



PROGRAM DELA INFRASTRUKTURNEGA PROGRAMA ZA LETO 2016

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

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, kjer je njenih pet organizacijskih enot, in sicer 1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD), 1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), 1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju (LRO), 1540-011 Laboratorij za raziskave materialov (LRM) ter 1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO), vpetih v šest temeljnih raziskovalnih programov, financiranih s strani Agencije Republike Slovenije za raziskovalno dejavnost. Pri treh izmed raziskovalnih programov (P1-0031, P1-0385 ter P2-0377) je UNG vodilna institucija. Rezultati raziskovalnega dela teh laboratorijev se umeščajo v vrh znanstvenih dosežkov slovenskih znanstvenikov, z objavami v prestižnih znanstvenih publikacijah, kot so Nature, Science, Nature

Photonics, ter skupno oceno $A=321,24$ za vrednotenje bibliografskih kazalcev raziskovalne uspešnosti v zadnjih 5 letih po metodologiji ARRS.

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

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD)

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

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

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

Observatorij CTA, ki združuje raziskovalce iz 28 držav, 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, njegova izgradnja pa se bo 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.

Observatorij Pierre Auger

Infrastrukturne aktivnosti v okviru nadgradnje PAO med drugim zajemajo:

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

Z novo infrastrukturo se bomo lotili odprtih znanstvenih vprašanj, kot so delčna sestava fluksa primarnih UHECR in identiteta izvorov UHECR. 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. S preliminarnimi testi novih elektronskih sklopov in fotodetektorjev za mionsko identifikacijo (MARTA) smo že pričeli. Okvirni letni stroški za obratovanje in nadgradnjo PAO bodo znašali 90 k EUR.

Cilji nadgrajenega PAO so:

- pojasnitev pojemanja fluksa UHECR z energijo, ki je lahko bodisi rezultat interakcij UHECR z kozmičnim mikrovalovnim ozadjem ali pa dosežena maksimalna dosegljiva energija pospeševanja v izvorih. Mehanizem pospeševanja bo mogoče določiti preko meritev odvisnosti identitete primarnih delcev glede na njihovo energijo;
- astronomija z UHECR. Identifikacija primarnih delcev bo omogočila uporabo vzorca protonskih UHECR, ki se le malo odklanjajo v galaktičnem in medgalaktičnih magnetnih poljih in jih bo mogoče slediti do njihovih izvorov;
- študij hadronskih interakcij preko rekonstrukcije atmosferskih plazmov pri težiščnih energijah nekaj desetkrat višjih od tistih v velikem hadronskem trkalniku LHC;
- študij medgalaktičnih magnetnih polj ter magnetnih polj v začetnih fazah razvoja vesolja;
- študij korelacije astrofizikalnih izvorov UHECR z izvori visokoenergijskih nevtrinov (PeV), ki bi lahko izvirali iz istih procesov.

Observatorij Cherenkov Telescope Array

Izvor pomembnih informacij o netermalni sliki vesolja so raziskave kozmičnih gama žarkov v energijskem območju GeV-TeV. Fotoni s temi energijami energij naj bi nastajali kot sekundarni produkt pospeševanja UHECR ter pri njihovih neelastičnih interakcijah s snovjo med razširjanjem po vesolju. V nasprotju z nabitimi kozmičnimi žarki, galaktična in medgalaktična magnetna polja na gama žarke ne vplivajo, kar nam omogoča njihovo sledenje do mesta nastanka. Zaradi močne povezave pojava gama žarkov visokih energij (VHE) z UHECR bomo začeli z aktivnostmi na področju VHE astronomije, ki lahko nudi dodatne odgovore na odprta vprašanja pri raziskavah UHECR in je naravno nadaljevanje in nadgradnja iskanja njihovih izvorov.

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, se bomo v letu 2015 v okviru kolaboracije CTA odločili za lokacijo južnega observatorija in začeli z njegovo izgradnjo, ki bo predvidoma trajala pet let. Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev bo v okviru predlaganega infrastrukturnega programa bistveno prispeval tako pri razvoju detektorskih sklopov kot pri izgradnji samega observatorija, okvirni letni infrastrukturni stroški pa bodo 90k EUR. Prve znanstvene rezultate z delno dograjenim observatorijem pričakujemo že v letu 2016. Z observatorijem CTA bo mogoče:

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

Podporna računalniška infrastruktura (GRID)

Za uspešno delovanje obeh velikih raziskovalnih infrastruktur - nadgrajenega Observatorija Pierre Auger in Observatorija CTA je ključna tudi ustrezna IT podpora za analizo meritev. Obe kolaboraciji za to uporabljata tehnologijo GRID, ki je bila razvita za podporo velikih raziskovalnih kolaboracij na trkalniku LHC v Evropskem centru za fiziko osnovnih delcev CERN in temelji na optimalnem izkoriščanju računalniških kapacitet, distribuiranih med večje število institucij na različnih fizičnih lokacijah za doseganje skupnih računskih ciljev. K obema eksperimentoma bomo prispevali z nadgradnjo platforme GRID na UNG, v katero smo za potrebe PAO že vključeni z manjšim vozliščem (112 procesorjev, brez shranjevalne enote). Vozlišče GRID bomo nadgradili, da bo podpiralo do 10 % računskih potreb CTA in PAO, kar bo v letu 2015 pomenilo nadgradnjo na okoli 200 procesorjev in 100 TB podatkovnega prostora.

1540-003 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.

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 termoionske emisije, ne upoštevajo diskretnega značaja transportnih stanj, ampak privzamejo pasovno energijsko strukturo. Pri eksperimentalni obravnavi transporta naboja v organskih polprevodnikih pa je treba upoštevati posebnosti kot so relativno visoke spremembe električnega potenciala na stiku med kovino in OP in poskakovanje, ki

je odvisno od električnega polja, zaradi česar je transport močno spremenjen v režimu visokih koncentracij naboja. Obe posebnosti v našem sistemu rešujemo z uporabo fotonov za kreacijo nosilcev električnega naboja in z merjenjem časa preleta nosilcev naboja v električnem polju med dvema elektrodama. Posebnost našega sistema je v tem, da omogoča merjenje časa preleta nosilcev naboja v strukturah s koplanarnima elektrodama, ki so po v električnem smislu bolj podobne običajnim tankoslojnim tranzistorjem, kot bolj običajne strukture s planparalelnima elektrodama. Strukture s koplanarnimi elektrodami tudi omogočajo študij transporta naboja v območju debelin OP slojev, ki so tik nad perkolacijskim robom, ko je vzpostavljena perkolacijska povezava med obema elektrodama, se pravi pod eno molekularno plastjo.

Sistem je sestavljen iz sunkovnega NdYAG laserja (Ekspla NT-342A), ki je frekvenčno potrojen in omogoča spreminjanje valovne dolžine v območju med 200 nm in 1100 nm. Trajanje sunka 3 ns. Laserski žarek je speljan v komoro, napolnjeno z dušikom, proizvajalca JACOMEX, v kateri so nameščene merilne konice Signatone SP-100, ki služijo merjenju tokov fotovzbujenih nosilcev naboja in priključevanju električne napetosti med elektrodi. Merjenje električnih tokov poteka preko ozkopasovnega nizkošumnega ojačevalca po nizkošumnih kabljih do 2.5 GHz osciloscopa 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 (Veeco CP-II) uporabljamo predvsem za študij začetnih faz rasti OP in morfoloških značilnosti površin nanostrukturiranih materialov iz drugih raziskovalnih enot Univerze v Novi Gorici. Vertikalna ločljivost znaša 0,2 nm, lateralna pa 0,7 nm. Pri nekaterih vzorcih, npr. grafit je pod ustreznimi atmosferskimi pogoji mogoča atomska ločljivost. Mikroskop je opremljen s priključki, ki omogočajo zaznavanje vertikalnega pomika konice (topografija), torzije (trenje), faze, električne prevodnosti, električnega polja, kapacitete med konico in vzorcem. Lahko deluje v kontaktnem in brezkontaktnem načinu. Opremljen je z dvema premikaloma vzorcev, ki omogočata pomike do 4 μm in do 126 μm . Z uporabo tekočinske celice lahko opazujemo tudi biološke vzorce, ki bi v odsotnosti fiziološke raztopine razpadli.

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⁺.

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.

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO)

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

Rentgenska fotoelektronska spektroskopija (XPS), poznana tudi kot elektronska spektroskopija za kemijsko analizo (ESCA), se pogosto uporablja za kemijsko analizo površin. Pri tej metodi z energijskim spektrometrom izmerimo kinetično energijo izbitih elektronov. Ker je le-ta odvisna od energijskega stanja iz katerega je elektron izbit, lahko s pomočjo izmerjenih vrednosti ter intenzitet v fotoemisijškem spektru določimo za kateri element gre, njegovo kemijsko stanje ter vsebnost elementa v snovi. Informacije, ki jih lahko s pomočjo XPS dobimo o površinskih slojih in strukturah tankih filmov, so pomembne v številnih industrijskih aplikacijah kot so: polimerna površinska modifikacija, kataliza, korozija, adhezija, polprevodniški in dielektrični materiali, zaščita elektronskih vezij, magnetni mediji in tanke prevleke, ki se uporabljajo v številnih industrijskih panogah. Energija svetlobnega vira, ki se uporablja v XPS, je tipično 1486 ali 1289 eV in je primerna za preučevanje notranjih lupin atomov. Z razvojem "nastavljivih" svetlobnih virov (npr. sinhrotron), ki so sposobni proizvesti svetlobo nižjih energij, so se odprle možnosti tudi za preučevanje zunanjih lupin, ki so odgovorne za kemijsko vezavo. Fotoni energije med 10 in 20 eV (XUV) se uporabljajo pri metodi kotno ločljive fotoemisijške spektroskopije (ARPES) za preučevanje energijske strukture valenčnih pasov v trdni snovi. Pri fotoemisiji se ohrani komponenta valovnega vektorja elektrona, ki je

vzporedna s površino, kar nam omogoča, da izmerimo kinetično energijo elektronov v odvisnosti od njihove gibalne količine. Na ta način lahko neposredno določimo energijsko strukturo vzorcev trdne snovi.

Do bistvenega napredka v fotoemisijski 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 nastavljivim 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"). Z omenjeno metodo lahko preučujemo lastnosti snovi izven termodinamičnega ravnovesja.

V LKO se nahaja svetlobni vir CITIUS, ki deluje po zgoraj opisanem principu in ki omogoča vse prej omenjene študije. 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 je obdarjen z vrhunsko eksperimentalno postajo: 1) ARTOF 10K (VG-Scienta) elektronski energijski analizator (ki meri čas preleta elektronov) za kotno in časovno ločljivo fotoemisijo; 2) kriogenški manipulator (zaprt krog He), minimalna temperatura vzorca je 15 K, pet prostostnih stopenj; 3) komora z običajnimi orodji za pripravo vzorcev: segrevanje do 1000 C, ionsko jedkanje, neparjevalniki; 4) neodvisen sistem za XPS, ki vključuje izvor enobarvne rentgenske svetlobe (XR6, ThermoFisher) zasnovan na emisiji Al K_{alpha} črte (energija fotonov 1486 eV, energijska ločljivost 0.45 eV, velikost izvora nastavljiva med 200 in 900 m) 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 raziskave v okolju (LRO)

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

S spektrometrom za lasersko sunkovno fotolizo omogočamo proučevanje načinov razpada snovi pod vplivom UV svetlobe in s tem povezanih hitrih fotokemijskih reakcij v tekočinah. Sistem omogoča vzbujanje z 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 uporabljamo najsodobnejše instrumente za infrardečo FTIR in UV-Vis spektrometrijo za ugotavljanje kemijske sestave in optičnih lastnosti fotokatalizatorjev. Njihovo vzdržljivost proučujemo v klimatski komori, ki omogoča testiranje vplivov klimatskih dejavnikov kot so temperatura, vlažnost in intenziteta svetlobe, ki so programsko nastavljivi in kontrolirani. Merilec kontaktnih kotov omogoča določanje hidrofilitnosti in s tem povezane samočistilnosti nanoslojnih fotokatalitskih prevlek. Pokazatelj učinkovitosti fotokatalizatorjev je stopnja mineralizacije snovi v procesu razgradnje, ki jo lahko zasledujemo z analizatorjem skupnega organskega ogljika (TOC) in dušika (TON) ali ionskim kromatografom IC. Posamezne razpadne produkte, ki nastajajo v procesih razgradnje ali fotokemijskih pretvorb pa določamo z uporabo tekočinskega kromatografa HPLC, ki je opremljen s fluorescenčnim detektorjem in detektorjem z diodnim nizom DAD, plinskega kromatografa GC z detektorjem na zajetje elektronov in plamensko ionizacijskim detektorjem ter plinskega kromatografa GM-MS z masno selektivnim detektorjem. Instrument GC-MS lahko tudi direktno povežemo na fotoreaktorske sisteme za čiščenje plinov in zraka.

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

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

4. Prikaz podpore infrastrukturnega programa raziskovalnim programom⁴

SLO

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

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

- **P1-0031** "Astrofizika osnovnih delcev" ter
- **P1-0385** "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 kolaboracije Pierre Auger, kjer kot medij za detekcijo kozmičnih žarkov ekstremnih energij uporabljamo atmosfero. V okviru tega programa proučujemo atmosferske procese in metode njihovega daljinskega zaznavanja, ki so samostojen prispevek k znanosti, hkrati pa pripomorejo tudi k študiju lastnosti kozmičnih žarkov ekstremnih energij.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi

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

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

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

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov

Center za elektronsko mikroskopijo pripomore k raziskovalni aktivnosti raziskovalnega programa

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

s tem, da zagotavlja natančno karakterizacijo sintetiziranih materialov. SEM laboratorij je izjemno 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).

1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za raziskave v okolju (LRO), neposredno podpira izvajanje nasednjih raziskovalnih programov:

- **P1-0034** "Analitika in kemijska karakterizacija materialov in procesov", v okviru katerega v LRO razvijamo nove visoko občutljive metode laserske detekcije na osnovi optotermičnih pojavov. Nove metode zagotavljajo spodnjo mejo detekcije, ki je dva do tri velikostne razrede nižja od meje detekcije, ki jo zagotavljajo klasične transmisijske tehnike, analizo pa lahko opravimo že v vzorcu prostornine manj kot 1 uL. Tehnika optotermičnega odklona pa omogoča tudi neporušno globinsko analizo optičnih in transportnih lastnosti trdnih materialov. Med kemijskimi procesi proučujemo predvsem transport snovi v sistemih kot so celične membrane ali difuzija v binarnih tekočinah.
- **P1-0030** "Razvoj materialov po sol-gel postopkih in njihova uporaba v sistemih za izkoriščanje nekonvencionalnih virov energije", v okviru katerega nas pri raziskavah, ki jih opravlja LRO, zanimajo predvsem procesi fotokemijske in fotokatalitske razgradnje in pretvorbe snovi v okolju ter postopkih čiščenja odpadnih vod z izkoriščanjem sončne energije. Povdarek pri tem pa dajemo nastanku, stabilnosti in pretvorbam metabolitov ter raziskavam njihove toksičnosti na molekularnem in celičnem nivoju, kot tudi na nivoju organizmov.
- **P2-0377** "Heterogeni fotokatalitični procesi: pridobivanje vodika, čiščenje vode in zraka", opis tega programa je podan že v sklopu aktivnosti infrastrukturne podpore LRM.
- **P2-0393** "Napredni materiali za nizkoogljivo 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, 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.

5.Prikaz podpore infrastrukturnega programa raziskovalnim projektom⁵

SLO

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

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

- **J1-5440** "Iskanje mikroskopskih črnih lukenj s kozmičnimi žarki ekstremnih energij" ter
- **J1-6727** "Novi scintilacijski detektorji za precizijske eksperimente v fiziki osnovnih delcev".

V okviru prvega projekta izvajamo poglobljeno raziskavo možnosti formacije mikroskopskih črnih lukenj pri vpadih kozmičnih žarkov ekstremnih energij, v okviru drugega pa raziskujemo nove vrste scintilatorjev in nove svetlobne senzorje za optimalno sestavo kalorimera v smeri naprej v spektrometru Belle II ter detektorjev svetlobe v teleskopih Čerenkova obsevatorija CTA.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za fiziko organskih snovi (LFOS), neposredno podpira projekt

- **N1-0024** "Organski monokristali za aplikacije z visoko gibljivostjo".

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko (LKO)

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

- **N1-0029** "Razvoj in ocena novih ultra-hitrih spektroskopskih detekcijskih metod za

karakterizacijo vzbujenih elektronskih stanj in prenosa energije v molekularnih elektronskih napravah".

1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju (LRO)

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

- **ARRS-FWO** "Razvoj naprednega TiO₂ fotokatalizatorja za razgradnjo organskih onesnažil v odpadni vodi" (2015 – 2019), ki ga koordinira Kemijski inštitut, sodeluje pa tudi UNG;
- **DEFISHGEAR** – Derelict Fishing Management System in the Adriatic Region, IPA Adriatic Cross-border Cooperation programme. Trajanje: 2013-2016, vodilni partner: Kemijski inštitut Ljubljana;
- **INFINITY** - INternational Fellowship IN transdisciplinarITY - Erasmus Mundus programme (ID № 545681-EM-1-2013-1-PT-ERA MUNDUS-EMA 21), (2013-2016).

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.

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 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 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.

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, energija, pomanjkanje virov, zdravje in staranje. Kot rezultat se v družbi povečuje ugled in privlačnost dela raziskovalcev, razvojnikov in inovatorjev.

Vključenost deležnikov v vzpostavitev infrastrukture omogoča izvajanje infrastrukturnega programa, preprečuje podvajanje in hkrati omogočala 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. Cilj do leta 2020 je 1,5 % BDP namenjenega za raziskave in inovacije.

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

Infrastrukturni program I0-0033 "Infrastrukturni program Univerze v Novi Gorici" bo omogočal izvajanje sporazuma med Vlado Republike Slovenije in Kolaboracijo Pierre Auger (Agreement for the Organization, Management and Funding of the Pierre Auger Observatory). Še naprej bo podpiral tudi uspešno sodelovanje z Agencijo Republike Slovenije za okolje (ARSO) na področju monitoringa okoljskih parametrov, zaznavanja na daljavo in razvoja metod za laserski nadzor nad stanjem atmosfere ter prenosa polutantov, ki se odraža v več dosedanjih skupnih znanstvenih objavah ter v vzpostavitvi skupnega atmosferskega in okoljskega observatorija na Otlici nad Ajdovščino (<http://www.ung.si/sl/raziskave/center-za-raziskave-atmosfere/observatorij-otlica/>).

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 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 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev, ter Laboratorij za raziskave materialov, Laboratorij za kvantno optiko, Laboratorij za fiziko organskih snovi in Laboratorij za raziskave v okolju. 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, je po našem mnenju infrastrukturna podpora teh aktivnosti 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, letu 2016 100% izkoriščena. Glede na zelo omejen obseg financiranja materialnih stroškov in amortizacije infrastrukturne dejavnosti (v letu 2015 smo prejeli 15% sredstev od planiranih za

vsebinsko odobrene aktivnosti infrastrukturnega programa) bo, kljub uspešnemu delovanju v letu 2015, v primeru tako močnega podfinanciranja delovanje infrastrukturnega programa v letu 2016, močno oteženo ali neizvedljivo.

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

Raziskovalna infrastruktura observatorijev Pierre Auger in CTA z vso pripadajočo instrumentacijo je brez dvoma svetovnem vrhu tehnoloških zmožnosti ki bo pomagala odkrivati fundamentalne zakonitosti narave pri ekstremnih energijskih in velikostnih skalah. Kot del te infrastrukture razumemo tudi laboratorije UNG in Observatorij za raziskave atmosfere na Otlici. Še posebej je zahtevna izgradnja 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 presežala 200 M EUR, kar posredno kaže na tehnološko zahtevnost projekta.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi

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

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

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko

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

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov

Elektronski mikroskopi Laboratorija za raziskave materialov vsekakor spadajo med zelo napredno (analitsko) opremo najvišje ravni. Posebno izurjeno in izkušeno osebje je potrebno tako za varno in učinkovito uporabo mikroskopov, kot tudi za redno vzdrževanje opreme ter pripravo vzorcev. 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 osebu učinkovito sodelovanje z uporabniki mikroskopa in sodelavci. Za nerutinsko vzdrževanje naprav TEM in SEM je potreben specializiran tehnični servis s pripadajočimi orodji.

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

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

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

1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju

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

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

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

SLO

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

Del infrastrukturnega programa, ki ga izvaja Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev (LAOD), je zanimiv za uporabnike tako v infrastrukturno-podpornem kot v raziskovalnem delu. Z vzpostavitvijo obsežnejše računske gruče GRID bo UNG nastopila kot pomemben partner v mednarodni računalniški infrastrukturi, ki bo na voljo ne le domačim, ampak tudi tujim raziskovalcem v okviru kolaboracij P. Auger in CTA. Infrastruktura GRID je seveda zanimiva in uporabna tudi izven teh kolaboracij in ustaljena praksa, vgrajena v sam koncept GRID-a je, da so proste kapacitete ves čas na voljo uporabnikom, ki jih potrebujejo, kar omogoča 100% zasedenost opreme. V raziskovalnem delu infrastrukturne podpore je potrebno poudariti, da bo observatorij CTA odprtega tipa. To pomeni, da bo observatorij s polovico raziskovalnega časa na voljo raziskovalcem izven kolaboracije CTA, ki

bodo imeli možnost predlagati nove raziskovalne strategije in uporabe dela razpoložljivega časa za meritve na observatoriju, če bodo njihovi predlogi sprejeti. Menimo, da bo tak model delovanja observatorija prispeval k vzpostavitvi širšega kroga uporabnikov in s tem k večjemu potencialu za znanstvena odkritja.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi

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

1540-011 Laboratorij za raziskave materialov

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

- IOM-CNR, TASC laboratorijem (Italija). Sodelovanje pri karakterizaciji II-VI binarnih polprevodnih nanožic s kvantnimi pikami in strukturo "jedro-lupina". Kristalna struktura the nano-kristalov je preučevana s TEM in EDX analizo.
- Laboratoire Hubert Curient, Univerza Saint Etienne & CNRS (Francija). Sodelovanje pri karakterizaciji dopiranih SiO₂ optičnih vlaken s SEM in katodoluminiscenčno spektroskopijo.
- Mahle Letrika d.d. (Slovenija). Sodelovanje pri preučevanju EDX in strukture zrn (SEM) magnetov, ki se uporabljajo v avtomobilski industriji.
- Hidria Rotomatika (Slovenija). Vzorci aluminijevih zlitin so bili preučevani s SEM z namenom karakterizacije vključkov.
- Optacore (Slovenija). Kvantitativna analiza dopantov v optičnih vlaknih
- Zavod za gradbeništvo, Sodelovanje poteka na karakterizaciji betonskih in cementnih vzorcev z SEM in EDX analizo
- Centro Multidisciplinario de Ciencias, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (Venezuela). Sodelovanje s prof. H. Cabrera pri preučevanju sestave in lastnosti optične emisije naravnih mineralov s SEM, EDX in katodoluminiscenčno spektroskopijo.

1540-011 Laboratorij za kvantno optiko

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

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

1540-001 Laboratorij za raziskave v okolju

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

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

v tujini pa s podjetjem:

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

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

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

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

13. Podpora sodelovanju pri mednarodnih infrastrukturnih projektih¹³

SLO

1540-002 Laboratorij za astrofiziko osnovnih delcev

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

kompetentnih raziskovalnih partnerjev.

1540-003 Laboratorij za fiziko organskih snovi

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

1540-012 Laboratorij za kvantno optiko

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

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

<http://auger.ung.si/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 vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v papirnati obliki;
- 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:*

Univerza v Novi Gorici

in

vodja infrastrukturnega programa:

Samo Stanič

ŽIG

Datum:

18.3.2016

Oznaka obrazca: ARRS-RI-IP-PL-2016/5

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

Program dela infrastrukturnega programa za leto 2016

- 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 2016, oz. Letnemu poročilu o rezultatih infrastrukturnega programa za leto 2015. [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/2016 v1.00
ED-31-04-F5-02-17-B3-40-28-71-A8-10-1B-C8-02-3B-9B-62-B3-0D