazalcev izjemne raziskovalne uspešnosti v letih 2014-2019 po metodologiji ARRS.

Izjemni raziskovalni rezultati Univerze v Novi Gorici so bili prepoznani tudi pri mednarodnem primerjanju univerz U - Multirank 2017 (<http://www.umap.org/universities/54638358efb6bfa85feee419>), kjer UNG prekaša ne samo vse ostale slovenske univerze, ampak tudi starejše in večje univerze v naši sosesčini (npr: Univerza v Gradcu, Univerza v Trstu, Univerza v Padovi, Univerza v Zagrebu). Poleg tega je bila znanstvena odličnost Univerze v Novi Gorici (UNG) prepoznana in posebej izpostavljena tudi v Poročilu Evropske komisije o znanstveni produkciji 303 izbranih evropskih univerz v obdobju od 2007 do 2011 (<http://www.science-metrix.com/en/publications/reports/scientific-output-and-collaboration-of-european-universities-2013>). Predstavljena analiza znanstveno raziskovalne aktivnosti univerz temelji na bibliometričnih podatkih, ki jih je za Evropsko komisijo zbralo podjetje Science-Metrix. UNG je na prvem mestu med vsemi 303 univerzami glede na povprečno citiranost znanstvenih člankov in glede na delež člankov, ki so med 10% najbolj citiranih v podatkovni bazi. Poleg tega se je UNG uvrstila na drugo mesto glede na povprečni faktor vpliva objavljenih znanstvenih del oziroma na prvo mesto in za področje Fizika in Astronomija. Vsi omenjeni rezultati UNG kažejo na visoko kakovost znanstvene produkcije na UNG, zaključuje Poročilo Evropske komisije (Stran 96).

Da bi lahko vrhunske znanstvene dosežke ohranila in nadgradila, je Univerza v Novi Gorici leta 2014 prijavila infrastrukturni program, ki pokriva vse naštetе aktivnosti. Program I0-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici je bil vsebinsko v celoti odobren, zaradi omejenih finančnih sredstev Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost pa je od leta 2015 dalje financiran v zmanjšanem obsegu. Obseg financiranja se sčasoma povečuje v skladu s proračunskimi zmoglostmi ARRS.

Glede na omejen obseg odobrenega sofinanciranja za leto 2018, ki je znašalo 64,6% sredstev, planiranih ob prijavi, v letu 2018 infrastrukturne podpore nismo mogli izvesti po načrtih. Odobrena sredstva so bila razdeljena med vse OE, ki infrastrukturni program izvajajo, vendar v manjšem obsegu. V okviru 1540-002 Centra za astrofiziko in kozmologijo so pokrila infrastrukturne aktivnosti v okviru mednarodnih kolaboracij »Observatorij Pierre Auger« in »Cherenkov Telescope Array«, v OE 1540-011 Laboratoriju za raziskave materialov nujno vzdrževanje elektronskih mikroskopov, v OE 1540-12 Laboratoriju za kvantno optiko vzdrževanje svetlobnega vira CITIUS, v ostalih OE pa tekoče obratovalne stroške raziskovalne opreme.

Kljub vrhunskim znanstvenim rezultatom vseh podprtih OE bo zaradi podfinanciranja glede na s prijavo predvidena sredstva delovanje infrastrukturnega programa v celotnem odobrenem obsegu neizvedljivo, izostanek planiranih sredstev za odobrene infrastrukturne dejavnosti pa bo povzročal neposredno škodo Univerzi v Novi Gorici in slovenskemu raziskovalnemu prostoru v celoti.

Rezultati infrastrukturnega programa po organizacijskih enotah v letu 2018 so:

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja CAC, je neposredno podpiral bazične raziskave v okviru programa "P1-0031 Astrofizika osnovnih delcev". Raziskovalne in infrastrukturne dejavnosti so 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.

Infrastrukturni program je v svojem omejenem obsegu financiranja podpiral rutinsko obratovanje in vzdrževanje observatorija Pierre Auger, ne pa tudi načrtovanih in odobrenih infrastrukturnih aktivnosti v okviru nadgradnje PAO (nadgradnjo polja talnih detektorjev, ki bo omogočala meritev deleža mionov v posameznem atmosferskem plazmu, nastalem pri interakciji UHECR z jedri atomov v zraku ali 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), ki jih načrtujemo za leto 2019. Podprl je tudi razvojne dejavnosti v okviru observatorija CTA ter razvoj in nadgradnjo podporne računalniške infrastrukture (GRID), ki je bila na voljo vsem slovenskim raziskovalcem v okviru Slovenskega omrežja GRID. Univerza v Novi Gorici je namreč v skladu s sklepom vlade R. Slovenije št. 51100-35/2017/2 z dne 5.10.2017 ter dopisom ministrice dr. Maje Makovec Brenčič št. 511-27/2015/8 z dne 9.10.2017 v imenu R. Slovenije postala deležnik v neprofitni organizaciji CTAO gGmbH, ki je zadolžena za izgradnjo in obratovanje observatorija CTA.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LFOS 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. Sredstva iz okvira infrastrukturnega programa so omogočala raziskave na področju transporta naboja v tankoplastnih kristalih organskih polprevodnikov, ki potekajo v okviru mednarodnega raziskovalnih projektov N1-0024, MX-OSMOPED in Nanoelmem in v okviru programske skupine P1-0055.

V letu 2018 je LFOS poleg 0.5 FTE za plače prejel tudi približno 30.000 EUR za materialne stroške in storitve. To nam je omogočilo izvajanje meritev na sistemu za določevanje transportnih lastnosti organskih tankih slojev in sicer na vzorcih organskih polprevodnikov z visoko gibljivostjo in na mxenih. Naše meritve kažejo, da poteka transport električnega naboja po organskih polprevodnikih z visoko gibljivostjo preko posakovanja, po lokaliziranih stanjih, ki pa je modulirano z učinkovitim potencialom, ki je odvisen od fonoskih sklopov. Posledično je gibljivost nosilcev naboja zelo odvisna od temperature. Na mxenih smo ugotovili, da je gibljivost odvisna od vrste funkcionalizacije molekul, ki je funkcija postopka luščenja 2D kristalov. Najvišje gibljivosti smo izmerili na kristalih, ki so jih na Tehniški univerzi Dresden, Nemčija pripravili s elektrokemijskim luščenjem. Iz prejetih sredstev za materialne stroške smo uspeli pokriti del stroškov za izdelavo sistema za manipulacijo dvodimenzionalnih (2D) kristalov s katerim bomo lahko vstopili na področje van der Waalovih heterostruktur na grafenu in z njim povezanih materialih. Posodobili smo tudi laser, ki predstavlja jedro sistema za merjenje časovne odvisnosti fotoprevodnosti.

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov (LRM)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LRM, se osredotoča na elektronsko mikroskopijo. Center za elektronsko mikroskopijo sestavljata dva laboratorija za elektronsko mikroskopijo ter prostori za pripravo vzorcev s pripadajočo opremo. Vrstični elektronski mikroskop (SEM) in

transmisijski elektronski mikroskop (TEM) smo uporabljali v okviru številnih različnih raziskovalnih aktivnosti tako lastnih univerzitetnih projektih kot tudi v sodelovanju z zunanjimi akademskimi in industrijskimi partnerji. Opazovanje struktur z visoko resolucijo, elektronska difrakcija in elementarna mikroanaliza so omogočili poglobljeno karakterizacijo materialov sintetiziranih na UNG. Elektronska mikroskopija je tudi osnovno orodje pri razvoju nadaljnjih raziskovalnih aktivnosti.

Primeri uporabe SEM in pripadajočih analitskih tehnik, kot sta rentgenska energijska spektroskopija in katodoluminiscentna spektroskopija so naslednje: zaščitne prevleke za steklo. Organski polprevodni filmi, hibridni filmi na osnovi grafena, magnetoelektrične spojine, idr. Edinstvena kombinacija analiznih metod, ki so instalirane na SEM je pritegnila zanimanje zunanjih partnerjev preko česar smo pridobili veliko sodelovanja na akademskih in industrijskih raziskovalno-razvojnih projektih. Z University of Saint Etienne (Francija) smo študirali gostoto in porazdelitev defektov v optičnih vlaknih. Z Indian Institute of Technology Jodhpur (Indija) smo analizirali optične in strukturne lastnosti nanostrukturiranega ZnO filma za senzorje. Za industrijskega partnerja Glad do.o.o (Slovenija) izvajamo mikrostrukturne raziskave galvaniziranih sistemov in superhidrofobnih prevlek. Z podjetje Seven refractories d.o.o. (Slovenija) smo izvajali analize kolidnih raztopin SiO₂. Primeri uporabe TEM pri raziskovalnih razvojnih študija novih sodobnih materialon vključujejo: inovativne ultratanke prevleke z obrabno odpornostjo, nanostrukturiran amorfen aluminij oksid. organske polprevodnike, sisteme na osnovi grafena, nanodelce različnih funkcionalnih polprevodnikov i.dr. Izredne zmogljivosti TEM kot sta n.pr. izredno visoka resolucija (0.1 nm) in zmožnost opazovanja z STEM enoto na je omogočila vzpostavitev vrste sodelovanj. Takšni primeri so skupne raziskovalne naloge z Sincrotrone Trieste in Università del Salento (Italija) pri študiju struktur Mn/Co-polipirolnega nanokompozitnega elektrokatalizatorja, skupne študije z Yogi Vemana University (Indija) na karakterizaciji TiO₂ nanodelcev dopiranih z Bi³⁺ in skupne raziskave na MoSe₂ nanosistemih, ki jih izvajamo z University of Electronic Sciences and Technology of China, Institute of Fundamental and Frontier Science, Chengdu (Kitajska).

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LKO, se osredotoča na fotoelektronsko spektroskopijo v rentgenskem, ekstremno ultravijoličnem ter ultravijoličnem spektralnem območju.

Rentgensko fotoelektronsko spektroskopijo (XPS) v LKO uporabljamo predvsem za kemijsko analizo površin. Pri tej metodi s pomočjo svetlobe z valovno dolžino v rentgenskem spektralnem območju iz površine vzorca izbijemo elektron, katerega kinetično energijo izmerimo z elektronskim energijskim spektrometrom. 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 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, na področju magnetni medijev in tankih prevlek, ki se uporabljajo v številnih industrijskih panogah, itd.

Z uporabo svetlobe z valovnimi dolžinami v ultravijoličnem (UV) in ekstremno ultravijoličnem (XUV) spektralnem območju pa fotoelektronsko spektroskopijo uporabljamo 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. Metoda se imenuje kotno ločljiva fotoemisijeska spektroskopija (ARPES), z njo pa lahko neposredno določimo energijsko strukturo vzorcev trdne snovi. V LKO poleg omenjene časovno neodvisne metode ARPES izvajamo tudi časovno ločljivo UV/XUV fotoemisijo. Pri tem uporabimo infrardeči (IR) ali vidni svetlobni sunek, s katerim vzorec vzbudimo, za njim pa z nastavljivim časovnim zamikom nanj 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 preučujemo lastnosti snovi izven termodinamičnega ravnovesja, s poudarkom na ultra-hitrem odzivu elektronov v polprevodnikih, topoloških izolatorjih, superprevodnikih in kovinsko/organskih heterostrukturah, s potencialno uporabo, npr. v spintroniki in pri zajemanju energije.

Poskuse fotoelektronske spektroskopije opravljamo na svetlobnem viru CITIUS, ki ga sestavljajo ultra hitri titan:safir (Ti:Sa) laserski sistem z dvostopenjskim oječavelnikom, ki deluje pri frekvencah ponovitve 1, 5 ali 10 kHz. Laser proizvaja pulze z valovno dolžino 800 nm, dolžino 35 fs, ter energijo 3 mJ na pulz. Del energije pulza uporabimo za generacijo visokih harmonikov v plinu (HHG) z valovno dolžino med 80 in 17 nm, preostanek energije pa kot vhodni signal za optični parametrični ojačevalec s pomočjo katerega proizvedemo svetlobo z nastavljivo valovno dolžino med 230 do 2600 nm. Žarkovna linija za monokromatizacijo in prenos fotonov do eksperimentalnih komor omogoča delovanje v t.i. 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). Sistem CITIUS sestavljajo še: 1) ARTOF 10K (VG-Scienta) elektronski energijski analizator (ki meri čas preleta elektronov) za kotno in časovno ločljivo fotoemisijo; 2) kriogeni manipulator (zaprt krog He), minimalna temperatura vzorca 15 K, pet prostostnih stopenj; 3) komora z običajnimi orodji za pripravo vzorcev: segrevanje do 1000 C, ionsko jedkanje, naparjevalniki; 4) neodvisen sistem za XPS, ki vključuje izvor enobarvne rentgenske svetlobe (XR6, ThermoFisher) zasnovan na emisiji Al K α črte (energija fotonov 1486 eV, energijska ločljivost 0.45 eV, velikost izvora nastavljiva med 200 in 900 μ m) in R3000 elektronski spektrometer (VG Scienta), visoko zmogljive leče, optimizirana transmisija za visoko intenziteto pri UPS, XPS, s kotno ločljivim načinom delovanja.

V letu 2018 smo v LKO pridobili novo pripravljalno komoro, ki bo omogočala pripravo in preliminarno karakterizacijo vzorcev v visokem vakuumu in prenos vzorcev v eksperimentalne komore svetlobnega vira CITIUS. Nova komora bo zahtevala vzdrževanje ter dobro usposobljenega in izkušenega strokovnjaka na področju ultra-visokih vakuumske tehnike.

1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju (LVOŽ)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LVOŽ, se osredotoča na karakterizacijo snovi in procesov na molekularnem kot tudi na supramolekularnem nivoju, karakterizacijo materialov s poudarkom na okoljskih aplikacijah ter na tehnologije rekombinantnih protiteles in razvoj onkoloških reagentov in biomedicinske diagnostike. Vse razpoložljive metode lahko uporabljamo za karakterizacijo snovi in procesov, ki so vezani za raziskovalno dejavnost laboratorija ter drugih oddelkov UNG ali zunanjih uporabnikov v Sloveniji in tujini s sorodnimi raziskovalnimi usmeritvami, kot tudi za potrebe splošne kemijske analize najrazličnejših vzorcev. S podporo infrastrukturnega programa so bili razviti novi instrumenti in visoko občutljive in hitre optotermične metode za določevanje aktivnosti encima acetylocholinesteraze v vzorcih človeške krvi, detekcijo železovih ionov v naravnih vodah, detekcijo količine biogenih aminov in piranoantocianov v vzorcih hrane, optično, termično in strukturno karakterizacijo hibridnih protikorozijskih slojev za medicinske vsadke ter določevanje debeline mikroslojnih plasti aerogelov kitosana za zaščito jeklenih vsadkov ter vsebnost farmacevtskih učinkovin v njih. Sodelovali smo tudi pri razvoju novega spektrometra s toplotnimi lečami (TLS), ki s polikromatskim svetlobnim izvorom in resonatorjem omogoča visoko občutljivo snemanje absorpcijskih spektrov raztopin v 1 mm celici in tankih prosojnih trdnih nanokompozitnih materialov. Poleg tega smo s tehniko TLS proučevali vsebnost ionskega in nano-srebra v farmacevtskih izdelkih in razvili novo metodo za določevanje skupnega hemoglobina v fizioloških tekočinah po dodatku polietilenglikola.

Na biotehnološkem področju nam je s pomočjo infrastrukturnega programa uspelo razviti reagent za kvantifikacijo rakavega biomarkerja v telesnih tekočinah. Razvili smo tudi nekatera druga nanotelesca za različne okoljske in medicinske aplikacije.

4. Realizirana podpora infrastrukturnega programa raziskovalnim programom⁴

SLO

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC), neposredno podpira raziskovalna programa

- **P1-0031** "Astrofizika osnovnih delcev" ter
- **P1-0385** "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 P1-0385 "Daljinsko zaznavanje atmosferskih lastnosti" se navezuje na naše aktivnosti v okviru kolaboracij Pierre Auger in CTA, kjer kot medij za detekcijo kozmičnih delcev ekstremnih energij in gama žarkov visokih 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 delcev ekstremnih energij in visokoenergijskih gama žarkov.

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 absorbcijo v modrem in ultravijoličnem delu spektra. V okviru programa smo začeli z raziskavami

transporta električnega naboja v kvantnih strukturah, sestavljeni iz dveh vzporednih grafenskih ravnin med katerima bomo vstavili nanometrski sloj organskega polprevodnika. Aktivnosti smo usmerili na izdelavo sistema za manipulacijo vzorcev grafena in hBN, ki nam že omogoča natančno sestavljanje posameznih slojev v vertikalni smeri. V nadaljevanju bomo začeli z meritvami tunelskih tokov v kvantih jamah grafen/hBN/grafen in merjenjem učinka moiréjevih vzorcev na transport naboja vzdolž grafenskega sloja.

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov

Center za elektronsko mikroskopijo pripomore k raziskovalni aktivnosti raziskovalnih programov

- **P2-0377** "Heterogeni fotokatalitični procesi: pridobivanje vodika, čiščenje vode in zraka"
- **P2-0379** "Modeliranje in simulacija materialov in procesov"

s tem, da zagotavlja natančno karakterizacijo sintetiziranih materialov. SEM laboratorij je izjemno vsestransko 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 mešaníc in heterogenih nanostruktur (npr. core-shell nanostruktur).

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za kvantno optiko (LKO), pripomore k raziskovalni aktivnosti raziskovalnega programa:

- **P1-0112** "Raziskave atomov, molekul in struktur s fotoni in delci". LKO sodeluje z vpeljavo in uporabo novih tehnik za karakterizacijo snovi, kot je npr. časovno- in kotno-ločljiva fotoelektronska spektroskopija, ki omogoča vpogled v dinamiko neravnovesnih stanj v atomih, molekulah in trdni snovi na femtosekundni časovni skali. Trenutne aktivnosti laboratorija na tem področju so usmerjene v preučevanje interakcije močnih laserskih pulzov z valovnimi dolžinami v območju vidne in ekstremno ultravijolične svetlobe z atomi žlahtnih plinov, ter na preučevanje prenosa tirne vrtilne količine iz svetlobe na snov. Poleg tega LKO uporablja že uveljavljene tehnike za preučevanje materialov, ki so relevantni na različnih tehnoloških področjih, sodeluje pri optimizaciji karakterizacijskih metod, ter je aktiven na področju preučevanja interakcije snovi z močnimi svetlobnimi viri, kot so laser na proste elektrone in viri, ki temeljijo na generaciji

visokih harmonikov v plinu.

1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za vede v okolju in življenju (LVOŽ), neposredno podpira izvajanje naslednjih raziskovalnih programov:

- **P1-0034** "Analitika in kemijska karakterizacija materialov in procesov", v okviru katerega v LVOŽ 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 neporušeno globinsko analizo optotermičnih, strukturnih in transportnih lastnosti trdnih materialov. Med kemijskimi procesi proučujemo predvsem transport snovi v sistemih kot so celične membrane ali difuzija v binarnih tekočinah.
- **P2-0393** "Napredni materiali za nizkoogljico in trajnostno družbo". V okviru tega programa zagotavlja infrastrukturni program instrumentacijo in tehnike za optično, termično in strukturno karakterizacijo tankoslojnih materialov za pretvorbo svetlobne energije s pomočjo sončnih kolektorjev, fotokatalizatorjev in fotovoltaičnih celic.
- **P4-0107** "Gozdna biologija, ekologija in tehnologija". Infrastrukturni program zagotavlja instrumentalne metode in razvoj postopkov za raziskave stanja gozdnih ekosistemov, predvsem s stališča kemijskega onesnaženja in kakovosti tal ter bioindikatorskih organizmov. S pomočjo infrastrukturnega programa smo tako že razvili biomarker za ugotavljanje vodnega stresa pri mladih rastlinah gozdnih drevesnih vrst.
- **P6-0119** »Raziskovanje krasa«. Infrastrukturni program zagotavlja instrumentalne metode, s katerimi je raziskovalnemu programu omogočena izvedba raziskovalnih projektov, pri katerih potrebujejo analitske instrumente za detekcijo spojin v različnih vzorcih.

5. Realizirana podpora infrastrukturnega programa raziskovalnim projektom⁵

SLO

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC), neposredno podpira raziskovalne projekte

- **J1-9146** "Novi detektorji in tehnike daljinskega zaznavanja atmosferskih lastnosti za polja Čerenkovih teleskopov";
- **Z1-8139** "Zaznavnost izbruhov gama žarkov z observatorijem Pierre Auger";
- **J1-8136** "Astrofizika tranzientnih izvorov v dobi pregledov celotnega neba";
- **ESA Prodex** "Gaia Transients";
- **H2020-SPACE-2018-2020** "High Energy Rapid Modular Ensemble of Satellites, Scientific Pathfinder (HERMES)".

V okviru prvega raziskujemo nove vrste lidarja za uporabo na obsevatoriju CTA, v okviru drugih štirih projektov pa pa tranzientne pojave v vesolju, še posebej izvore visokoenergijskih gama žarkov.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), neposredno podpira projekte, ki so potekali v letu 2018:

- **ARRS N1-0024** - Organski monokristali za aplikacije z visoko gibljivostjo;
- **MX-OSMOPED** - MXene–organic semiconductor blends for high-mobility printed organic electronic devices – projekt iz okvira programa FLAG-ERA;
- **Nanoelmem** (nano-structured electrode and membrane materials for direct alkaline ethanol fuel cell) - projekt iz okvira programa M-ERA.

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov (LRM)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LKO, neposredno podpira projekta

- ARRS J2-7157 - Topološko oblikovani magnezijeve zlitine za biomedicinsko uporabo;
- Projekt BI-FR/CEA/17-19-001 (ARRS-CEA raziskovalno sodelovanje); Večnivojsko modeliranje kinetike E'-centrov Kinetics v obsevanih MOSFET-ih;
- Projekt MIZŠ Raziskovalci-2.0-UNG-529037 (2017-2020): Biološka remediacija voda onesnaženih s težkimi kovinami;
- Projekt MIZŠ Raziskovalci-2.0-UNG-529036 (2017-2020): Metalizacija polimernih površin s pomočjo alg;
- ARRS NI-0002; Multidisciplinarni pristop k čiščenju odpadnih voda in ponovne uporabe v kmetijstvu, (2018-2020).

Infrastrukturni program zagotavlja elektronsko mikroskopijo za karakterizacijo materialov, ki jih razvijamo v sklopu teh projektov.

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LKO, podpira naslednje projekte:

- **ARRS J1-8134** - Proženje prepovedanih pojavov z zaviranimi žarki svetlobe in delcev;
- **INTERREG SI-AT RETINA** - Odpiranje raziskovalnih laboratorijev za inovativne industrijske aplikacije;
- **INTERREG IT-SI Nano-regija:** prosto dostopna mreža za inovacije na osnovi nanotehnologij.

1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju (LVOŽ)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LVOŽ, neposredno podpira naslednje domače, mednaodne in podoktorske raziskovalne projekte:

- **J2-7371** - Visoko-zmogljive nanostrukturirane prevleke – preboj za koncentratorske sončne elektrarne (2016 – 2018);
- **L2-7630** - Termo-in foto-aktivne prevleke za okna (2016-2019);
- **ARRS-FWO** - Identifikacija rekombinantnih nanotelesc za imunsko detekcijo eksosomov za diagnozo raka na dojkah (2016 – 2020);
- **ARRS-FWO** - Razvoj naprednega TiO₂ fotokatalizatorja za razgradnjo organskih onesnažil v odpadni vodi (2015 – 2019), ki ga koordinira Kemijski inštitut, sodeluje pa tudi UNG;
- **J3-8209** - Bilirubin, kot zaščitni dejavnik pred razvojem kroničnih degerenativnih bolezni; serumski biomarker in možnosti farmakološke modulacije (2017-2020), ki ga koordinira Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, sodeluje pa tudi UNG.
- **J1-9162**: Neurotoksičnost ali neuroprotektivnost nanomaterialov: vpliv biokorone (2018-2021); ki ga koordinira Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, sodeluje pa tudi UNG.
- **J1-9169** - Večfunkcionalne bioaktivne prevleke na različnih substratih za biomedicinske aplikacije (2018—2021), ki ga koordinira Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, sodeluje pa tudi UNG.
- **J4-9322** - Razvoj reagentov za diagnostično stratificiranje in tarčno zdravljenje raka na dojki na osnovi tekočinskih biopsij (2018 -2020) projekt koordinira UNG-LVOŽ.
- **L2-6762** - Ocena vpliva naravnih in antropogenih procesov na mikrometeorologijo Postojnske jame z uporabo numeričnih modelov, ter sodobnih metod za jemanje in prenos okoljskih podatkov (2014-2018); Projekt se izvaja na Inštitutu za raziskovanje krasi, Postojna (ZRC-SAZU), LVOŽ omogoča opravljanje analiz na instrumentih, ki so vključeni v IP.
- **J1-9185** - Kopenski karbonati: mineralni produkti geobioloških procesov v kritični coni (2018-2021) Projekt se izvaja na Inštitutu za raziskovanje krasi, Postojna (ZRC-SAZU), LVOŽ omogoča opravljanje analiz na instrumentih, ki so vključeni v IP.
- Mreža za kognitivno in gibalno rehabilitacijo po možganski kapi - MeMoRi-net, Projekt čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija, INTERREG (2017 - 2019) - UNG sodeluje kot soizvajalka projekta.
- Kraški agroturizem - AGROTUR, Projekt čezmejnega sodelovanja Slovenija-Italija, INTERREG (2017-2019) - UNG sodeluje kot soizvajalka projekta.
- Celovito oblikovanje proizvodnje za zmanjšanje ekološkega odtisa mesa, ERA-NET SusAn, (2017-2020) - UNG sodeluje kot soizvajalka projekta.

Infrastrukturni program zagotavlja instrumentacijo za karakterizacijo nanoslojnih materialov za fotokatalitsko čiščenje odpadnih vod, kot tudi instrumentacijo za kemijsko analizo vod in ugotavljanje učinkovitosti sintetiziranih fotokatalizatorjev in drugih naprednih materialov ter raziskave procesov v organizmih, okolju in človeku, ki so predmet raziskav v okviru navedenih projektov.

6. Realizirana podpora infrastrukturnega programa razvojnim programom in projektom⁶

SLO

/

7. Realizirana podpora infrastrukturnega programa državnim in drugim vladnim organom ali resorjem pri izvajanju njihove službe²

SLO

Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici 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 sinhrotronom Elettra 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 raziskovalnega in inovacijskega sistema vzpostavljenega na UNG, ki so ga sooblikovali različni deležniki in je odprt svetu. Ta sistem je v službi družbe, odziva se na potrebe in hotenja državljanov, še posebej gospodarstva ter omogoča reševanje družbenih izzivov prihodnosti, kakršni so podnebne spremembe, onesnaževanje in varovanje okolja, energija, pomanjkanje in izkoriščanje naravnih virov, kakovost in varnost hrane, zdravje in staranje. Kot rezultat se v družbi povečuje ugled in privlačnost dela raziskovalcev, razvojnikov in inovatorjev.

Vključenost deležnikov v vzpostavitev infrastrukture omogoča izvajanje infrastrukturnega programa,

preprečuje podvajanje in hkrati omogoča doseganje sinergijskih učinkov. Povečanje ugleda in privlačnosti poklica raziskovalca in raziskovalke se lahko poveča tudi zaradi ugodnih infrastrukturnih pogojev, 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.

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo

Infrastrukturni program I0-0033 "Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici" omogoča izvajanje sporazuma med Vlado Republike Slovenije in Kolaboracijo Pierre Auger (Agreement for the Organization, Management and Funding of the Pierre Auger Observatory). Podpira 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-atmosfere/observatorij-otlica/>).

Poleg tega po sklepu vlade Republike Slovenije št. 51100-35/2017/2 z dne 5.10.2017 infrastrukturni program I0-0033 omogoča tudi članstvo Republike Slovenije v Observatoriju za polja teleskopov Čerenkova (Cherenkov Telescope Array Observatory - CTAO) na način, da se za družbenika imenuje Univerza v Novi Gorici, stroški aktivnosti v CTAO pa se financirajo v okviru tega programa.

8.Pomen vsebine infrastrukturnega programa za raziskovalno dejavnost in druge uporabnike z vidika ekonomičnosti in tehnološke sodobnosti⁸

SLO

Raziskovalna infrastruktura, ki jo pokriva I0-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici je brez dvoma v svetovnem vrhu tehnoloških zmožnosti, ki bo pomagala odkrivati fundamentalne zakonitosti narave na širokem spektru energijskih in velikostnih skal. Del te infrastrukture so observatoriji Pierre Auger, CTA, Observatorij za raziskave atmosfere na Otlici v katere je vključen Center za astrofiziko in kozmologijo, ter Laboratorij za raziskave materialov, Laboratorij za kvantno optiko, Laboratorij za fiziko organskih snovi in Laboratorij za vede o okolju in življenju. Preko infrastrukturnega programa je Univerza v Novi Gorici vključena tudi v računalniško gručo SiGNET, ki je prvi primer uporabe tehnologije GRID v Sloveniji.

Glede na to, da je večina raziskovalne opreme, ki jo podpira infrastrukturni program, bodisi v skupni uporabi mednarodnih raziskovalnih kolaboracij (Pierre Auger, CTA), bodisi v skupni uporabi vseh slovenskih raziskovalcev SiGNET GRID, bodisi je bila pridobljena na podlagi evropskih sredstev in podpira številne raziskovalne programe in projekte na katerih sodelujejo ključne slovenske raziskovalne inštitucije (IJS, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo, Gozdarski inštitut, Univerza v Ljubljani itd...) in tuje akademske ustanove, je po našem mnenju izkoriščenost raziskovalne opreme in infrastrukture, ki jo ponuja Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici, maksimalno ekonomična, infrastrukturna podpora teh aktivnosti pa ekonomsko upravičena.

9. Seznam raziskovalne in infrastrukturne opreme ter druge infrastrukture s stopnjo izkoriščenosti zmogljivosti⁹

Seznam opreme v prilogi

10. Opis tehnološke zahtevnosti infrastrukturne dejavnosti in prispevka k izkoriščenosti raziskovalne in informacijske opreme ter infrastrukture RO¹⁰

SLO

Infrastruktura, ki jo podpira IO-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici, je bila v letu 2018 v večini primerov 100% izkoriščena. Glede na omejen obseg financiranja materialnih stroškov in amortizacije infrastrukturne dejavnosti (v letu 2018 smo prejeli 64,6% sredstev od planiranih za vsebinsko odobrene aktivnosti infrastrukturnega programa) je, kljub uspešnemu delovanju v tem obdobju delovanje infrastrukturnega programa v celotnem odobrenem obsegu neizvedljivo.

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo

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 observatorija 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 450 M EUR, kar posredno kaže na tehnološko zahtevnost projekta. Projekt CTA je umeščen v Načrt razvoja raziskovalne infrastrukture 2011-2020 (NRRI), od leta 2017 dalje je R. Slovenija vanj tudi formalno vključena. Njen predstavnik v svetu neprofitne organizacije CTAO gGmbH, ki je odgovorna za izgradnjo observatorijev, je Univerza v Novi Gorici.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), spada v ostrino svetovne interdisciplinarnе 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. Z zagonom infrastrukturnega programa se je taka zasedenost ohranila s financiranjem dela materialnih stroškov, pa je omogočeno, da se oprema redno vzdržuje in posodablja.

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. Osebje mora imeti poglobljeno znanje s področja elektronske mikroskopije, poleg tega pa tudi iz drugih področji, kot so fizika trdne snovi, kemija, nanotehnologija in okolje vakuuma. Ta strokovna znanja omogočajo osebju 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.

Mikroskope smo instalirali v začetku 2014. Njihova uporaba je sedaj precej intenzivna, prav tako pa se vztrajno povečuje število uporabnikov ter povpraševanj za opravljanje meritev, s strani raziskovalcev 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.

1540-012 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, vakuumske 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.

1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju

Opremo, ki jo v infrastrukturni program ponuja Laboratorij za vede o okolju in življenju (LVOŽ), 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. Uporaba tovrstne opreme, ki je sicer zasedena blizu 100%, je za zunanje uporabnike možna izključno s podporo kadra UNG.
- Ostala oprema je klasična komercialno dostopna oprema za spektroskopske meritve ter kemijske in molekularno-biološke analize, 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%, enako stopnjo izkoriščenosti pa smo ob boljši ureditvi financiranja infrastrukturnega programa dosegli tudi za vso ostalo opremo.

11. Pomen za podporo sodelovanju z uporabniki in infrastrukturnimi omrežji v Republiki Sloveniji¹¹

SLO

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC), 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 štiri leta, so že uveljavljena sodelovanja z večino slovenskih akademskih in raziskovalnih institucij ter naslednjimi podjetji:

- 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
- Gald d.o.o., Analiza in karakterizacija aluminij oksidnih prevlek na kovinskih folijah
- Seven Refractories d.o.o, analiza SiO₂ koloidnih suspenzij in bitumnov
- Lek d.d., analiza polimerov za farmacevtske cevke

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): (i) preučevanje razredčenih magnetnih polprevodnikov z rentgensko fotoemisijsko spektroskopijo, (ii) razvoj novih generacijskih shem svetlobe na laserju na proste elektrone FERMI

- CNR-IOM (Italija): časovno ločljiva fotoemisija na mejnih plasteh med žlahtnimi kovinami in majhnimi organskimi molekulami (porfirini ftalocianini)
- Institut Jožef Stefan (Slovenija): časovno ločljivi poskusi na vzbujenih stanjih v atomih Ne
- Univerza v Regensburgu (Nemčija) in Sinhrotron Soleil (Pariz, Francija): preučevanje ultra-hitre demagnetizacije v novih feromagnetnih spojinah
- Komisariat za alternativne energije in atomsko energijo (CEA): Izmenjava vrtilne količine pri interakciji svetlobe s snovjo
- Sodelovanje z oddelkom FWO Katoliške univerze Leuven (Belgija): ultra-hitre raziskave novih materialov za fotovoltaike

1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju

Oprema, ki jo v infrastrukturni program ponuja Laboratorij za vede o okolju in življenju (LELS), je relevantna za sodelovanje z industrijo in negospodarskimi ustanovami. V povezavi s tem imamo v Sloveniji podpisane pogodbe z:

- **Cinkarna Celje** (razvoj polprevodniških fotokatalitskih premazov in samočistilnih površin);
- **Steklarna Hrastnik** (razvoj polprevodniških fotokatalitskih premazov in samočistilnih površin za stekla);
- **M SORA, trgovina in proizvodnja, d.d.** (razvoj termo- in fotoaktivnih prevlek za okna);
- **Javni zavod Park Škocjanske jame**, (monitoring kakovosti reke Reke);

v tujini pa s podjetjem:

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

V prihodnje načrtujemo novo sodelovanje s podjetjem:

- **Instrumentation Technologies, Slovenija** (sodelovanje pri razvoju Raman-spektrofotometra namenjenega za biomedicinsko diagnostiko).

12. Pomen za podporo sodelovanju pri mednarodnih infrastrukturnih projektih¹²

SLO

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC) 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 vodelujejo v kolaboracijah P. Auger (več kot 490 raziskovalcev iz 18 držav) in CTA (več kot 1200 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 bistveno prispevamo k razvoju in izgradnji obeh observatorijev, kar bo ne le omogočilo raziskovalcem UNG in ostalih RO v Sloveniji 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.

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov

Odlična raziskovalna infrastruktura, ki je vključena v ta infrastrukturni program, nam je omogočila vzpostaviti številne mednarodne povezave ter pridobiti raziskovalno-razvojne pogodbe z različnimi mednarodnimi partnerji. Partnerji, s katerimi najbolj intenzivno sodelujemo so:

- 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 SiO₂ optičnih vlaken s SEM in katodoluminiscenčno spektroskopijo.
- Indian Institute of Technology Jodhpur, Indija, sodelovanje na razvoju ZnO senzorjev za vodik
- National Indian Institute of S&T; Trivandrum, Indija, sodelovanje pri raziskavah magnetoelektrikov
- University of Vienna, Avstrija, sodelovanje pri raziskavah Mg za biomedicinske aplikacije
- Imperial College London, Združeno kraljestvo, sodelovanje pri razvoju elektrokaličnih materialov
- London South Bank University, Združeno kraljestvo, sodelovanje pri razvoju tehnologij za trajnostno pridobivanje vodika
- Institute of Fundamental and Frontier Sciences, University of Electronic Science and Technology of China (Kitajska); sodelovanje pri raziskavah selenidnih nanostruktur

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

forumu 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. LKO je 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. LKO je bil pred kratkim vključen tudi v infrastrukturo NFFA, ki uporabnikom omogoča nano-izdelavo, nano-karakterizacijo, teoretično podporo in fino analizo z različnimi viri svetlobe in delcev.

1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju

Zaradi edinstvenih lastnosti in unikatnosti optotermičnih spektrometrov in sklopljenih sistemov ter bogato opremljenih molekularno bioloških laboratorijev, je oprema LVOŽ zanimiva tudi za številne tuje raziskovalne institucije s katerimi se vključujemo tudi v mednarodne projekte:

- Univerza v Trstu (meritve bilirubina/biliverdina v endotelijskih celicah in bioloških tekočinah),
- 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).
- Univerza Marquette, Milwaukee, ZDA (karakterizacija biokompatibilnih kompozitnih materialov z vgrajenimi baktericidnimi lastnostmi, SLO-US 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, Merida, Venezuela,
- Moskovska državna univerza Lomonosova, Moskva, Ruska federacija,
- Univerza v Torinu, Torino, Italija,
- Univerza v Zagrebu, Zagreb, Hrvaška,
- Biotehniška fakulteta, Bihač, Bosna in Hercegovina,
- Exosomics Siena, HORN Media Group, Oslo, Norveška,
- ThunderNIL, Trst, Italija,
- Univerza v Tuzli, Bosna in Hercegovina,
- Univerza v Novem Sadu, Novi Sad, Srbija,
- Institut za fiziko Zemun, Beograd, Srbija,
- Univerza Vrije, Brussels, Belgija,
- Univerza Liège, Liège, Belgija.

Sodelujočim institucijam omogočamo tudi usposabljanje podiplomskih študentov in podoktorskih sodelavcev preko programa ERASMUS+.

13. Obrazložitev spremembe sestave infrastrukturne skupine v letu 2018¹³

SLO

V programski skupini infrastrukturnega programa IO-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici je letu 2018 prišlo do naslednjih sprememb:

1. Zaradi infrastrukturnih aktivnosti v okviru raziskav astrofizikalnih tranzientov se je iz programske skupine izbrisala dr. Asta Gregorič (št. raziskovalca 29524) in dodala dr. Tanja Petrushevska (št. raziskovalca 51012);
2. Zaradi podpore aktivnosti na področju raziskav vpliva okolja na biokulture se v programsko skupino dodala dr. Katja Šuklje (št. raziskovalca 38767).

14. Predstavitev infrastrukturnega programa na spletu (navedite naslov spletnega mesta)

<http://www.ung.si/sl/raziskave/IP/>

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- so z vsebino poročila seznanjeni in se strinjajo vsi izvajalci infrastrukturnega programa.

potrjujemo zgoraj navedene izjave

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba JRO
in/ali RO s koncesijo:*

in

vodja infrastrukturnega programa:

Samo Stanič

ŽIG

Datum:

Oznaka prijave: ARRS-RI-IP-VP-2019/2

¹ Izraz vodja programa je zapisan v moški slovnični obliki in je uporaben kot nevtralen za ženske in moške. Izpolni vodja infrastrukturnega programa, v primeru Univerze vodja na članici Univerze. [Nazaj](#)

² Izpolnite, tudi v primeru, če ima vaša raziskovalna organizacija samo 1 organizacijsko enoto. [Nazaj](#)

³ O rezultatih in ciljih je potrebno poročati skladno s pričakovanimi rezultati in cilji, ki ste jih navedli v prijavnih dokumentaciji. Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)

⁴ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)

⁵ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)

⁶ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)

⁷ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)

⁸ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)

⁹ Priložite obrazec: RAZISKOVALNA IN INFRASTRUKTURNA OPREMA TER DRUGA INFRASTRUKTURA [Nazaj](#)

Vmesno poročilo o rezultatih infrastrukturnega programa za leto 2018

- ¹⁰ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)
- ¹¹ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)
- ¹² Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)
- ¹³ Obseg teksta v tej točki je omejen do največ 6000 znakov na 1 OE. [Nazaj](#)>

Obrazec: ARRS-RI-IP-VP/2019 v1.00
90-43-E4-97-C5-15-50-1B-0E-7B-03-B5-8B-08-8E-61-58-0D-D8-24