



PROGRAM DELA INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA ZA LETO 2019

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. LETNI PROGRAM DELA INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA ZA TEKOČE LETO

3. Opis področja in vsebina infrastrukturnega programa³

SLO

Univerza v Novi Gorici (UNG) je raziskovalno usmerjena univerza, kjer pedagoško delo temelji na znanstveni odličnosti njenih laboratorijev. Raziskovalno je najmočnejša je na področju fizike in okoljskih znanosti. Pet njenih organizacijskih enot, in sicer 1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC), 1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), 1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju (LVOŽ), 1540-011 Laboratorij za raziskave materialov (LRM) ter 1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO) je vpetih v devet temeljnih raziskovalnih programov, financiranih s strani Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost. Pri treh izmed njih (P1-0031, P1-0385 ter P2-0377) je UNG vodilna institucija. Rezultati raziskovalnega dela teh laboratorijev se umeščajo v vrh znanstvenih dosežkov slovenskih znanstvenikov (<http://www.ung.si/sl/novice/1993/pregled-desetih-najodmevnejseh-clankov-v-letu-2018/>). Raziskovalci UNG, ki jih podpira infrastrukturni program, so sodelovali pri največjih dosežkih fizike v letu 2018. Predsednik Republike Slovenije Borut Pahor je podelil »Jabolko navdiha« sodelavkama

dr. Tanji Petrushevski za odkritje prve supernove, pri kateri je nastala tesna dvojna nevtronska zvezda, in doc. dr. Gabrijeli Zaharijaš za raziskave zunajgalaktične svetlobe ozadja s satelitom Fermi (<http://www.ung.si/sl/novice/2010/jabolko-navdiha-dr-tanji-petrushevski-in-doc-dr-gabrijeli-zaharijas/>). pprof. dr. Andreja Gomboc pa je predstavila detekcijo gravitacijskih valov in svetlobe ob zlitju nevtronskih zvezd v sklopu dogodka Dan ARRS 2018: podpiramo odličnost (<https://www.arrs.si/sl/obvestila/18/odlicni-dan-ARRS-18.asp>).

Raziskovalno podprtih 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 polikristaliničnih nanostrukturiranih materialov, ter celic in organizmov. Raziskave v CAC 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 ter kemijskih, bioloških in okoljskih procesov, kar neposredno prispeva k tehnološkemu napredku in razvoju ter kakovosti življenja. Delo vseh temelji na uporabi raziskovalne opreme večje vrednosti, bodisi preko vpetosti v velike mednarodne raziskovalne kolaboracije (CAC je polnopravni član Observatorija Pierre Auger z vrednostjo 50 M EUR in Observatorija CTA z vrednostjo 450 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, s katero razpolagamo umešča Univerzo v Novi Gorici, med najnaprednejše centre za karakterizacijo elektronskih lastnosti kondenziranje in plinaste materije in bioloških snovi na svetu. Raziskovalni cilji in predvidena infrastrukturna podpora po raziskovalnih enotah so:

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja CAC, bo v letu 2019 neposredno podpiral osnovne raziskave v okviru programa "P1-0031 Astrofizika osnovnih delcev". Raziskovalne in infrastrukturne dejavnosti bodo potekale v okviru dela mednarodnih znanstvenih kolaboracij Pierre Auger (PAO, <https://www.auger.org/>) in Cherenkov Telescope Array (CTA, <https://www.cta-observatory.org/>), namenjenih proučevanju pojavov na ekstremnih energijskih in velikostnih skalah v naravi. Aktivno bomo 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). Univerza v Novi Gorici je 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, s tem pa so se infrastrukturne aktivnosti za CTA vključile v Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici. V letu 2019 bodo infrastrukturne aktivnosti usmerjene predvsem v izgradnjo prototipa lidarskega sistema za nadzor atmosfere nad severnim observatorijem CTA na La Palmi (v sodelovanju s skupino iz Univerzitet Autònoma de Barcelona), nadgradnjo observatorija Pierre Auger v Argentini (AugerPrime) in v nadaljnji razvoj distribuiranega superračunalniškega sistema (GRID) za potrebe eksperimentov v astrofiziki in fiziki osnovnih delcev.

Observatorij Pierre Auger

PAO 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). Njegova nadgradnja bo omogočila meritve delčne sestave fluksa UHECR, meritve interakcijskih presekov pri najvišjih energijah in boljšo identifikacijo astronomskih izvorov UHECR v vesolju. Infrastrukturne aktivnosti v okviru nadgradnje PAO med

drugim zajemajo:

- nadgradnjo polja talnih detektorjev, ki bo omogočala meritev 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.

V okviru infrastrukturnega programa bomo neposredno prispevali 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. V letu 2019 bomo nadaljevali s testi novih elektronskih sklopov in fotodetektorjev za mionsko identifikacijo (MARTA). Okvirni letni stroški za obratovanje in nadgradnjo PAO bodo znašali 100 k EUR.

Observatorij Cherenkov Telescope Array

Observatorij CTA, ki združuje raziskovalce iz 28 držav, 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, izgradnja prototipov pa se je pričela leta 2016. Oba observatorija, PAO in CTA, imata velik raziskovalni potencial za odkritje 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.

Observatorija CTA bosta dva, po eden v vsaki hemisferi, kar bo omogočalo meritve na celotnem nebu. Po zaključeni pripravljalni fazi, ki je trajala od 2010 do 2018. V letu 2018 je v okviru kolaboracije CTA padla dokončna odločitev za lokacijo južnega observatorija, po ustanovitvi CTAO ERIC pa bomo 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 v letu 2019 pa bodo 100k EUR. Prve znanstvene rezultate z delno dograjenim observatorijem pričakujemo že v letu 2020, saj je bil eden izmed velikih teleskopov Čerenkova na severnem observatoriju (La Palma) že nameščen (<http://www.ung.si/sl/novice/1992/izgradnja-najvecjeg-observatorija-za-astronomijo-z-visokoenergijsko-gama-svetlobo-cherenkov-telescope-array-se-bo-pricela-leta-2020-v-cilu-in-na-la-palmi/>). 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 izvangalaktičnega 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. nevtrali (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 2019 pomenilo nadaljnjo nadgradnjo za okoli 100 procesorjev.

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 predstavlja 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, 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 termo-ionske 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, proizvajalca JACOMEX, v kateri so nameščene merilne konice Signatone SP-100, ki služijo merjenju tokov fotovzbujenih nosilcev naboja in priključevanju električne napetosti med elektrodami. 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 neparjevalnik 5Pascal 5PA-coater s tremi neparjevalnimi 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 APE bomo uporabljali 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 0.5 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 kontaktnem in brezkontaktnem načinu. Opremljen je premikalom vzorcev do 120 μm .

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.

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 Ar^+ (ali I^+) ioni.
- ena enota za pripravo ultra-ravnega prereza (Jeol) s pomočjo tanjšanja preko mletja z ioni Ar^+ .

Za vzdrževanje vrstičnega mikroskopa imamo sklenjeno triletno pogodbo. V naslednjem obdobju načrtujemo nadgradnjo SEM z nosilcem z grelno ploščo, kar bo v celoti financirano s sredstev izven proračuna MIZŠ.

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 (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 Ar^+ ionski polirni sistem (PIPS II, Gatan) je na voljo za zadnjo stopnjo tanjšanja vzorcev.

Za vzdrževanje presevnega elektronskega mikroskopa pogodbe o vzdrževanju nimamo sklenjene, ker financiranje tega infrastrukturnega programa ni bilo izvedeno v obsegu, podanem v prijavnici vlogi. Zaradi tega ostaja realna nevarnost, da bo ob prvi večji okvari, delo na mikroskopu ustavljeno.

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO)

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja LKO, se osredotoča na fotoemisijno 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.

Rentgenska fotoelektronska spektroskopija (XPS) se pogosto uporablja za kemijsko analizo površin. Pri tej metodi z energijskim spektrometrom izmerimo kinetično energijo izbitih elektronov. Ker je 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. 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. Do bistvenega napredka v fotoemisijni spektroskopiji je v zadnjih 20 letih prišlo predvsem zaradi uporabe visokih harmonikov ultra-hitrega laserja kot izvora svetlobe. Generacija visokih harmonikov (HHG) je pojav, pri katerem nastanejo kratki sunki elektromagnetnega valovanja v energijskem območju od 10 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 fs 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 (OPA) lahko spektralno področje ultrahitrih svetlobnih sunkov zvezno spreminjamo od ultravijolične pa vse do infrardeče svetlobe. Poskuse s fotoemisijo lahko izvajamo stroboskopsko: IR ali vidni svetlobni sunek vzbudi sistem z nastavljenim časovnim zamikom, za njim pa na vzorec pošljemo drugi sunek svetlobe, s katerim zaznamo spremembe v elektronski konfiguraciji, ki jih je povzročil prvi sunek (t.i. način "pump-probe").

V LKO imamo svetlobni vir CITIUS, ki deluje po principu HHG. Sestavljen je 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 pomočja OPA opravita različno pot in se pri meritvah v načinu "pump-probe" združita na vzorcu.

Žarkovna linija za monokromatizacijo in prenos fotonov do eksperimentalnih komor je zasnovana v edinstveni dvojni konfiguraciji: monokromator CITIUS 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 ima vrhunsko eksperimentalno postajo: ARTOF 10K (VG-Scienta) elektronski energijski analizator (ki meri čas preleta elektronov) za kotno in časovno ločljivo fotoemisijo; kriogenski manipulator (zaprt krog He), minimalna temperatura vzorca je 15 K, pet prostostnih stopenj; komoro z običajnimi orodji za pripravo vzorcev: segrevanje do 1000 C, ionsko jedkanje, naparjevalniki; neodvisen sistem za XPS, ki vključuje izvor enobarvne rentgenske svetlobe (XR6, ThermoFisher) zasnovan na emisiji Al K_{alpha} 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, s kotno ločljivim načinom delovanja).

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 splošne kemijske analize najrazličnejših vzorcev in medicinsko diagnostiko.

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 ns 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 ter biokompatibilnih kompozitnih materialov uporabljamo naj sodobnejše instrumente za infrardečo FTIR in UV-Vis spektrometrijo za ugotavljanje kemijske sestave in optičnih lastnosti materialov. 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 dvema ionskima kromatografoma IC z detektorjem prevodnosti in UV-Vis detektorjem. Posamezne razpadne produkte, ki nastajajo v procesih razgradnje ali fotokemijskih pretvorb pa določamo z uporabo treh tekočinskih kromatografov HPLC. Od teh sta dva kromatografa opremljena s fluorescenčnim detektorjem in detektorjem z diodnim nizom DAD, en pa z visoko občutljivim optotermičnim

spektrometrom TLS. Poleg tega razpolagamo tudi s plinskim kromatografom GC z detektorjem na zajetje elektronov in plamensko ionizacijskim detektorjem ter s plinskim kromatografom GM-MS z masno selektivnim detektorjem. Instrument GC-MS lahko tudi direktno povežemo na fotoreaktorske sisteme za čiščenje plinov in zraka. Vsa navedena kromatografska oprema je primerna tudi za rutinsko kemijsko analizo in določevanje polutantov ter toksičnih in bioaktivnih snovi v najrazličnejših okoljskih vzorcih, bioloških tkivih in tekočinah ter vzorcih hrane.

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 ter čitalcu mikrotitrskih plošč Tecan, na katerem smo razvili tudi nov test za ugotavljanje baktericidnih učinkov biokompozitnih materialov in fotokatalizatorjev na osnovi titanovega dioksida. Sorodne študije na področjih molekularne in celične biologije lahko izvajamo tudi na čitalcu mikrotitrskih plošč Victor 2X za fluorescenčne in luminiscenčne meritve, na sistemu za kemoluminiscenčno slikanje Uvitec (detekcija Western blot) ter na fluorescenčnem mikroskopu Olympus IX81. Sistem FPLC pa nam omogoča hitro in učinkovito čiščenje proteinov pri biotehnoloških postopkih priprave rekombinantnih protiteles. Biološki vzorci so primerno hranjeni v zamrzovalniku (-80 °C) z možno CO₂ rezervo, ki bi v primeru izpada elektrika omogočala nemoteno zamrzovanje.

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, 350 – 800 nm) in trdni laser (300 mW, 405 nm). Na osnovi navedenih laserjev imamo postavljene tri spektrometre na toplotne leče (TLS) ter dva TLS mikroskopa (TLM) z manjšimi polprevodniškimi laserji (do 500 mW, 450 nm, 540 nm, 680 nm), 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 in bioloških tekočinah, saj tehnika TLS omogoča zaznavanje absorbcanc nižjih od 10⁻⁶, za analizo pa je potrebno le nekaj uL 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, s katerimi lahko detektiramo različne polutante, toksine, nanodelce, biomarkerje in tudi celice (virusi, rakave celice, drugi mikroorganizmi). 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) ponuja nov, komplementaren, nekontakten in nedestruktiven pristop k proučevanju optičnih in transportnih pojavov ter termično in strukturno karakterizacijo materialov.

Razvite tehnike nam omogočajo predvidevanje možnosti uporabe in učinkovitosti preučevanih materialov v različnih industrijskih procesih in z možnostjo testiranja pred, po in v času uporabe materiala, ponujajo nov komplementaren pristop k proučevanju lastnosti materialov.

4. Prikaz podpore infrastrukturnega programa raziskovalnim programom⁴

SLO

1540-002 Center za astrofiziko in kozmologijo

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC), bo neposredno podpiral 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 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 napajanje pentacenskih slojev. Morfologijo napačenih 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. Znotraj programa se ukvarjamo tudi z raziskavami transporta električnega naboja v kvantnih strukturah sestavljenih iz dveh vzporednih grafenskih ravnin, med katerima bomo vstavljali različne organske polprevodnike in dvodimenzionalne izolatorje. Za ta namen smo v letu 2018 zaključili z izdelavo

sistema, ki nam omogoča natančno manipulacijo grafenskih lističev in kosov hBN. Na področju z grafenom povezanih materialov bomo v letu 2019 nadaljevali s projektom MX-OSMOPED (FLAG-ERA) v okviru katerega bomo preiskovali transport električnega naboja v mešanicah med mxeni in organskimi polprevodniki.

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov

Center za elektronsko mikroskopijo bo pripomogel 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 mešanic 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 neporušno 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 nizkoogljčno 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.Prikaz podpore 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";
- **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 bomo nadaljevali z raziskavami nove vrste lidarja za uporabo na obsevatoriju CTA, v okviru drugih štirih projektov pa z raziskavami tranzientnih pojave v vesolju, še posebej izvorov 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 projekt

- **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 LRM, bo neposredno podpiral projekte:

- **INTERREG SLO-IT Nano-regija**: prosto dostopna mreža za inovacije na osnovi nanotehnologij (2019-2022)
- 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, neposredno podpira projekta

- **L1-7665** "Napredni materiali za shranjevanje toplote za celostne rešitve skladiščenja";
- **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, mednarodne in podoktorske raziskovalne projekte:

- **ARRS 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 degenerativnih 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.

- **J1-9185** - Kopenski karbonati: mineralni produkti geobioloških procesov v kritični coni (2018-2021) Projekt se izvaja na Inštitutu za raziskovanje krasa, 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.Prikaz podpore infrastrukturnega programa razvojnim programom in projektom⁶

SLO

/

7.Prikaz podpore infrastrukturnega programa državnim in drugim vladnim organom ali resorjem pri izvajanju njihove službe⁷

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 omogoča 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 prepoznan 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.

Infrastrukturni program pomembno prispeva k doseganju cilja **Raziskovalne in inovacijske strategije Slovenije 2011-2020**, ki je vzpostavitev sodobnega raziskovalnega in inovacijskega sistema, ki omogoča 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 omogoča 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

Načrtujemo, da bo infrastruktura, ki jo podpira I0-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici, v letu 2019 v celoti (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 obdobju 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. Z letom 2018 je njen predstavnik v svetu neprofitne organizacije CTAO gGmbH, ki je

odgovorna za izgradnjo observatorijev, Univerza v Novi Gorici, tako bo infrastrukturna dejavnost v okviru CTA v letu 2019 pokrita preko infrastrukturnega programa v višini okoli 100k EUR.

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. 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 vakuumu. 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 vakuumske 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 vakuumske 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:

1. optoterminični 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.
2. 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 ob urejenem in stabilnem financiranju infrastrukturnega programa pričakujemo tudi za vso ostalo opremo.

11. Načrtovana podpora raziskovalne- razvojne dejavnosti drugih RO in JRO (uporabniki)¹¹

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 v Sloveniji, 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. 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. LFOS redno izvaja meritve transporta nosilcev električnega naboja z naslednjimi ustanovami:

- **Institut Jožef Stefan**, Odsek za kompleksne snovi
- **Univerza v Strasbourgu**, Francija
- **Imperial College**, Velika Britanija
- **Univerza v Dresnu**, Nemčija
- **CNR Bologna**, Italija
- **CSIC, Barcelona**, Španija
- **Univerza Mons**, Belgija
- **Univerza Chalmers**, Švedska

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). V naslednjem letu načrtujemo

sodelovanje z večino slovenskih akademskih in raziskovalnih institucij ter naslednjimi podjetji:

- **Val-cer d.o.o.**, Analiza in karakterizacija aluminij oksidnih prevlek na kovinskih folijah;
- **Seven Refractories d.o.o.**, analiza bitumnov.

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko

Raziskovalna oprema, ki jo v infrastrukturni program ponuja LKO, je relevantna za uporabnike, ki jih zanima karakterizacija najrazličnejših materialov tako v ravnovesnih kot v neravnovesnih stanjih. Med sodelovanji z raziskovalnimi institucijami, ki so trenutno v teku in bodo aktualna tudi v naslednjem letu, 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;
- **Sinhrotron Elettra** v Trstu (Italija) in Univerza Paris-Sud (Francija): preučevanje ultra-hitre demagnetizacije v novih feromagnetnih spojinah;
- **CNR-IOM** (Italija): časovno ločljiva fotoemisija na mejnih plasteh med žlahtnimi kovinami in majhnimi organskimi molekulami (porfirini, ftalocianini);
- **Institut Jožef Stefan** (Slovenija): poskusi na vzbujenih stanjih v atomih žlahtnih plinov, prenos tirne vrtilne količine s svetlobe na snov;
- **Univerza v Gradcu** (Avstrija): orbitalna tomografija fotovzbujenih stanj v organskih molekulah.

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 prihodnjem letu načrtujemo novo sodelovanje še s podjetjem:

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

12. Sodelovanje z drugimi infrastrukturnimi programi in omrežji v Republiki Sloveniji¹²

SLO

Infrastrukturni program I0-0033 Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici sodeluje z naslednjimi infrastrukturnimi programi v Sloveniji:

- **I0-0005** Infrastrukturni program Instituta Jožef Stefan
- **I0-0003** Infrastrukturna dejavnost KI

13. Podpora sodelovanju pri mednarodnih infrastrukturnih projektih¹³

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 vodujejo 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 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.

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov

Odlična raziskovalna infrastruktura, ki je vključena v ta infrastrukturni program, nam bo omogočala vzdrževanje številnih mednarodnih povezav ter pridobitev 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 elektrokaličničnih 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. Zaradi svojih karakteristik se svetlobni vir CITIUS v LKO že uporablja kot sistem za opravljanje preliminarne študij, ki se bodo lahko kasneje izvajale na svetlobnem viru FERMI. Laboratorij Elettra zato LKO že smatra kot podporni laboratorij svetlobnemu viru FERMI, takšno tesno sodelovanje pa bo pomagalo postaviti Slovenijo na zemljevid Evropskega strateškega foruma za razvoj in infrastrukturo (ESFRI). 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 vključen v napredno, porazdeljeno infrastrukturo NFFA, ki uporabnikom omogoča nano-izdelavo, nano-karakterizacijo, teoretično podporo in fino analizo s sinhrotronsko svetlobo, laserji na proste elektrone in izvori nevtronov. LKO sodeluje tudi v projektu Dyna Chiro, ki ga izvaja CERIC-ERIC, multidisciplinarna raziskovalna infrastrukturna mreža za bazične in uporabne raziskave na področju materialov, biomaterialov in nanotehnologije.

1540-001 Laboratorij za vede o okolju in življenju

Zaradi edinstvenih lastnosti in unikatnosti optoterminičnih spektrometrov in sklopljenih sistemov, ter bogato opremljenih molekularno bioloških laboratorijev je oprema LVOŽ zanimiva tudi za številne tuje raziskovalne institucije, kot sta na primer:

- Univerza v Trstu (meritve bilirubina/biliverdina v endotelijskih celicah);
- Univerza Blaise Pascal, Institut de Chimie de Clermont Ferrand, Clermont Ferrand (meritve speciacije železa in raziskave organokovinskih kompleksov v vodi iz oblakov).

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 programu dela, 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 z vsebino programu dela 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:

18.3.2019

Oznaka obrazca: ARRS-RI-IP-PL-2019/2

¹ Izraz vodja programa je zapisan v moški slovnični obliki in je uporaben kot nevtralen za ženske in moške. [Nazaj](#)

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

³ 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 Izpolnite obrazec, ki je objavljen na spletni strani: <http://www.arrs.gov.si/sl/infra/infraprog/obvestila/> ter ga priložite k Programu dela infrastrukturnega programa za leto 2019. [Nazaj](#)

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-PL/2019 v1.00

81-26-AA-0B-DA-38-20-89-CA-6C-0B-F6-9F-98-C3-E6-A1-39-5F-6F