



REPUBLIKA SLOVENIJA
VLADA REPUBLIKE SLOVENIJE

Gregorčičeva 20–25, SI-1001 Ljubljana

T: +386 1 478 1000

F: +386 1 478 1607

E: gp.gs@gov.si

<http://www.vlada.si/>

Številka: 63000-1/2022/2

Datum: 18. 5. 2022

Načrt razvoja raziskovalne infrastrukture 2030 (NRRI 2030)

Kazalo vsebine

1. Uvod	5
Definicija raziskovalne infrastrukture (RI).....	5
Namen in cilji NRRI 2030	5
Analiza implementacije NRRI 2011–2020	6
Analiza napredka obstoječih mednarodnih projektov	7
Analiza prijav za nove mednarodne projekte	7
Analiza pobud za nacionalna prednostna področja.....	8
2. Mednarodni projekti	10
2.1 Posodobljen seznam prednostnih projektov.....	10
2.1.1 Družbene in kulturne inovacije	10
2.1.1.1 E-RIHS.....	10
2.1.1.2 GUIDE	12
2.1.1.3 OPERAS	13
2.1.1.4 RESILIENCE	14
2.1.2 Okolje.....	16
2.1.2.1 eLTER.....	16
2.1.3 Zdravje in hrana.....	17
2.1.3.1 EMBRC.....	17
2.1.3.2 Instruct	19
2.1.3.3 METROFOOD	20
2.2 Implementirani projekti – »landmarks«.....	23
2.2.1 Družbene in kulturne inovacije	23
2.2.1.1 CESSDA	23
2.2.1.2 CLARIN.....	25
2.2.1.3 DARIAH	27
2.2.1.4 ESS.....	28
2.2.1.5 SHARE	31
2.2.2 Naravoslovne znanosti in inženirstvo	33
2.2.2.1 Belle 2.....	33
2.2.2.2 CERIC.....	34
2.2.2.3 CERN.....	36
2.2.2.4 CTA.....	39
2.2.2.5 FAIR.....	40
2.2.2.6 ILL.....	43
2.2.3 Okolje.....	44
3.3.1 EPOS.....	44
2.2.3.1 LifeWatch.....	46
2.2.4 Podatkovna, računalniška in digitalna RI	48
2.2.4.1 PRACE	48

2.2.5 Zdravje in hrana.....	50
2.2.5.1 BBMRI	50
2.2.5.2 EATRIS	52
2.2.5.3 ELIXIR	54
2.2.5.4 Euro-Biolmaging	57
3. Prednostna nacionalna področja	59
3.1 Družbene in kulturne inovacije	59
3.1.1 Analiza družbenih skupin in procesov	59
3.1.2 Humanistične RI	60
3.2 Energija.....	61
3.2.1 Trajnostni viri energije in energetska učinkovitost.....	61
3.3 Naravoslovne znanosti in inženirstvo	62
3.3.1 Napredni materiali in tehnologije	62
3.3.2 Nano, kvantni ter fotonski materiali in tehnologije	62
3.3.3 RI za aplikacije v vesolju	63
3.4 Okolje.....	64
3.4.1 Okoljske znanosti	64
3.5 Podatkovna, računalniška in digitalna RI	65
3.5.1 Računalniška omrežja, storitve računalniškega oblaka in visokozmogljivo računalništvo.....	65
3.5.2 Hranjenje in dostop do raziskovalnih rezultatov	66
3.5.3 Umetna inteligenca za znanost	67
3.6 Zdravje in hrana.....	68
3.6.1 Biotehnologija, biomedicina in biološki viri	68
3.6.2 Varna in zdrava hrana	69
4. Povezave med NRRI in Strategijo pametne specializacije	71
5. Načini financiranja	74

SEZNAM KRATIC

+1MG	One Plus Million Genome
BBMRI	Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure
Belle 2	Detektor Belle 2
CERIC	Central-European Research Infrastructures Consortium
CERN	European Organisation for Nuclear Research
CESSDA	Consortium of European Social Science Data Archives
CLARIN	Common Language Resources and Technology Infrastructure
CTA	Cherenkov Telescope Array
DARIAH	Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities
EATRIS	European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine
ELIXIR	The European Life-Science Infrastructure for Biological Information
eLTER	European Long-Term Ecosystem Research
EMBRC	European Marine Biological Resource Centre
EOSC	European Open Science Cloud
EPOS	European Plate Observing System
ERA	European Research Area
E-RIHS	European Research Infrastructure for Heritage Science
ESFRI	European Strategy Forum on Research Infrastructure
ESRR	Evropski sklad za regionalni razvoj
ESS	European Social Survey
EuroBioImaging /EuBI	European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences
European XFEL / EuroFEL	X-ray Free Electron Laser European Free Electron Lasers
FAIR	Facility for Antiproton and Ion Research in Europe
GUIDE	Growing Up in Digital Europe: EuroCohort
ILL	Institute Laue Langevin
Instruct	Integrated Structural Biology Infrastructure
ISBE	Infrastructure for Systems Biology Europe
LifeWatch	e-Science and Technology European Infrastructure for Biodiversity and Ecosystem
METROFOOD	Infrastructure for Promoting Metrology in Food in Nutrition
NRRI	Načrt razvoja raziskovalnih infrastruktur
OPERAS	Open scholarly communication in the european research area for social sciences and humanities
PRACE	Partnership for Advanced Computing in Europe
RESILIENCE	Religious Studies Infrastructure - Building a European Response to the Challenges of Religious Diversity
ReZrIS30	Resolucija o znanstvenoraziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2030
RISS	Raziskovalna in inovacijska strategija Slovenije
S4 /S5	Strategija pametne specializacije
SHARE	Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe
ZZrID	Zakon o znanstvenoraziskovalni in inovacijski dejavnosti

UVOD

Načrt razvoja raziskovalne infrastrukture za strateško obdobje do 2030 (v nadaljnjem besedilu: NRRI 2030) se pripravlja zaradi izteka Načrta razvoja raziskovalne infrastrukture 2011–2020 (št. 63000-2/2014/4, z dne 28. 4. 2011) in Revizije 2016 (Sklep Vlade Republike Slovenije št. 63000-2/2016/3 z dne 14. 12. 2016) (v nadaljnjem besedilu: Revizija NRRI 2016) kot izvedbenega dokumenta Resolucije o raziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2011–2020 (Uradni list RS, št. 43/11; v nadaljnjem besedilu: RISS). NRRI 2030 je pripravljen na podlagi 33. člena Zakona o znanstvenoraziskovalni in inovacijski dejavnosti (Uradni list RS, št. 186/21; v nadaljnjem besedilu: ZZrID) ter Resolucije o znanstvenoraziskovalni in inovacijski strategiji Slovenije 2030 (Uradni list RS, št. 49/22; v nadaljnjem besedilu: ReZrIS30).

NRRI 2030 je vsebinsko usklajen z zadnjo revizijo prednostnega seznama mednarodnih projektov Evropskega strateškega foruma za raziskovalne infrastrukture (v nadaljnjem besedilu: ESFRI Roadmap 2021). V obdobju do leta 2030 se načrtuje revizija, ki bo predvidoma izvedena do leta 2026, njen termin pa bo prilagojen časovnemu načrtu naslednje revizije ESFRI Roadmap v letu 2025.

Definicija raziskovalne infrastrukture (RI)

Raziskovalne infrastrukture (RI) so zmogljivosti, viri ali storitve posebne narave, ki podpirajo vrhunske raziskovalne dejavnosti na njihovih področjih in vključujejo:

- večjo znanstveno opremo, na znanju temelječe vire (zbirke, arhive in znanstvene podatke),
- e-infrastrukture (podatkovne in računske sisteme in mreže) ter
- druga orodja, bistvena za doseganje odličnosti v raziskavah in inovacijah.

Raziskovalne infrastrukture so lahko skoncentrirane na enem mestu, distribuirane ali virtualne (storitve omogočajo elektronsko). Pogosto potrebujejo strukturiran informacijski sistem za upravljanje podatkov ter omogočanje informacij in komunikacije.¹

Primeri raziskovalnih infrastruktur so velike raziskovalne postavitve, zbirke, knjižnice, baze podatkov, biološki arhivi in zbirke, visokozmogljiva oziroma širokopasovna komunikacijska omrežja, raziskovalna plovila, teleskopi, satelitske in letalske opazovalne zmogljivosti, mreže računskih zmogljivosti (HPC), čiste sobe, obalne opazovalne postaje, sinhrotroni in pospeševalniki ipd.

Namen in cilji NRRI 2030

NRRI 2030 je skladen z namenom in cilji ReZrIS30, ki opredeljuje sodobno, konkurenčno in dostopno raziskovalno infrastrukturo kot eno od ključnih orodij za odlično znanost in karierni razvoj. Brez raziskovalnih infrastruktur ni kakovostnih raziskav in pomembnih odkritij in tudi ne zelenega razvoja znanosti v Sloveniji, s tem pa tudi ne doseganja in ohranitve ustrezne znanstvene ravni v državi na evropski oziroma svetovno primerljivi ravni.

Raziskovalna infrastruktura je torej eden od temeljev za razvoj Slovenije v družbo znanja in inovacij. Pričakuje se, da bo mednarodno konkurenčna raziskovalna infrastruktura okrepila sodelovanje med raziskovalnimi inštituti, univerzami in gospodarstvom v Sloveniji in v tujini, s posebnim poudarkom na državah EU. Raziskovalna infrastruktura bi tako lahko pritegnila več odličnih raziskovalcev iz tujine in zmanjšala beg možganov. Slovenija mora nadomestiti zaostanek pri razvoju osnovne raziskovalne infrastrukture, velike raziskovalne opreme in gradnje novih objektov.

Raziskovalne infrastrukture imajo ključno vlogo pri zmožnosti ustvarjanja novega znanja in inovacij, ki pomagajo razumeti okoljske, družbene in gospodarske izzive, s katerimi se soočamo, in se spopasti z njimi. Raziskovalne infrastrukture so močan vir za industrijo, predpogoj za sodelovanje med industrijo in akademskim krogom. Zagotavljajo edinstvene priložnosti za usposabljanje in imajo pomembno vlogo pri izobraževanju in izpopolnjevanju novih generacij znanstvenikov, inženirjev in strokovnjakov za

¹ Povzeto po <http://roadmap2018.esfri.eu/media/1066/esfri-roadmap-2018.pdf>, str. 11, in <https://roadmap2021.esfri.eu/media/1295/esfri-roadmap-2021.pdf>, str. 12.

podatke. Raziskovalne infrastrukture so močno zakoreninjene v regijah in kritično vplivajo na regionalni razvoj.

NRRI 2030 postavlja prednostne naloge Republike Slovenije na področju raziskovalne infrastrukture in služi kot vodilo za implementacijo na tem področju. Za doseganje in ohranitev ravni znanosti v državi na primerljivi evropski oziroma globalni ravni je ključen dostop slovenskih raziskovalcev do velike raziskovalne infrastrukture. Zaradi komplementarnosti in racionalizacije stroškov je smiselno, da je večja nacionalna raziskovalna infrastruktura vključena v evropsko mrežo raziskovalnih infrastruktur.

Ključni cilj NRRI 2030 je posodobiti obstoječ prednostni seznam mednarodnih projektov in nacionalnih prednostnih področij, pri čemer se predpostavljajo identifikacija novih projektov oziroma področij, analiza dosedanjega napredka posameznih projektov oziroma področij, finančnih vložkov vanje in ocene njihovih učinkov ter določitev ciljev za naslednje strateško obdobje, vključno z načrtovanjem implementacije in postavitvijo ustreznih podlag za njihovo nadgradnjo ter za vzdržno delovanje in financiranje.

Analiza implementacije NRRI 2011–2020

Pri pripravi NRRI 2030 so se upoštevali rezultati v preteklem desetletju ter tudi nove mednarodne in nacionalne okoliščine na področju raziskovalne infrastrukture oziroma znanosti in raziskav. Pri pripravi načrta se je izkazalo, da na področju raziskovalnih infrastruktur ni treba ponavljati celotnega procesa, ki se začel pred desetimi leti, temveč predvsem upoštevati, posodobiti in nadgraditi že obstoječe temelje. NRRI 2030 revidira vse segmente (ne le posameznih sekcij, kot je bilo npr. v primeru Revizije 2016), torej tako prednostne mednarodne projekte kot tudi nacionalna prednostna področja v okviru raziskovalne infrastrukture.

Dosedanjo implementacijo prednostnih mednarodnih projektov lahko ocenimo kot zelo uspešno, saj se je Slovenija kljub slabšim finančnim razmeram v vsaj nekaj letih preteklega desetletja uspešno vključila v večino prednostnih mednarodnih projektov iz NRRI 2011–2020 in njegove revizije v 2016 ter se v njih uveljavila kot verodostojna in stabilna partnerica. V več primerih, zlasti pri projektih, ki zahtevajo večje vložke v nadgradnjo raziskovalne infrastrukture v nacionalnih vozliščih, to ne bi bilo mogoče le z integralnimi sredstvi, ampak le z znatnimi sredstvi iz sredstev Evropske kohezijske politike (ESRR). Tudi v okviru mednarodnega povezovanja sledimo prednostnim področjem pametne specializacije, s čimer krepimo predvsem nacionalna prednostna področja. Slovenija je vključena v 18 mednarodnih RI projektov (po abecednem redu): BBMRI, CERIC, CESSDA, CLARIN, CTA, DARIAH, EATRIS, ELIXIR, EPOS, ESS, Euro-Biomaging, ILL, LifeWatch, PRACE in SHARE; sodeluje pri izgradnji BELLE II v Tsukubi na Japonskem in pri izgradnji Centra FAIR v Darmstadtu v Nemčiji; v letu 2017 je postala tudi pridružena članica CERN. V skladu z NRRI 2011–2020 je bilo načrtovano, da se bo Slovenija do konca leta 2020 (torej v obdobju desetih let) vključila še v EuropeanXFEL ali EUROFEL, v skladu z revizijo NRRI 2016 pa do leta 2026 še v BBMRI, E-RIHS, eLTER, ISBE in METROFOOD.

Razvoj nacionalne raziskovalne infrastrukture se je redno sofinanciral prek Javne agencije za raziskovalno dejavnost (v nadaljnjem besedilu: ARRS). Sicer pa je Slovenija zasledovala in uresničevala nacionalne cilje na področju raziskovalne infrastrukture zlasti z uporabo sredstev Evropske kohezijske politike, in sicer v nekaterih primerih neposredno, v več primerih pa tudi posredno prek sofinanciranja nadgradnje nacionalnih vozlišč v okviru mednarodnih projektov, kar so pravzaprav tudi vložki v prednostna področja nacionalne infrastrukture. S sredstvi evropske kohezijske politike je bilo med letoma 2010 in 2013 v višini 43,8 mio evrov financiranih osem centrov odličnosti. V okviru Operativnega programa 2014–2020 (na ravni prednostne osi 1, kjer so vlaganja v raziskovalno infrastrukturo ukrep, namenjen krepitvi infrastrukture za raziskave, inovacije ter zmogljivosti za razvoj odličnosti na tem področju) je bila prek projekta HPC RIVR v višini 20 mio evrov sofinancirana nadgradnja računskih zmogljivosti obstoječe HPC raziskovalne infrastrukture, ki je na voljo za raziskovalno in razvojno delo ter izobraževalne dejavnosti, dostopne po načelu odprte raziskovalne infrastrukture. Prek projekta Razvoj raziskovalne infrastrukture za mednarodno konkurenčnost slovenskega RRI prostora (projekt RI-SI) v višini 16 mio evrov je bila sofinancirana nadgradnja raziskovalne infrastrukture, potrebna za sodelovanje v sedmih mednarodnih projektih: CERIC, CLARIN, DARIAH, EATRIS, ELIXIR, EPOS in LifeWatch. Prek projekta RIUM v višini 29 mio evrov se je sofinancirala nadgradnja raziskovalne infrastrukture Univerze v Mariboru. V okviru pridobljenega EU projekta Teaming je Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport (v nadaljnjem besedilu: MIZŠ) prevzelo obveznost sofinanciranja

projekta vzpostavitve vrhunskega laboratorija »Center odličnosti za raziskave in inovacije na področju obnovljivih materialov in zdravega bivanjskega okolja – InnoRenew CoE« v skupni višini 30 mio evrov.

Našteto žal ne zadostuje za uresničitev vseh strateških ciljev na področju nacionalnih raziskovalnih infrastruktur. Poročilo Evropske komisije o državi – Slovenija za leto 2020 navaja, da so naložbe Slovenije v raziskave in razvoj pod povprečjem EU. Da bi Slovenija povečala produktivnost in konkurenčnost svojega gospodarstva, bi se morala na področju raziskav in razvoja poskušati približati najuspešnejšim državam članicam EU. To bi zahtevalo povečanje javnih in zasebnih naložb, vzpostavitev ustrezne raziskovalne infrastrukture in raziskovalne zmogljivosti ter zagotovitev celovitega izkoriščanja potenciala. Tudi iz Poročila o razvoju, ki ga pripravlja Urad Vlade Republike Slovenije za makroekonomske analize in razvoj (UMAR; 2021) je razvidno, da se izdatki za raziskovalno-razvojno dejavnost (RRD) od leta 2018 povečujejo, primerjalno pa Slovenija močno zaostaja. Leta 2019 je bil obseg naložb za RRD nominalno največji do zdaj, izražen relativno pa je z 2,05 % BDP še vedno za pol odstotne točke zaostajal za vrhom v letih 2012–2013, od leta 2016 pa tudi za povprečjem EU, in sicer za 0,2 o. t. BDP. V primerjavi z vodilno peterico držav v okviru merjenja evropskega inovacijskega indeksa je zaostanek, ki je leta 2013 znašal le pol odstotne točke, spet presegel odstotno točko BDP.²

Za doseganje in ohranitev ravni znanosti v državi na primerljivi evropski oziroma globalni ravni bo nujno treba zvišati vložke v še preostalo znanstvenoraziskovalno opremo po JRO, saj se ta hitro stara in ne ustreza več sodobnim standardom. Stopnja odpisanosti opreme in drugih opredmetenih osnovnih sredstev javnih raziskovalnih zavodov (amortiziranost) se po podatkih iz letnih poročil JRZ od leta 2011 povečuje; že v letu 2011 je bila 81 %, 84,8 % v letu 2017 in 86,2 % v letu 2018³. Hkrati bi bilo treba še naprej zagotavljati neposredne vložke tudi v raziskovalno infrastrukturo na preostalih prednostnih nacionalnih področjih. Za celovito obravnavanje vprašanja raziskovalne infrastrukture bi bilo treba hkrati z opremo poskrbeti tudi za zagotovitev ustreznih kadrov za upravljanje in vzdrževanje opreme (moderatorji in edukatorji za uporabnike, tehnično osebje za vzdrževanje, skrbniki) ter tudi za same prostore, v katerih je oprema nameščena, vključno z vzdrževanjem zgradb oziroma po potrebi njihovo izgradnjo.

Analiza napredka obstoječih mednarodnih projektov

Ob pripravi NRRI 2030 je MIZŠ pozvalo koordinatorje oziroma nosilne ustanove dosedanjih prednostnih mednarodnih projektov (dopis št. 511-17/2020/1 z dne 17. 2. 2020), v pripravi na članstvo in tudi že implementiranih mednarodnih projektov (t. i. landmarkov), da posredujejo poročilo o napredku njihovega projekta. Dodatno je nosilce potencialnih novih projektov pozvalo, naj posredujejo izraz interesa za nove projekte za vključitev na revidiran seznam prednostnih mednarodnih projektov v NRRI 2030.

Posredovana so bila poročila 21 projektov v nastajanju, prednostnih projektov in landmarkov, ki so bila osnova za oceno in posodobitev informacij o posameznih projektih v NRRI 2030. Poročila ni bilo le za European XFEL ali EuroFEL, za BBMRI pa je bilo poročilo predloženo posredno v okviru prijave interesa za nove mednarodne projekte. Poročilo je bilo oddano tudi za projekt ISBE, ki se v mednarodnem kontekstu ni uspel razviti kot samostojen mednarodni projekt ter je v večini partnerskih držav (tudi v Sloveniji) vsebinsko in organizacijsko našel svoje mesto pod okriljem projekta ELIXIR.

V skladu z izkazanim napredkom glede na zadnjo revizijo iz leta 2016 so kriterije za t. i. landmarke dosegli BBMRI, CTA, EPOS, Euro-BiImaging in ILL. Na posodobljenem prednostnem seznamu projektov ostaja projekt E-RISH, nova projekta pa sta še dosedanja projekta v nastajanju eLTER in METROFOOD. Iz omenjenih razlogov na njem ni več projektov ISBE in European XFEL ali EuroFEL.

Analiza prijav za nove mednarodne projekte

Na poziv za izraz interesa za nove projekte za vključitev na revidiran seznam prednostnih mednarodnih projektov v NRRI 2021–2030 je bilo do podaljšanega roka za odziv, tj. do vključno 17. aprila 2020 (v skladu z dopisom št. 511-17/2020/34 z dne 9. 4. 2020), predloženih 13 predlogov.

² https://www.eu-skladi.si/sl/dokumenti/po-2020/2019_porocilo-o-drzavi-2019.pdf.

³ Vir: Bilance stanja JRZ, letna poročila JRZ od leta 2012 do 2018.

Izvedena je bila analiza prijav, tudi z zunanjim svetovalnim panelom, v katerem so sodelovali slovenski sodelavci v strateških delovnih skupinah ESFRI kot mednarodni strokovnjaki na posameznih vsebinskih področjih.

Analiza je bila zaključena z intervjuji s prijavitelji oziroma koordinatorji posameznih predlogov (vabljeni z dopisom št. 511-17/2020/68 z dne 16. 11. 2020), s katerimi se je dodatno in še bolj podrobno izmenjal pogled glede doseganja ključnih kriterijev za uvrstitev na prednostni seznam mednarodnih projektov za NRRI 2030.

Za vključitev na prednostni seznam NRRI 2030 so bili ključni ustrezna umestitev v nacionalno okolje in potencial za doseganje kritične mase na nacionalni ravni, predvideni učinki na področju znanosti, izobraževanja in gospodarstva, organizacijska zrelost in racionalnost stroškov ter kot predpogoj tudi zrelost in status projekta na mednarodni ravni (po kriterijih ESFRI).

Kot projekti s potencialom za mednarodni projekt so se po zaključeni analizi izkazali: EMBRC ERIC, FNH-RI-SI, GUIDE, Instruct-ERIC-SI, Operas in RESILIENCE. V primeru EMBRC ERIC in Instruct-ERIC-SI je šlo za že na mednarodni ravni vzpostavljena projekta iz Roadmapa ESFRI (ESFRI landmarka), v preostalih štirih primerih FNH-RI-SI, GUIDE, Operas in RESILIENCE pa za projekte, ki so bili kandidati za posodobitev prednostnega seznama ESFRI v letu 2021 (ESFRI Roadmap 2021). V teh zadnjih primerih je bila vključitev na ESFRI Roadmap 2021 ključen kriterij za izkaz vsebinske relevantnosti in organizacijske zrelosti projekta na evropski ravni, kar je uspelo projektom GUIDE, Operas in RESILIENCE, ne pa tudi FNH-RI-SI. Kriterije za uvrstitev na prednostni seznam mednarodnih RI projektov so dosegli EMBRC, GUIDE, Instruct, Operas in RESILIENCE.

Analiza pobud za nacionalna prednostna področja

V pripravi na NRRI 2030 je bilo treba posodobiti oziroma določiti tudi prednostna področja raziskovalne infrastrukture na nacionalni ravni. V NRRI 2011–2020 so bila okvirna prednostna področja, na katerih je treba z vidika doseganja kritične mase in znanstvene odličnosti v Sloveniji prednostno razvijati raziskovalno infrastrukturo s ciljem dosegati kritično maso srednje ali velike raziskovalne infrastrukture, določene na temelju različnih študij in drugih nacionalnih strateških dokumentov, navedenih in opisanih v RISS 2011–2020.

MIZŠ je pozvalo vodstva nacionalnih JRO (dopis št. 511-17/2020/44, z dne 29. 5. 2020), naj predložijo svoje odzive glede implementacije dosedanjih prednostnih nacionalnih področij in predloge za morebitna nova področja.

Do predvidenega roka so bili zagotovljeni odzivi 18 JRO s 36 predlogi za prenovljena oziroma nova nacionalna področja. Po analizi odzivov s priporočili zunanjega svetovalnega panela je bil pripravljen predlog razširjenega seznama prednostnih nacionalnih področij.

Posodobljeni seznam vključuje 12 področij, ki vsebinsko bistveno ne odstopajo od seznama iz NRRI 2011–2020. Vsa dosedanja področja so ostala aktualna, dovolj široka in vključujoča, nekatera med njimi so bila vsebinsko dopolnjena ali preoblikovana v več samostojnih področij.

Tabela 1: Projekti NRRI 2030

	Družbene in kulturne inovacije	Energija	Naravoslovne znanosti in inženirstvo	Okolje	Podatkovna, računalniška in digitalna RI	Zdravje in hrana
PROJEKTI	E-RISH OPERAS GUIDE RESILIENC E			eLTER		EMBR INSTRUCT METROFOOD
LANDMARKI	CESSDA CLARIN DARIAH ESS SHARE		BELLE 2 CERIC CERN CTA FAIR ILL	LifeWatch EPOS	PRACE	BBMRI EATRIS ELIXIR EuroBioImaging

2. Mednarodni projekti

Največji sklop NRRI 2030 predstavlja prenovljen seznam prednostnih mednarodnih projektov in že implementiranih projektov. V tem kontekstu je podan pregled napredka implementacije posameznega mednarodnega projekta z dosedanjega seznama in tudi projekcija za nadaljevanje.

Na seznam se lahko ponovno uvrstijo oziroma na njem ostanejo tudi še neimplementirani stari projekti, ki so izkazali ustrezen napredek na mednarodni in nacionalni ravni, vendar pa je določen neimplementiran projekt na prednostnem seznamu lahko največ deset let. Med ključnimi vsebinskimi kriteriji za uvrstitev nekega novega mednarodnega projekta na prednostni seznam so poleg znanstvene relevantnosti še možnosti nadgradnje obstoječe raziskovalne infrastrukture in doseganje kritične mase na nacionalni ravni, vpliv raziskovalne infrastrukture na regionalno sodelovanje, primerljivost na evropski in globalni ravni ter njena umeščenost v ERA.

Kot implementiran projekt (po vzoru iz Roadmap ESFRI se ta imenuje landmark) se obravnava tisti, v katerega se je Slovenija formalno vključila kot članica ter s tem sprejela mednarodne in nacionalne obveznosti za njegovo izgradnjo in/oziroma delovanje. Te projekte po vzoru ESFRI še naprej ustrezno spremljamo, periodično ocenjujemo in zagotavljamo temeljne pogoje za njihovo nadaljnje delovanje, razvoj in dolgoročno vzdržnost. Landmarki so projekti, ki kot taki izkazujejo jasno referenco za znanstveno odličnost, nacionalno relevantnost in konkurenčnost na svojem vsebinskem področju.

2.1 Posodobljen seznam prednostnih projektov

2.1.1 Družbene in kulturne inovacije

2.1.1.1 E-RIHS



European Research Infrastructure for Heritage Science / Evropska raziskovalna infrastruktura za znanost o dediščini

www.e-rihs.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2016 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z Revizijo NRRI 2016. Slovenija se je v letu 2017 formalno vključila v pripravo projekta s ciljem, da postane ustanovna članica E-RIHS ERIC. Zaključuje se priprava pravnega, tehničnega in finančnega okvira za vzpostavitev delovanja E-RIHS ERIC, predvidoma v letu 2022. Leta 2018 je bil ustanovljen nacionalni konzorcij E-RIHS.SI, v katerem sodelujeta Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije (ZVKDS) kot koordinator in Univerza v Ljubljani (UL), kar je osnova za vzpostavitev nacionalnega vozlišča v okviru E-RIHS ERIC. V nadaljevanju se načrtuje razširitev E-RIHS.SI z drugimi ponudniki znanstvenih raziskav na področju, kot so na primer Zavod za gradbeništvo Slovenije, Kemijski inštitut, Institut Jožef Stefan, Univerza v Mariboru, InnoRenew CoE ter Narodna in univerzitetna knjižnica.

Opis infrastrukture

E-RIHS je projekt razpršene raziskovalne infrastrukture za interpretacijo, ohranjanje in upravljanje kulturne dediščine. S projektom se vzpostavljajo osrednje mednarodno in nacionalna vozlišča E-RIHS s pripadajočo fiksno in mobilno nacionalno infrastrukturo s prepoznavno odličnostjo ter dostopne materialne zbirke, arhivi in virtualni podatki o dediščini. E-RIHS podpira raziskave karakterizacije materialov dediščine (znanosti o materialih), vpliva okolja na dediščino (okoljske znanosti) in digitalnih znanosti. Poznavanje in varstvo dediščine bodo na svetovni ravni povečala najkakovostnejša orodja in interdisciplinarne raziskovalne storitve. S projektom bo podprto skupinsko raziskovalno delo, dostop do analitske opreme, metodologij, podatkov in orodij, vrhunsko usposobljenega osebja ter hramba, obdelava, interpretacija in optimalno izkoriščanje velike količine podatkov na podlagi načel FAIR.

Strateško načrtovanje bo preprečilo podvajanje opreme in raziskovalnega dela ter povečalo konkurenčnost evropske znanosti o kulturni dediščini.

Jedro projekta E-RIHS predstavljajo osrednje mednarodno in nacionalna vozlišča E-RIHS s pripadajočo nepremično (platforma FIXLAB), digitalno (DIGILAB) in mobilno (MOLAB) infrastrukturo ter zbirkami in arhivi (ARCHLAB). Strateško načrtovanje bo preprečilo podvajanje opreme in raziskovalnega dela ter povečalo konkurenčnost evropske znanosti o kulturni dediščini. Projekt E-RIHS bo združil prizadevanja številnih do zdaj že povezanih infrastrukturnih skupin.

Pričakovane koristi članstva

Strateški cilji vključitve v E-RIHS ERIC so: (1) ohranjanje kulturne dediščine in nacionalne identitete, (2) identifikacija in razumevanje kulture in dediščine, (3) spodbujanje inovacij v dediščinski znanosti, (4) odpornost dediščine na podnebne spremembe, (4) trajnostni turizem. Laboratorij za makromolekule v kulturni dediščini E-RIHS.SI je že prepoznan kot laboratorij izjemne odličnosti, ki ponuja mednarodni dostop, s stališča znanstvene odličnosti pa bo članstvo omogočilo mednarodno integracijo tudi drugim laboratorijem v članicah konzorcija E-RIHS.SI.

V raziskovalnem smislu bo vključenost Slovenije z vrhunskimi znanstvenimi objavami, z razvojem novih raziskovalnih metod in postopkov varovanja kulturne dediščine, z metaanalizo obsežnih baz podatkov ter z zaščito intelektualne lastnine pripomogla zlasti k znanstveni odličnosti slovenskih raziskovalcev. Z okrepljenim mednarodnim delovanjem in mobilnostjo se bosta povečali prepoznavnost in odmevnost slovenskih raziskovalcev ter uporabnikov iz dediščinskega sektorja kot tudi iz inštitutov, zavodov, univerz in podjetij. S standardizacijo raziskovalnih postopkov in preprečevanjem podvajanja raziskovalne infrastrukture in dela bomo povečali učinkovitost in uspešnost raziskav. Projekt E-RIHS bo tudi okrepil interdisciplinarnost, saj dediščinska znanost zajema naravoslovne, družboslovne in humanistične vede ter promocijo znanosti z vključevanjem teh vsebin v izobraževalne namene.

Z vidika izobraževanja bo vključitev Slovenije spodbudila večjo mobilnost in okrepljeno infrastrukturno ponudbo za zunanje institucije in uporabnike, vključevanje RI v izvajanje izobraževalnih programov, tako podiplomskih kot vseživljenjskih, hkrati pa bo spodbudila zaposlitve raziskovalcev v naslednjih treh do petih letih.

Gospodarske koristi vključitve so povezane zlasti s prenosom znanja in storitev v industrijo ter inovacije in razvoj novih tržnih produktov v sodelovanju s podjetji. Dediščinska znanost neposredno ali posredno vpliva na gospodarstvo (npr. izboljšane merilne in diagnostične tehnike), bistveno pa prispeva k boljši skrbi za dediščino in omogoča kakovosten kulturni turizem. Delovanje E-RIHS je skladno s Strategijo pametne specializacije (S4).

Finančni vidik

Sofinanciranje nacionalnih dejavnosti v okviru projekta E-RIHS (zlasti stroški koordiniranja, mednarodnega povezovanja in konstituiranja nacionalnega vozlišča) se je začelo leta 2019 v okviru Infrastrukturnega programa UL FKKT na ARRS. Dosedanja vlaganja v nacionalno infrastrukturo znašajo 165.000 evrov, zadnja vrednost letnega zneska pa znaša 65.000 evrov. Letna članarina v okviru E-RIHS ERIC je za Slovenijo ocenjena na okoli 40.000 evrov (po letu 2022). Takoj, ko bo mogoče, bo sofinanciranje nacionalnega vozlišča okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

Skupna ocena potencialnega vlaganja za vzpostavitev nacionalne RI kot integralnega dela razpršene mednarodne infrastrukture E-RIHS ERIC je pribl. 20 mio evrov, od tega pribl. 4 mio evrov za MOLAB, 2 mio evrov za DIGILAB, 0,5 mio evrov za ARCHLAB in 13,5 mio evrov za FIXLAB (od tega za nadgradnjo Laboratorija za makromolekule v kulturni dediščini 5,5 mio evrov). Ocena vlaganj v temeljno raziskovalno-razvojno delo je od začetnih 5 na končnih 10 FTE letno, za izvajanje dostopa pa z 2 na 15 FTE letno. Za delovanje in vzdrževanje nacionalnega vozlišča bo E-RIHS.SI na letni ravni potreboval okrog 120.000 evrov. Del sredstev za delovanje bo mogoče pridobiti z sodelovanjem v mednarodnih projektih in vključevanjem gospodarskih partnerjev. Projekt je že financiran prek ARRS, s strani Ministrstva za kulturo (MK) pa se predvideva povečanje podpore osnovni dejavnosti.

2.1.1.2 GUIDE



Growing Up in Digital Europe: EuroCohort / Odraščanje v digitalni Evropi: EuroCohort

www.eurocohort.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam Roadmap ESFRI 2021 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v novem NRRI 2030. Na nacionalni ravni ga koordinira Znanstveno-raziskovalno središče Koper (ZRS Koper), v okviru katerega delujeta tudi Inštitut za družboslovne študije (IZDŠ ZRS Koper) in Center za raziskovanje javnega mnenja (CRJM ZRS Koper), ki ima na voljo vso potrebno infrastrukturo za izvajanje GUIDE. Nacionalni konzorcij ni predviden. Pripravljalna faza GUIDE (2021–2024) se je začela v okviru projekta O2020 »Coordinate« (COhort cOMmunity Research and Development Infrastructure Network for Access Throughout Europe) ter vključuje vzpostavitev izvedbenih terenskih skupin, zasnovo merskega instrumenta, pilotno testiranje instrumentov in razširitev obstoječega konzorcija. Samo izvajanje projekta je načrtovano med letoma 2024 in 2029 ter naj bi trajalo 25 let. V projekt Coordinate je že vključen IZDŠ ZRS Koper.

Opis infrastrukture

GUIDE predstavlja prvo evropsko longitudinalno primerjalno raziskavo o otrocih, njihovem psihofizičnem razvoju, počutju in blaginji. Metodološko in izvedbeno je ta projekt soroden raziskavi SHARE, ki se ukvarja s populacijo starostnikov. Kot tak bo poleg akademskega prispevka predstavljal predvsem ključen vir sistematično zbranih podatkov o otrocih, ki bodo pomembni za snovalce bodočih politik na področjih zdravja, izobraževanja in sociale. GUIDE je podobno kot sorodne družboslovne raziskovalne infrastrukture organiziran kot mednarodna mreža nacionalnih partnerjev, ki jih koordinira in vodi odgovorni mednarodni koordinator. Pri razvoju te RI sodelujejo z že uveljavljenimi evropskimi raziskovalnimi infrastrukturami, kot sta zlasti SHARE, ESS in CESSDA, ter novim projektom v Roadmap ESFRI 2021, Programom za generacije in spol (Generations and Gender Programme, GGP) in Unicefovimi raziskovalnim centrom Innocenti iz Firenc kot vodilno institucijo na področju raziskav blaginje otrok.

Osrednji cilj raziskovalne infrastrukture GUIDE je celostno preučevanje različnih vidikov blaginje (angl. well-being) otrok, identifikacija ključnih kazalnikov blaginje, ki izhajajo iz njihovega neposrednega družinskega in občega življenjskega okolja, ter njihova kompleksna analiza. Preučuje otrokovo psihofizično zdravstveno stanje, izobraževalne uspehe, kazalce dobrega počutja in tudi družinske, bivanjske razmere ter neposredno socialno okolje itd. Merski instrument – vprašalnik, ki ga bodo izpolnjevali otroci in starši, se bo razvijal in prilagajal skozi obdobje otrokovega odrasčanja tako, da bo odražal spreminjajoče se življenje otrok, zlasti njihov prehod skozi različne faze izobraževalnega sistema in odrasčanja. GUIDE je zasnovan kot »pospešena kohortna raziskava« (angl. accelerated cohort study), ki bo vključevala vzorec novorojenčkov in vzorec šolskih otrok. Z vključitvijo dveh vzporednih starostnih kohort bo mogoče že takoj na začetku izvajanja raziskave opraviti določene analize in primerjave, ki bodo prispevale relativno hitro uporabne podatke za različne deležnike na politični in akademski ravni. Vključuje redno zbiranje, shranjevanje in diseminacijo podatkov, ki je skladna s standardi in načrtom mednarodnega konzorcija. Pilotna študija kohorte šolskih otrok se bo začela predvidoma leta 2022, kohorte novorojenčkov pa leta 2024. Velikost vzorca otrok, zajetih v raziskavo, bo prilagojena posameznim nacionalnim kontekstom, v Sloveniji bo ta med 1.500 in 2.000.

Pričakovane koristi članstva

Podatki GUIDE bodo tudi pri nas najprej uporabni na znanstveni in izobraževalni ravni, kot taki bodo neposreden vir in osnova za nova znanja in publikacije. GUIDE bo prispeval tudi k dodatnemu razvoju raziskovalnih in metodoloških zmogljivosti in znanj, relevantnih za izvajanje longitudinalnih raziskav in analiz podatkov.

Poleg akademske sfere bodo znanja, pridobljena s projektom GUIDE, v Sloveniji vključena tudi v sodelovanje z vladnimi snovalci politik, nevladnimi organizacijami, pa tudi s strokovno in širšo javnostjo. Posebna pozornost bo namenjena promociji in ustvarjanju sinergij med raziskovalci in političnimi odločevalci, da bi s tem zagotovili prenos znanja v prakso, saj lahko tovrstne longitudinalne raziskave

pomembno vplivajo na racionalizacijo nacionalnih finančnih izdatkov za zdravstvo, šolstvo in socialo ter večjo učinkovitost vloženih sredstev. Rezultati GUIDE bodo uporabni za oblikovanje ciljno usmerjenih socialnih politik, s čimer bodo kratkoročno in predvsem dolgoročno pripomogli k boljši kakovosti življenja otrok oziroma bodočih odraslih ter boljšemu izkoristku, učinkovitosti in ekonomičnosti javnih izdatkov. Dolgoročna ambicija projekta GUIDE je pri nas in tudi v mednarodnem okviru namreč pridobitev podatkov in znanja, ki so praktično uporabni na različnih področjih, kot so raziskave, izobraževanje, zdravje, sociala, pa tudi specifično družinska politika, štipendiranje, stanovanjska politika, na področjih statistike, ekonomije, prava in zakonodaje idr. S tem bodo pridobljena tudi znanja, ki so nujno potrebna za boljše razumevanje in preiščeno odzivanje na sodobne družbene spremembe, ter njihov vpliv na odraščanje in blaginjo otrok in mladih kot prihodnjih nosilcev družbe. Potencial longitudinalne raziskave GUIDE je pokazati trenutne in prihajajoče potrebe ter omogočiti oblikovanje takih javnih politik, ki izhajajo neposredno iz terena, hkrati pa omogočajo tudi evalvacijo uspešnosti posegov, kot se bodo manifestirali v času izvajanja raziskav GUIDE. Podatki in znanja GUIDE bodo tako omogočali razvoj politik za izboljšanje blaginje otrok in mladih, njihovega počutja, posledično pa tudi šolske in poslovne uspešnosti v njihovem nadaljnjem življenju. Strateško vlaganje v blaginjo otrok sledi smernicam EU in OECD ter izhaja iz želje povečati njihove zmožnosti, da se bodo čim bolj prilagodili sodobnim izzivom. S tem se povečujeta tudi uspešnost in konkurenčnost države, zato mora biti zagotavljanje optimalnih možnosti razvoja, dostopnosti izobraževanja, zdravja in splošne blaginje za vse otroke ključna prednostna naloga sodobnih socialnih in ekonomskih politik, da bodo ti zdravi, izobraženi in usposobljeni odrasli ustrezno pripravljeni za spopadanje s socialnimi, zdravstvenimi, gospodarskimi, ekološkimi in drugimi političnimi izzivi države in družbe.

Finančni vidik

Stroškovni vidik za Slovenijo še ni dokončno določen. Predvidevamo, da bodo stroški primerljivi s projektoma SHARE ali ESS, kjer je ključni strošek povezan s koordinacijo in z izvedbo terenskega raziskovanja, hrambo podatkov ter diseminacijo in komunikacijo podatkov. Prve ocene izvajanja GUIDE na nacionalni ravni predvidevajo 3 FTE na letni ravni in pripadajoče materialne stroške. Posebna vlaganja v nacionalno infrastrukturo niso potrebna. Podrobnosti za mednarodne finančne obveznosti še niso opredeljene.

2.1.1.3 OPERAS



Open scholarly communication in the european research area for social sciences and humanities / Odrpna znanstvena komunikacija v evropskem raziskovalnem prostoru za družboslovne in humanistične vede

www.operas-eu.org

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2021 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z NRR1 2030. Na nacionalni ravni ga koordinira Znanstveno-raziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti (ZRC SAZU), ki je od leta 2019 član operative skupine združenja OPERAS.

Opis infrastrukture

Splošni cilj projekta OPERAS je organizacija in izdelava tehnološko naprednih informacijsko-komunikacijskih sistemov za širjenje raziskovalnih rezultatov s posebnim poudarkom na področju družboslovnih in humanističnih ved (SSH). V ospredje postavlja načela odprte znanosti in prostega dostopa do rezultatov raziskav, posebej v obliki publikacij (revij in monografij), ter sistemske rešitve za njihovo predstavitev in povezovanje. Cilj OPERAS je tudi v slovensko okolje prenesti standarde in načela, ki jih je mednarodna skupnost sprejela na področju znanstvenega publiciranja na področju SSH. Objavljanje dosežkov na tem področju je v marsičem drugačno od objav drugih znanstvenih disciplin in je pogosto bližje izobraževanju ali/in splošnemu založništvu. Ker je glavni uporabnik znanstvenih rezultatov obeh disciplin ožja strokovna javnost, v osnovi ostaja ta dejavnost

neprofitna, odvisna od subvencij in drugih virov financiranja. Pomembna okoliščina znanstvenih objav SSH je tudi to, da so objave v SSH tesneje povezane z lokalnim in nacionalnim okoljem kot z mednarodnim. Znanstvena publicistika SSH je v prvi vrsti domoznanska in predstavlja pomemben segment narodne kulturne dediščine, opisuje nacionalni prostor in skrbi za identiteto naroda. Prednost večnacionalnega združenja OPERAS je, da postavlja za eno od svojih osnovnih načel večjezičnost oziroma pomen nacionalnih jezikov in avtonomno nacionalno raznolikost.

Pričakovane koristi članstva

Projekt OPERAS se navezuje na dejavnosti nekaterih projektov NRRI, kot so DARIAH, E-RISH in CLARIN s področja humanistike ter projekta CESSDA na področju družbenih znanosti. Njegove cilje deloma naslavlja tudi že obstoječa vlaganja v e-infrastrukturo ter horizontalna priprava strateških in praktičnih vidikov odprtega dostopa na vseh področjih dela s podatki. Na nacionalni ravni bo ena od pomembnejših koristi članstva v OPERAS sodelovanje vseh ključnih akterjev SSH publicistike v Sloveniji: javnih raziskovalnih zavodov, univerz, društev in drugih javnih subjektov, ki opravljajo znanstveno publicistično dejavnost na področju SSH. Za temeljni cilj si bo konzorcij zastavil pripravo založniškega modela odprte znanosti, ki bo s sistematičnim uveljavljanjem standardov in izobraževanjem glede znanstvene publicistike poleg SSH vsaj deloma primeren tudi za druga znanstvena področja. Le tako se bo domača znanstvena publicistika trdneje umestila na evropski zemljevid in postala bolj prepoznavna. Predvsem prosta dostopnost do raziskovalnih rezultatov pa pripomore tudi k socio-ekonomskim učinkom in posredno vpliva na gospodarski razvoj družbe v primeru humanistično usmerjenih raziskav predvsem na področju turizma in zelenega gospodarstva.

Finančni vidik

Trenutne ocene stroškov kažejo nizke finančne potrebe na nacionalni ravni (okoli 45.000 evrov letno). Vključujejo tudi strošek dela pridruženih članov (skupno okrog 0,5 FTE). Kot take še ne upoštevajo stroškov vključitve potencialnih drugih partnerjev. Podrobnosti za mednarodne finančne obveznosti še niso opredeljene.

2.1.1.4 RESILIENCE



Religious Studies Infrastructure - Building a European Response to the Challenges of Religious Diversity / Infrastruktura religioznih študij – oblikovanje evropskega odziva na izzive verske raznolikosti

www.resilience-ri.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam Roadmap ESFRI 2021 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z NRRI 2030. Na nacionalni ravni ga koordinira Teološka fakulteta Univerze v Ljubljani (UL TEOF), predvidena pa je vzpostavitev konzorcija partnerjev.

Opis infrastrukture

Projekt RESILIENCE načrtuje vzpostavitev raziskovalne infrastrukture s področja teologije in religijskih študij, ki ima za cilj izgradnjo visokozmogljive dostopne platforme. Ta bo ponudila podatke, orodja in strokovno znanje glede religij in religijskega izkustva. Odgovarja na potrebe po širšem in bolj strukturiranem sodelovanju vrhunskih raziskovalcev s tega področja, ki ustvarjajo nova znanja, uporabljajo interdisciplinarne pristope ter vidno prispevajo k inovativnosti na znanstvenem področju teologije in religijskih študij. Projekt hkrati odgovarja na pomembne izzive ter tudi potrebe sodobne družbe, kot so medreligijski dialog in sobivanje religij, globalizacija, večkulturnost in globalne okoljske, zdravstvene in tehnološke grožnje, ki so v svojem bistvu povezane z načini in osmišljanjem bivanja. To bo mogoče na temelju pripoznanja, da imajo verske, filozofske in nekonfesionalne identitete posameznikov in skupnosti bistven pomen za rezilientnost družbe, pristno demokracijo in povezanost skupnosti. Projekt zato povezuje orodja, vire in znanja ter s tem nosilec javnih funkcij in institucijam zagotavlja učinkovita sredstva, ki jim bodo omogočala razumeti zapletenost in posledice religijskih situacij, njihovih dolgoročnih zgodovinskih korenin in njihove globoke povezanosti s kulturnimi in

političnimi okoliščinami. Prizadeva si vzpostaviti enostaven dostop do digitalnih in drugih podatkov o religijah ter do naprednih orodij za poznavanje in razumevanje teh podatkov, da bi olajšal, poživil in razširil kakovostno raziskovanje religij po Evropi in širše. Verska raznolikost je bila in je še danes stalen izziv za evropsko družbo in identiteto, kar kliče k medsebojnemu razumevanju, pri čemer bo imel projekt Resilience ključno vlogo. Temeljni cilj projekta je postati vodilna evropska raziskovalna infrastruktura za vse v evropskem prostoru navzoče religije ter odgovoriti na sodobne multidisciplinarne raziskovalne potrebe in okrepiti mednarodno sodelovanje na tem področju.

Mednarodna mreža Resilience je vzpostavljena na temelju projekta Obzorje 2020, ki je vključeval dvanajst uglednih akademskih institucij iz desetih evropskih držav, in jo koordinira FSCIRE (Fondazione per le Scienze Religiose Giovanni XXIII) iz Italije. Kot mednarodna infrastrukturna mreža se je že povezala s ključnimi pobudami na tem področju, na primer Europeana, Time Machine, CESSDA, SSHOC (Social Sciences & Humanities Open Cloud) in GEANT. Nacionalni deli infrastrukturne mreže (vozišče) bodo pridobil dostop do baz podatkov, mednarodnega znanja, izkušenj in obstoječih povezav.

Pričakovane koristi članstva

Članstvo v projektu RESILIENCE bo v povezavi z drugimi že obstoječimi raziskovalnimi infrastrukturami na področju humanistike in družboslovja predvsem okrepilo raziskave in znanstveno odličnost na področju religijskih študij. K temu bodo prispevale interdisciplinarne perspektive in nove tehnologije, zlasti v okviru dialoga med različnimi vedami na področju humanistike in družboslovja, ki jih religijske študije vključujejo: zgodovina, pravo, teologija, filozofija, filologija, politične znanosti, sociologija, antropologija, intelektualna zgodovina. Projekt bo ustvaril okvir, ki bo omogočal kvantitativno in kvalitativno raziskovanje istih virov z različnih vidikov. Povečal bo možnosti mednarodne izmenjave podatkov, znanja, informacij, človeških virov in raziskovalnih sredstev med deležniki ter tudi krepil in oblikoval raziskovalno ter širšo družbeno skupnost na mednarodni ravni: raziskovalce, študente, knjižničarje, arhiviste, založnike, izobraževalne ustanove, politiko in ustvarjalce javnega mnenja. S tem se bodo odpirale tudi nove perspektive, spodbujali se bosta diseminacija rezultatov in formiranje novih raziskovalcev. Področje religijskih študij zlasti z interdisciplinarnostjo, internacionalizacijo in digitalizacijo občutno spreminja svoje dosedanje raziskovalne pristope in raziskovalno paradigmo.

Koristi članstva so pričakovane tudi na področju izobraževanja. Infrastrukturni projekt bo temeljil na usposobljenih sodelavcih, prenosu znanja in programih dostopa. Vključitev bo krepila nacionalni raziskovalni sistem, njegovo učinkovitost, konkurenčnost in inovativnost, mednarodno sodelovanje in pretočnost raziskovalcev ter zanimanje mladih za raziskave na tem področju. Cilj slovenskega članstva v tej evropski raziskovalni infrastrukturi bo predvsem spodbujati povezovanje brez kulturnih, ideoloških, svetovnonazorskih ali religijskih omejitev, in sicer prek ene vstopne točke, na kateri se bodo združevala raziskovalna sredstva (knjižna, periodična in arhivska gradiva, podatkovne baze, karte, dokumenti, orodja za digitaliziranje, izvedenska mnenja ipd.), raziskovalne vsebine, delovni pogoji (knjižnice, arhivi, študijski prostori ipd.) ter veščine in kompetence (interdisciplinarni pristopi, poznavanje jezikov, primerne metodologije).

Širši družbeni učinek bo predvsem prispevek k vključujoči in manj konfliktni družbi prihodnosti. Infrastrukturni projekt bo pospešil razvoj medverskega dialoga ter usmerjal oblikovalce politik in zakonodaje k iskanju in izvajanju praks družbene kohezije in vključujoče družbe, zlasti v z religijo povezanih vidikih.

Finančni vidik

Za obdobje do leta 2030 so predvideni skupni stroški v višini okoli 1,8 mio evrov, od tega za raziskovalno-razvojni del 25 FTE, preostalo za posodobitev opreme in tehnično podporo. Pri finančni shemi vloga potencialnih drugih konzorcijskih partnerjev še ni razvidna. Podrobnosti za mednarodne finančne obveznosti še niso opredeljene.

2.1.2 Okolje

2.1.2.1 eLTER



European Long-Term Ecosystem Research / Evropska dolgoročna raziskava ekosistemov

www.lter-europe.net

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2018 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v nastajanju v Reviziji NRRI 2016. V projekt eLTER je vključena slovenska nacionalna mreža, ki je bila ustanovljena leta 2003 in trenutno združuje osem krovnih organizacij v koordinaciji ZRC SAZU. Obstajata velik interes in potencial za vključitev nacionalne mreže v evropsko eLTER. Projekt se v Sloveniji razvija v tesnem sodelovanju s projektom LifeWatch (gl. točko 2.2.3.1), gre tudi za istega nacionalnega koordinatorja ZRC SAZU in tudi več drugih skupnih akterjev, kar bo tudi ključno za oblikovanje nacionalnega konzorcija. Slovenija je leta 2017 kot ena od 17 držav podpisala pismo o politični podpori, sicer pa je znanstveni vidik projekta podprlo 161 raziskovalnih institucij iz 27 držav (podpis MoU). Na mednarodni ravni sta zaključeni faza načrtovanja 2015–2019 in pripravljana faza 2019–2021. Trenutno je v teku faza implementacije in izgradnje te RI, ki jo upravlja začasni svet eLTER (eLTER IC), v katerem sodeluje tudi Slovenija, in sicer s ciljem vzpostaviti eLTER ERIC v letu 2026.

Opis infrastrukture

Povezovanje na področju raziskav ekosistemov je že od leta 2003 organizirano v mrežo različnih institucij v obliki mreže LTER. Znotraj nje in v sodelovanju s projektom LifeWatch je prišlo do pobude, da se tudi mreža LTER preoblikuje v infrastrukturni projekt. Infrastrukturi se vsebinsko dopolnjujeta, saj so v mrežo LTER vključena tudi visokotehnološko opremljena mesta, kjer se *in situ* opravljajo ekosistemske in biodiverzitetne raziskave in njihov monitoring, medtem ko LifeWatch podpira tovrstne raziskave na ravni zaščite, upravljanja in trajnostne rabe biodiverzitete. Skupina, ki je dala pobudo za oblikovanje infrastrukturnega projekta eLTER, je pridobila financiranje za pripravljano fazo 2015–2019 s ciljem razviti nacionalne mreže in družbeno-ekološke platforme iz evropske mreže LTER v smeri oblikovanja večnamenske distribuirane raziskovalne infrastrukture (eLTER RI).

eLTER RI razvija temeljit sistemski pristop k opazovanju in analiziranju okoljskega sistema, saj vključuje biološko, geološko, hidrološko in socioekološko perspektivo. Medtem ko se več obstoječih tematskih okoljskih raziskovalnih infrastruktur osredotoča na vplive podnebnih sprememb in/ali drugih elementov okoljskih sprememb, je eLTER RI edina raziskovalna infrastruktura, ki celostno vključuje integrirane vplive stresorjev na najrazličnejše evropske ekosisteme in kritične cone. eLTER RI vključuje kopenska, sladkovodna in prehodna vodna raziskovalna območja. V okviru eLTER RI se *in situ* opravljajo ekosistemske in biodiverzitetne raziskave ter monitoring, omogoča se hkratno locirano pridobivanje in zbiranje okoljskih spremenljivk, tako biofizikalnih kot biotske raznovrstnosti in socioekoloških podatkov.

Pričakovane koristi članstva

Nastajajoča raziskovalna infrastruktura eLTER je komplementarna obstoječi raziskovalni infrastrukturi LifeWatch, v katero je Slovenija že vključena, zato se pričakujejo koristi na več področjih. Na ZRC SAZU, Inštitutu za raziskovanje krasa, se tako v sklopu projekta LifeWatch že vzpostavlja tudi informacijsko in podatkovno središče RI eLTER. Na ravni RI eLTER in nacionalne mreže partnerjev je opazen dvig raziskovalno-razvojnih aktivnosti (vključenost v različne projekte, sodelovanje in organizacija dogodkov na področju okoljskih znanosti, ki spodbujajo odprto znanost, se povezuje z evropsko znanstveno sfero v sklopu različnih EU projektov in že sodeluje pri skupnih znanstvenih publikacijah. Za področje raziskav je ključno, da so v eLTER RI vključena visokotehnološko opremljena mesta za zajem podatkov, ki so podlaga za raziskovalno delo na področju ekosistemov, še zlasti pri proučevanju biodiverzitete. Baze podatkov, ki se bodo po skupni metodologiji oblikovale in obdelovale znotraj nastajajoče raziskovalne infrastrukture, omogočajo kompleksno raziskovanje ekosistemov in biotske pestrosti. S članstvom v eLTER Slovenija sprejema obveznost zagotavljanja podatkov s področja speleobiologije in krasoslovja krasoslovja ter drugih kopenskih, sladkovodnih in morskih ekosistemov ter si tako še dodatno utrjuje

pomembno vlogo na tem področju in si odpira vrata za vključevanje v nove mednarodne raziskave na področju biodiverzitete in ekosistemov.

V izobraževalnem smislu se pričakuje, da bo raziskovalna infrastruktura prispevala k širjenju znanja znotraj raziskovalne skupnosti in tudi znotraj izobraževalnega procesa. Člani inštitucij slovenske mreže LTER so že aktivni predavatelji in mentorji na Univerzi v Ljubljani, Univerzi v Novi Gorici, Univerzi v Mariboru in na Univerzi na Primorskem, ki v svoja predavanja vključujejo pridobljena znanja in novosti iz projekta eLTER.

Z gospodarskega vidika predstavljata okolje in njegova zaščita pomembno področje novih poslovnih priložnosti. Raziskovalna infrastruktura, ki se oblikuje v okviru eLTER, bo omogočila odprt dostop do pomembnih podatkov, ki so podlaga inovacijam in novim tehnološkim rešitvam na področju zaščite okolja. Ravno prosti dostop in možnost širjenja podatkov je z vidika podjetniške dejavnosti posebnega pomena. Na področju okoljskih znanosti je zbiranje podatkov *in situ* v kopenskih, sladkovodnih in obalnih ekosistemih izziv, nujen za razumevanje preteklih in sedanjih biogeografskih razmer in posledic na biodiverziteti. Na podlagi pridobljenih biodiverzitetnih in okoljskih podatkov bomo razvili protokole, ki se bodo lahko uporabljali kot strokovna podpora pooblaščenecem pri izvajanju monitoringa ter proučevanju globalnih podnebnih sprememb in njihovih posledic. S prilagajanjem na nove razmere bomo zmanjšali ranljivost ekosistemov in škodo, ki jo vsako leto utrpimo zaradi podnebnih sprememb (poplave, suše, požari). Monitoring vodnih ekosistemov, ki se opravlja v okviru projekta eLTER, bo pripomogel k razumevanju stopnje onesnaženosti vodnega okolja zaradi industrije ali gospodarstva ter pripomogel k ozaveščanju za trajnostni razvoj pri izboljšavi procesov in dejavnosti v gospodarstvu in industriji. Monitoring okoljskih dejavnikov, biodiverzitete in mikroklimatskih parametrov v turističnih jamah je pomemben za trajnostno naravnost turizma, trajnostno rabo turističnih jam in zeleni turizem.

Finančni vidik

Sofinanciranje nacionalnih dejavnosti v okviru projekta eLTER (zlasti stroški koordiniranja, mednarodnega povezovanja in konstituiranja projekta) se je začelo leta 2018 v okviru infrastrukturnega programa ZRC SAZU (skupaj s projektom LifeWatch, podrobneje pod točko 2.2.3.1). Sredstva so bila pridobljena tudi strani projektov EU. Sofinanciranje nacionalnega vozlišča bo v prihodnjih letih, takoj ko bo mogoče, okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

Za obdobje do leta 2030 so stroški aktivnosti ter vzdrževanje in nadgradnja opreme v okviru eLTER ocenjeni na okrog 0,5 mio evrov letno. Za potrebe raziskovalno-razvojnega dela osmih aktivnih partnerjev nacionalne mreže (prihodnjega konzorcija eLTER-SI) pa bodo potrebovali finančno pokritje za okoli 4 FTE letno.

2.1.3 Zdravje in hrana

2.1.3.1 EMBRC



European Marine Biological Resource Centre-European Research Infrastructure / Evropski center za morske biološke vire

www.embrc.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2008 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z NRRRI 2030. Na nacionalni ravni ga koordinira Morska biološka postaja Piran, Nacionalni inštitut za biologijo (MBP NIB), predvidena pa je vzpostavitev konzorcija partnerjev. Na mednarodni ravni je bil kot EMBRC-ERIC vzpostavljen leta 2018, s sedežem v Franciji.

Opis infrastrukture

Projekt EMBRC povezuje raziskovalne centre za razvoj morskih ved od bazičnih do aplikativnih raziskav. Nastal je kot odgovor na pereča vprašanja o stanju evropskih morij in obalnih območij ter glede na veliko ekonomsko vrednost ekosistemskih storitev. Raziskave morja potekajo na območjih, kjer je

manjša koncentracija znanja in ekonomskih centrov, kar velja za celotno EU in tudi za Slovenijo, poleg tega so raziskave razdrobljene v manjših raziskovalnih centrih. Dostop do raziskovalne infrastrukture EMBRC (npr. dostop do ekstremnih ekosistemov, tehnoloških platform, zbirk morskih organizmov, ekspertiz, raziskovalnih plovil in vzorčenja) je urejen prek centralnega spletnega dostopa, kar omogoča uporabnikom preglednost nad platformami in hkrati majhne raziskovalne subjekte povezuje v celoto. Večina morskih postaj se v tudi sodobnem času sooča z visokimi stroški obratovanja zaradi drage opreme in zahtevnega načina dela na morju, povezava z EMBRC pa omogoča, da so oprema in storitve prek centralno organiziranega vozlišča dostopni zunanjim uporabnikom (raziskovalcem, industriji, študentom) in optimalno izkoriščeni. EMBRC ima razvite fleksibilne protokole sodelovanja z industrijo in protokole za zaščito intelektualne lastnine, prav tako ne razkriva sodelovanja, kadar je to v interesu industrije.

EMBRC povezuje distribuirano raziskovalno infrastrukturo v trenutno devetih članicah, z uradnim sedežem v Franciji. Implementacija ciljev EMBRC-ERIC poteka prek nacionalnih vozlišč. Število nacionalnih partnerjev je med članicami različno, odvisno od organizacije nacionalne mreže ter tudi od velikosti obale in morja (npr. Italija ima vključenih deset subjektov). EMBRC-ERIC vključuje morske biološke postaje oziroma institucije, v okviru katerih delujejo morske biološke postaje. Slovenija ima že dolgo tradicijo raziskovanja morja, ki ga opravlja že več kot petdeset let Morska biološka postaja Piran (MBP), ki deluje v sklopu NIB ter bi glede na dosedanje izkušnje in vloge lahko prevzela koordinacijo na nacionalni ravni, v nacionalno mrežo (konzorcij) pa bi se vključile zainteresirane institucije na podlagi komplementarnih storitev, opreme in ekspertiz, povezanih z morskim okoljem (npr. zbirke morskih organizmov, zbirke morskih podatkov, kemijske in druge analize morskega okolja, specialna znanja s področja morskih raziskav, ki so prikazana na skupnem nacionalnem portalu in dostopna uporabnikom tako iz akademskih krogov kot gospodarstva).

Pričakovane koristi članstva

Biološke, ekološke in z njimi povezane raziskave morja so v Sloveniji omejene večinoma na MBP-NIB, FAMNIT, nekatere odseke Inštituta Jožef Stefan (raziskave okolja, raziskave novih materialov proti obraščanju v morskem okolju), na nekatere oddelke Univerze v Ljubljani, Univerze v Mariboru, Univerze v Novi Gorici, Kemijskega inštituta, medtem ko druga področja raziskav segajo na področje pomorstva in drugih ved ter aplikacij. Vse te institucije predstavljajo centre, ki so lahko partnerji slovenskega konzorcija in uporabniki ponujenih storitev v okviru EMBRC-ERIC. Slovenija sodeluje v LifeWatch in Elixir, ki so komplementarne raziskovalne infrastrukture in se z njimi intenzivno povezuje tudi EMBRC. Pričakovane koristi vključitve v EMBRC so predvsem olajšan dostop za slovenske uporabnike do morskih ekosistemov v Evropi ter v arktičnih območjih (vzorčenje organizmov, sedimenta, morske vode ipd.), uporaba plovil in opreme na morju, dostop do zbirk morskih organizmov in različnih baz podatkov, urejena pravila o dostopu do naravnih virov in njihovem izkoriščanju (ABS, protokol Nagoya) ter dostop do specializirane laboratorijske opreme in ekspertize, ki jo ponujajo centri v okviru EMBRC. V Sloveniji je velika potreba po storitvah, ki jih ponuja EMBRC in so nujne v raziskavah morskih okolij ter v različnih znanstvenih vedah od bioloških, biotehnoloških (prehrambna, farmacevtska industrija), okoljskih ved do raziskav novih materialov in njihove uporabnosti v morskem okolju (antifouling), v raziskavah klimatskih sprememb s področja biološke in fizikalne oceanografije, za razvoj akvakulture in zaščite pred paraziti; saj v Sloveniji ni določene specialne opreme, ekosistemov in ekspertize, ki lahko prispevajo k razvoju akvakulture in vplivov podnebnih sprememb, odkritju in uporabi novih bioaktivnih spojin, razvoju novih modelnih celičnih linij iz morskih organizmov, raziskovanju biodiverzitete na genomski ravni itd.

Prav tako je veliko zanimanje drugih za dostop do morskega ekosistema v severnem Jadranu, ki je edinstveno robno življenjsko okolje z veliko biodiverzitetjo, ter za tehnološke platforme in specialne ekspertize, ki jih uporabnikom lahko ponuja MBP. Z vključitvijo drugih institucij v slovensko mrežo se bo seznam konkurenčnih storitev še povečal. To pomeni, da bodo zmogljivosti lahko optimalno izkoriščene ter da bodo omogočale večjo izmenjavo raziskovalcev in večje sodelovanje domačih raziskovalcev s tujimi in tudi z industrijo. To bo vodilo v bolj konkurenčne raziskave (bazične in aplikativne), večje število visokokvalitetnih znanstvenih objav in nastanek interdisciplinarnih biotehnoloških podjetij tudi na slovenski obali. Vključitev v EMBRC bo pripomogla k bolj usklajenemu delovanju mreže z visoko etičnimi standardi izkoriščanja naravnih virov in trajnostnega razvoja.

Pod okrilje EMBRC spada tudi portal s storitvami za izobraževanje s področja morskih ved in magistrski študij morske biologije The International Master of Science in Marine Biological Resources (IMBRSea), ki poteka kot skupni program desetih vodilnih evropskih univerz na tem področju. Osredotoča se na razvoj morske bioekonomije in trajnostne izrabe morskih bioloških virov ter ponuja bogate možnosti sodelovanja in izmenjave študentov in pedagoškega osebja, kar je pomembno glede na to, da v Sloveniji

takega specializiranega študija za morske vede še nimamo. EMBRC-ERIC je partner v številnih projektih iz različnih shem, kar omogoča članom mreže dodatne možnosti razvoja in sodelovanja.

Finančni vidik

Stroškovni vidik še ni podrobneje definiran, trenutne ocene kažejo na potrebe okoli 0,5 mio evrov v naslednjih petih letih. Pri finančni shemi vloga potencialnih drugih konzorcijskih partnerjev še ni razvidna. Podrobnosti za mednarodne finančne obveznosti še niso dorečene.

2.1.3.2 Instruct



Integrated Structural Biology Infrastructure / Integrirana infrastruktura za strukturno biologijo

www.instruct-eric.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z NRR1 2030. Na nacionalni ravni ga koordinira Kemijski inštitut (KI), pripravljena je že osnova za vzpostavitev konzorcija partnerjev. Pod imenom Instruct je postal operativen v letu 2012, kot Instruct-ERIC pa je bil vzpostavljen leta 2017 s sedežem v Veliki Britaniji.

Opis infrastrukture

Instruct je panevropska raziskovalna infrastruktura za strukturno biologijo in biofiziko, ki omogoča dostopnost do najsodobnejših tehnologij vsem evropskim raziskovalcem, tako akademskim kot industrijskim. Strukturna biologija je ključno znanstveno področje v okviru ved o življenju, ki s pomočjo komplementarnih visokotehnoloških pristopov omogoča interpretacijo molekulskih mehanizmov pri visoki ločljivosti, vse do atomske. To omogoča razumevanje mehanizma delovanja in vloge bioloških molekul, bodisi v izolirani obliki ali v kontekstu živih celic in organizmov, zato so ti pristopi izjemno pomembni tudi v medicini, farmacevtski industriji in biotehnologiji. Metodološki pristopi strukturne biologije se nenehno razvijajo in dopolnjujejo, na področju priprave proteinov, (krio-)elektronske mikroskopije, jedrske magnetne resonance, X-žarkovne kristalografije, laserjev, masne spektrometrije, različnih svetlobnih mikroskopij, opto- in elektrofizilogije in molekulske biofizike ter tudi računskih pristopov.

V okviru raziskovalne infrastrukture Instruct-ERIC so integrirani vsi omenjeni pristopi. Ustrezna oprema je na inštitutih, univerzah, sinhrotronih ipd. znotraj držav članic, ki so se odločile, da bodo svojo opremo ponudile v skupno uporabo. Dostop članic Instruct-ERIC do te opreme je prost in tako racionalizira investicije v raziskovalno opremo, izmenjavo izkušenj, znanja in izobraževanje novih kadrov. Nobena država članica ni obvezana, da ponudi svojo infrastrukturo, odločitev je prostovoljna, je lahko zgolj uporabnika infrastrukture v drugih članicah, kar je ključ racionalizacije in tudi mednarodnega povezovanja raziskovalcev. Stroške uporabe infrastrukture krije Instruct-ERIC, ravno tako so kriti stroški obiskov zainteresiranih akademskih uporabnikov iz držav članic. Uporabniki so lahko tudi industrijski partnerji, v tem primeru pa se stroški za uporabo ne povrnejo. V Sloveniji imamo poleg potrebe po dostopu do najsodobnejše opreme Instruct-ERIC tudi nekaj kosov večje raziskovalne opreme oziroma potencial, ki bi ga lahko ponudili v možnost uporabe v okviru Instruct-ERIC, kar bi omogočilo pogostejšo izmenjavo kadra ter okrepilo mednarodno povezovanje in večjo vlogo slovenske znanosti na evropski in tudi svetovni ravni. Instruct-ERIC ne ponuja le infrastrukture, ampak organizira tudi redne znanstvene konference, izobraževanja in delavnice, podeljujejo štipendije za obiske in daljša šolanja (tri do šest mesecev) ter sofinanciranje pilotnih projektov. Instruct-ERIC tudi sodeluje pri drugih (EU) projektih, kot so i-NEXT Discovery, EOSC-Life, Open Sesame, Transvac itd.

Pričakovane koristi članstva

V Sloveniji imamo več raziskovalnih skupin z ekspertizami s področja strukturne biologije, organizirane v raziskovalni mreži s široko podporo in regionalno pokritostjo: poleg KI so to še zlasti IJS, CIPKeBiP, NIB ter posamezne fakultete Univerze v Ljubljani in Univerze v Mariboru. Te skupine imajo že neuradne stike z Instruct-ERIC, tudi že uspešne izkušnje s to infrastrukturo, in so zdaj že zbrane v osnutku

konzorcija. Raziskovalna oprema za strukturno biologijo je razmeroma draga, posledično pa pri nas na tem področju kljub raziskovalnemu potencialu primanjkuje mlajšega kadra. Članstvo v Instruct-ERIC bo omogočilo enostavnejši in reden dostop naših raziskovalcev in druge zainteresirane javnosti do najnaprednejše infrastrukture in izobraževanj, kadrovske izmenjave, organizacije strokovnih srečanj v Sloveniji, večje prepoznavnosti in konkurenčnosti slovenske znanosti ter večjega uspeha pri pridobivanju mednarodnih projektov. Mednarodna vpetost na področju delovanja projekta bo prinesla nove priložnosti za raziskovalce, omogočila dvig izobraževalne ravni, glede na naravo področja pa obeta tudi uporabo rezultatov oziroma učinke za gospodarstvo. Instruct-ERIC je unikatna organizacija, ki je komplementarna drugim infrastrukturnim projektom, kot so na primer ELIXIR (vključno z ISBE), EuBI, CERIC in EATRIS, v katere je Slovenija že včlanjena.

Temeljni namen Instruct-ERIC je omogočiti dostop vsem evropskim raziskovalcem do najboljše raziskovalne opreme na področju strukturne biologije. S članstvom bodo slovenski uporabniki z neposredno dostopnostjo do visokotehnološke infrastrukture hitreje in lažje dosegali kakovostne rezultate in ohranili mednarodno konkurenčnost, kar je ključno tudi pri pridobivanju projektov na mednarodnih razpisih. S tem bomo prispevali k razvoju znanosti in tudi pri aplikaciji znanstvenih dosežkov oziroma posledičnim družbeno-ekonomskim učinkom. Vključenost slovenskih raziskovalcev znotraj panevropske strukture Instruct-ERIC bi še bolj razvijala in utrjevala že obstoječe mednarodno sodelovanje. Sicer pa tudi slovenska (farmacevtska, biomedicinska) industrija kaže vse večjo potrebo po uporabi metodoloških pristopov strukturne biologije pri razvoju in analitiki svojih izdelkov. Poleg souporabe infrastrukture v okviru centrov Instruct-ERIC se bo razvijalo oziroma investiralo tudi v lastno tehnološko in metodološko infrastrukturo z namenom, da bi tudi slovenski laboratoriji lahko postali aktiven del te panevropske mreže. S tem bi omogočili kroženje mednarodnega znanja tudi na naših tleh. Aktivno članstvo Slovenije znotraj Instruct-ERIC bi pomenilo tudi večje možnosti v okviru odločevalskih politik na evropski ravni.

Članstvo v Instruct-ERIC bi poleg višje kakovosti in mednarodnega ugleda slovenske znanosti odpiralo tudi možnosti dodatnih izobraževalnih programov (v okviru štipendij Instruct-ERIC za krajša ali daljša izobraževanja v tujini), organizacij strokovnih delavnic in mednarodnih znanstvenih konferenc oziroma strokovnih delavnic v Sloveniji. To bi prispevalo k splošnemu dvigu ravni znanja tako študentov, mladih in mlajših raziskovalcev kot tudi bolj izkušenih tako akademskih kot industrijskih raziskovalcev ter k dvigu konkurenčnosti slovenskih raziskovalnih skupin. Znanje strukturne biologije bo lažje in hitreje dostopno, kar bo pozitivno vplivalo na integracijo z drugimi naravoslovnimi znanji širše v Sloveniji. Kakovost in znanje na tem področju bosta posledično prinašala tudi druge socio-ekonomske učinke, vključno z industrijskimi produkti.

Finančni vidik

Za obdobje do leta 2030 so možne različne stroškovne opcije, od le plačevanja članarine v višini okoli 55.000 evrov letno, kar bi omogočalo dosego temeljnega oziroma glavnega cilja, to je dostopa do ponudb Instruct-ERIC programa za slovenske raziskovalce, pa do ambicij za razvoj nacionalnega centra Instruct-ERIC (Instruct-ERIC Hub) kot ponudnika storitev v okviru te RI za druge partnerje, kar bi zahtevalo skupna vlaganja v nacionalno infrastrukturo v srednjeročnem obdobju (v petih letih) vsaj 30 mio evrov.

2.1.3.3 METROFOOD



Infrastructure for Promoting Metrology in Food in Nutrition / Infrastruktura za promocijo metrologije za hrano in v prehrani

www.metrofood.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2018 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v nastajanju v Reviziji NRRi 2016. V Sloveniji je bil v koordinaciji IJS med zainteresiranimi deležniki leta 2016 sklenjen sporazum o sodelovanju. V METROFOOD-SI sodeluje sedem partnerjev: od katerih so trije inštituti za meroslovje. Slovenija je leta 2017 kot ena od desetih

držav podpisala pismo o politični podpori. Na mednarodni ravni trenutno poteka pripravljalna faza 2018–2022 s ciljem vzpostavitve METROFOOD ERIC v letu 2023.

Opis infrastrukture

Projekt METROFOOD je namenjen zagotavljanju meroslovne sledljivosti na področju prehrane, ki bo nadgrajevala obstoječo infrastrukturo v partnerskih državah. S tem namenom bo vzpostavljena mreža laboratorijev, raziskovalnih nasadov, poskusnih polj in kmetij. Projekt vključuje fizično in e-infrastrukturo. V okviru projekta bodo izkoriščene predvsem obstoječe zmogljivosti sodelujočih raziskovalnih centrov. Okrepil bo znanstveno odličnost na področju kakovosti in varnosti hrane ter s tem omogočil povečanje možnosti za tržne analize, ki bi jih izvajali laboratoriji. Tržna vrednost se kaže tudi v razvoju novih produktov in inovativnih pristopov. Ena od prednostnih nalog raziskovalnega dela je usmeritev k različnim virom financiranja raziskovalno-razvojnega dela s trženjem novega znanja in produktov. Projekt predstavlja novost predvsem zaradi svojega interdisciplinarnega pristopa in razsežnosti, ki posegata na področje meroslovja v živilstvu ter združevanja in harmonizacije trenutno razpršenih in nepopolnih podatkov. Gre tudi za povezovanje hrane in zdravja, saj živilo ne pomeni le vira energije temveč pomaga tudi pri preprečevanju nastanka različnih bolezni. V okviru projekta bo tako razvita in integrirana vrsta meroslovnih principov za zagotavljanje kakovosti, varnosti in sledljivosti živil, vključno z razvojem novih senzorskih tehnologij, ki bodo povečali merilno zmogljivost v živilstvu. Na področju metrologije je poseben izziv analiza anorganskih, organskih onesnažil in nanodelcev v vzorcih živil. Ti predstavljajo zelo kompleksne matrice ter pogosto zahtevajo komplicirane in dolgotrajne postopke izolacije merjenja. Že sami postopki večinoma niso standardizirani, prav tako pa niso na razpolago ustrezni certificirani referenčni materiali. Novi pristopi določanja GSO (digitalni PCR, nova generacija sekvenciranja, izotermalne metode PCR) zahtevajo nove metrološke opredelitve sledenja, kriterijev ustreznosti validacijskih parametrov in merilne negotovosti. Zagotavljanje primerljivih rezultatov in potrditev kakovosti vplivata tudi na razvoj novih tehnologij, kot so razvoj novih pakirnih materialov, kapsulacija, spodbujata izdelavo novih funkcionalnih živil iz ostankov surovin in vračanje živil v ponovno uporabo (povezava s krožnim gospodarstvom). Meritve in testiranja so ključnega pomena tudi za optimizacijo primarne proizvodnje, predelavo hrane, skladiščenje in distribucijo ter tudi za ravnanje z odpadki ali valorizacijo stranskih proizvodov. Ne nazadnje je pomembno razviti tudi mednarodno povezljive podatkovne baze in baze znanja ter jih nadgraditi z ustreznimi orodji in storitvami za upravljanje podatkov in njihovo izkoriščanje v raziskovalne namene in za potrebe odločanja.

Pričakovane koristi članstva

Za raziskovalno dejavnost bo imela vključitev v projekt METROFOOD najprej velik znanstveni pomen, poleg znanstvenih dogodkov in objav pa so v pripravi tudi patentne prijave. Pomembni vidiki tega projekta so tudi krepitev interdisciplinarnosti raziskav zaradi povezovanja disciplin (kemija, biologija, mikrobiologija, kmetijstvo, turizem in ekonomija) ter promocija znanosti z diseminacijskimi aktivnostmi, seznanjanje širše javnosti in povezovanje z mednarodno strokovno javnostjo in vodilnimi ustanovami v Evropi, ki se ukvarjajo z meroslovjem in referenčnimi materiali, ter javnimi agencijami in organi, ki skrbijo za zdravje in varnost živil, nadzirajo kakovost in odkrivajo goljufije. METROFOOD-SI bo okrepil znanstveno odličnost in vzpostavil ustrezno infrastrukturo na področju kakovosti in varnosti živil s spodbujanjem meroslovja na tem področju ter bo omogočil znanstveno sodelovanje na ravni Evrope in v svetovnem merilu. Spodbujal bo znanstveno sodelovanje in sodelovanje med različnimi interesnimi skupinami ter oblikovanje skupnih podatkovnih baz in baz znanja. S tem namenom se bodo oblikovale mreže laboratorijev, raziskovalnih nasadov in pilotnih sistemov (polja in kmetije) v okviru fizične-raziskovalne infrastrukture. Za elektronsko raziskovalno infrastrukturo bo na voljo nova informacijska platforma, ki bo omogočala prost dostop za izmenjavo in povezovanje informacij in podatkov o razpoložljivosti ustrezne infrastrukture za analizo živil ter omogočala integracijo obstoječih baz podatkov o živilih z relevantnimi prehranskimi vsebinami in vsebnostjo onesnažil v živilih, proizvedenih v različnih geografskih regijah in z uporabo različnih naprednih tehnologij. V okviru dejavnosti je treba omeniti tudi poljske poskuse na področju oljk in sredozemskih kultur s poudarkom na agrotehničnih ukrepih. Poleg tega na območju slovenske Istre spremljajo navzočnost škodljivih organizmov in vplivov klimatskih sprememb na kmetijske rastline. Poskusna polja in laboratorijska oprema zagotavljata podporo raziskovalnim ustanovam ter tudi izvajalcem javnih služb s področja kmetijstva in lokalnim pridelovalcem.

Z vidika izobraževanja bo uporaba vrhunske opreme omogočala boljše razmere za delo, spodbujala zanimanje za študij naravoslovja in tehnike ter s tem prispevala k višji izobraženosti slovenskega prebivalstva in večji povezavi z gospodarstvom, hkrati pa tudi privablja k nam talente. Izobraževanje je usmerjeno v povezovanje v trikotniku znanja: univerzitetno izobraževanje – raziskave – gospodarstvo. Poteka na različnih ravneh ter je že vključeno v različne strokovne študijske programe zlasti na UL BF,

UL VF in IJS, v strokovne izobraževalne programe s področja kmetijstva in predelave živil, managementa trajnostnega razvoja, v izobraževanje podjetnikov, usposabljanje inšpekcijskih služb, uradnih veterinarjev, v mednarodne delavnice za prikaz in učenje tehnologij ter ozaveščanje širše javnosti. Vzporedno že poteka tudi izobraževanje kadrov iz industrije, ki ga bodo izvajali sodelujoči akterji na sedežih podjetij v obliki tečajev, demonstracij in tolmačenja tehnoloških rešitev. Tu je treba omeniti tudi aktivno sodelovanje znotraj Kompetenčnih centrov, kot sta KOC Hrana in KOC Tovarne prihodnosti, ki so namenjeni izobraževanju industrijskih partnerjev na različnih ravneh in stopnjah.

Z gospodarskega vidika bo vključitev dopolnila raziskovalno-razvojne zmogljivosti industrijskih partnerjev, ki pri izdelavi novih produktov sami nimajo potrebnega kritičnega obsega znanj in izkušenj, kot je na primer stroškovno vzdržna in cenejša pridelava rastlinskih in živalskih surovin. Domači proizvajalci bodo lahko uveljavljali slovensko poreklo ter kakovost pridelkov in prehranskih proizvodov. S sistemi sledenja živil od proizvajalca do potrošnika, nadzorovanja pogojev okolja, sistemom določitve geografskega porekla živila in identifikacijo bioloških vrst bo zagotovljen celoten sistem, ki bo upošteval kupčeve želje in potrebe. Projekt načrtuje ciljne raziskave, ki vodijo do razvoja metod in produktov ter nadalje do implementacije v podjetjih. V Sloveniji se razvija val majhnih visokotehnoloških podjetij, ki se že globalno tržijo in kombinirajo informacijsko tehnologijo s pridelavo živil za nove produkte z visoko dodano vrednostjo. Nadalje bo METROFOOD-SI tudi v učinkovito podporo nacionalnim in referenčnim laboratorijem za varnost živil, odgovornim organom upravljanja in potrošnikom. Partnerji slovenskega METROFOOD-SI že dejavno sodelujejo pri izvajanju raziskovalnih in inovacijskih strategij v okviru nacionalne strategije pametne specializacije (S4 pri programskih in projektnih aplikacijah z industrijskimi partnerji in s tem krepijo sodelovanje z industrijo: »Funkcionalna živila prihodnosti« (F4F) »Plasma seed treatment«, »Frakcioniranje in oplemenitenje sirotkinih proteinov ter izraba preostanka za oblikovanje novih funkcionalnih živil in prehranskih dopolnil«. Dejavno sodelujejo tudi v akcijskih načrtih SRIP-ov: Krožno gospodarstvo, Hrana, Pametna mesta in Tovarne prihodnosti, kar bo omogočilo vključitev v nove projekte S4 na nacionalni ravni ter tako k razvoju novih izdelkov, tehnoloških rešitev in inovacij. Vključeni so tudi v evropsko mrežo EIT Food. Znotraj METROFOOD-SI so tudi akreditirani laboratoriji, nekateri od njih tudi uradni laboratoriji in nacionalni referenčni laboratoriji, ki s svojimi dejavnostmi podpirajo razvoj sistema za monitoring prehranskih proizvodov in razvoj metod za izvajanje kontrole živil. Z razvojem novih senzorskih tehnik se bodo zmanjšali stroški za spremljanje in s tem povečale možnosti za nadzor kakovosti izdelkov. Ustvarjena povezava bo omogočila tesnejše sodelovanje z različnimi deležniki, vključno z industrijo in pridelovalci hrane, ter omogočila preskok iz klasične pridelave in predelave hrane v moderno, industrijsko podprto ero na nacionalni in mednarodni ravni. Vse to vodi k večji ozaveščenosti in zaščiti potrošnika ter končno tudi k okrepitvi konkurenčne sposobnosti slovenske živilske industrije.

Finančni vidik

Sofinanciranje nacionalnih dejavnosti v okviru projekta METROFOOD (zlasti stroški koordiniranja, in mednarodnega povezovanja) se je začelo leta 2020 v okviru infrastrukturnega programa IJS na ARRS. Dosedanja vlaganja v nacionalno infrastrukturo znašajo 75.000 evrov, zadnja vrednost letnega zneska pa znaša 35.000 evrov. Sofinanciranje nacionalnega vozlišča bo v prihodnjih letih, takoj ko bo mogoče, okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

Za obdobje do leta 2030 je ocena stroškov okoli 1 mio evrov letno, pri čemer bo šla polovica za nakup opreme in drugih opredmetenih osnovnih sredstev, druga polovica pa za stroške plač, pri čemer je za celoten projekt upoštevanih 12 FTE za raziskovalce, od tega 4 FTE za tehnične in strokovne sodelavce. METROFOOD-SI bo za svoje dejavnosti najprej izkoristil že prisotne zmogljivosti konzorcijskih partnerjev. Po nujni posodobitvi se bodo te zmogljivosti povezale v mrežo in integriran sistem visoke odličnosti, ki bo na voljo širši znanstveni skupnosti in drugim deležnikom. Poleg neposrednega financiranja ima konzorcij tudi lastne vire, saj se po eni strani opira na nacionalne raziskovalne programe in projekte ter tudi na sredstva mednarodnih institucij. Ti ne predstavljajo samo finančnega vira, pač pa tudi velik potencial za mobilizacijo ter prenos znanja, ekspertov, podatkov in orodij.

2.2 Implementirani projekti – landmarks

2.2.1 Družbene in kulturne inovacije

2.2.1.1 CESSDA



Consortium of European Social Science Data Archives / Konzorcij evropskih arhivov družboslovnih podatkov

www.cessda.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. Slovenija je s podpisom memoranduma o soglasju 19. 1. 2011 od samega začetka sodelovala pri pripravi ustanovitvenih dokumentov in strateških usmeritev delovanja in financiranja CESSDA. Ustanovna in polnopravna članica CESSDA AS je postala s podpisom memoranduma o sodelovanju z dne 13. 6. 2013. CESSDA AS je bila junija 2017 preoblikovana v pravno obliko CESSDA ERIC. V dejavnostih CESSDA Slovenijo zastopa Arhiv družboslovnih podatkov (ADP), ki deluje v okviru UL FDV.

Opis infrastrukture

CESSDA predstavlja organizacijsko in strokovno nadgradnjo obstoječe podatkovne infrastrukture na področju družboslovja. Na ravni Evrope je povezano delo nacionalnih izvajalcev storitev (v našem primeru ADP), ki so teritorialno zadolžene za podatke, pri razvojnih projektih in pri uveljavljanju standardiziranih rešitev na poenoteni ravni kakovosti zagotavljanja storitev. S tem je doseženo cenejše skupno delovanje izvajalcev podatkovnih storitev, poenostavljeni so postopki za delo in sodelovanje, uporabnikom pa je na razpolago večja količina prosto dostopnih podatkov.

CESSDA temelji na medsebojni strokovni in organizacijski podpori, njen cilj pa je, da se raziskovalcem in drugim uporabnikom zagotovi čim lažji dostop do podatkovnih storitev ne glede na lokacijo ter da se pri tem upoštevajo napredni mednarodni standardi, priporočila in orodja. Evropski podatkovni arhivi in njihove storitve so med seboj povezane in trajnostno naravnane. CESSDA je določila štiri strateške usmeritve in področja delovanja: tehnologija, orodja in storitve, usposabljanje in zaupanje. Nacionalni izvajalci storitev s sodelovanjem v delovnih skupinah pripravljajo podlage za izvajanje navedenih usmeritev in sprejmejo obveznosti za njihovo izvedbo v nacionalnem okolju.

Ključne funkcije, ki jih izpolnjuje ADP kot izvajalec storitev znotraj CESSDA, so: (1) pridobivanje raziskovalnih podatkov s širokega nabora družboslovnih disciplin, (2) ovrednotenje raziskovalnih podatkov in izbor za prevzem, (3) prevzem in obravnava podatkov skupaj z dokumentacijo ter ustvarjanje metapodatkov z namenom priprave paketa za dolgotrajno digitalno hrambo (AIP) in priprava paketa podatkov za dostop (DIP) in nadaljnjo uporabo, (4) dolgotrajna digitalna hramba, (5) zagotavljanje dostopa do raziskovalnih podatkov, (6) usposabljanje raziskovalcev o načrtovanju, ravnanju in pripravi podatkov za izročanje v odprtem dostopu ter (7) aktivna promocija druge rabe podatkov med uporabniki.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Za Slovenijo je CESSDA pomembna, ker zagotavlja vzpostavitev sodobne in kakovostne storitve dostopa do podatkov za družboslovje z najmanjšimi vlaganji, saj se bodo članice naslonile na skupno vzpostavljene rešitve, namesto da bi jih razvijale same. Trdna notranja organizacijska struktura in pravila CESSDA članicam zagotavljajo uporabo skupnih storitev, ki temeljijo na poenoteni pravilih delovanja, tako vsebinsko glede uporabe protokolov (metapodatki, kontrolirana besedišča ipd.) kot po načinu, glede zagotavljanja visoke kakovosti in učinkovitosti delovanja (npr. uveljavljanje načel FAIR in zaupanja po kriterijih Core Trust Seal).

ADP je nacionalno podatkovno središče za družboslovje, ki deluje že več kot dvajset let. Od leta 2011 izvaja tudi naloge, povezane z mednarodno infrastrukturno enoto CESSDA. ADP dolgotrajno hrani raziskovalne podatke, zanimive za družboslovne analize, s poudarkom na problemih, povezanih s slovensko družbo, ali sicer pomembnih za slovensko družbo in družboslovje ne glede na geografske

meje. Raziskovalni podatki imajo poleg publikacij v obliki člankov samostojno vrednost kot eden od rezultatov znanstvenih projektov. Najdljivost podatkovnih objav slovenskih raziskovalcev je zagotovljena prek CESSDA Data Catalogue, s čimer se višata mednarodna vidnost in tudi prepoznavnost slovenske znanosti. Obstoječi podatki s področja družboslovja, sami ali v kombinaciji z drugimi podatki, predstavljajo vir za najrazličnejše družboslovno in interdisciplinarno zasnovane raziskave, katerih izsledki imajo edinstveno vrednost za znanost in za reševanje družbenih problemov. Članstvo v CESSDA predstavlja vlaganja v povečevanje notranje učinkovitosti ADP, ki se dosega ob pregledni notranji organiziranosti skozi dokumentacijo in nadzorovano vodenje delovnih potekov ter strokovni podpori in usposabljanju sodelavk in sodelavcev znotraj CESSDA. ADP se polno vključuje v delovanje CESSDA tako s prispevki pri delovnem programu in skupnih rešitvah kot z usposabljanjem. S partnerstvom v CESSDA se ADP dejavno vključuje tudi v prijave na skupne evropske projekte, s tem pa se krepi tudi mednarodna prepoznavnost ADP (npr. že realizirani projekti DwB, SERSCIDA, SEEDS, CESSDA SAW in aktualno sodelovanje pri projektih, kot so SSHOC, EOSC Future).

ADP deluje tudi kot svetovalno središče na področju ravnanja s podatki. Na nacionalni ravni zagotavlja svetovanje in podporo pri pripravi načrtov ravnanja z raziskovalnimi podatki (NRRP) ter s tem prispeva k višji kakovosti in uporabnosti raziskovalnih podatkov. Zagotavlja podporo raziskovalcem in ustanovam pri izpolnjevanju zahtev financerjev znanosti in znanstvenih revij po odprtih podatkih. Svetuje različnim deležnikom (revije, ministrstva, financerji, založbe) pri pripravi politik odprtih podatkov. Sodelavci ADP skrbijo za prenos znanja v slovensko raziskovalno skupnost tako, da sodelujejo s prispevki na različnih domačih konferencah in delavnicah.

Primarna naloga digitalnih repozitorijev je ohranjanje raziskovalnih podatkov in drugih digitalnih vsebin in njihovo posredovanje za potrebe druge rabe. Da bi podatke lahko uporabili v čim širše namene, je treba slediti t. i. načelom FAIR, prav tako pa je široko sprejeta podpora osnovnemu certifikatu zaupanja vrednih storitev CoreTrustSeal, s katerim ADP dokazuje, da navedene storitve zaupanja vredne in dolgoročno naravnane. Trajnostno usmerjeni digitalni repozitoriji so ključni gradniki razvijajočega se ekosistema podatkovnih infrastruktur, kot je EOSC. ADP izpolnjuje zahteve CESSDA z uporabo standarda DDI pri pripravi metapodatkov, vključuje ELSST (European Language Social Science Thesaurus) geslovník in dogovorjene klasifikacije ter se tako vključuje v katalog CESSDA. Prispevek ADP je bila priprava mednarodno usklajenega prevoda geslovníka ELSST v slovenščino, njegovo kontinuirano vzdrževanje in posodabljanje ter vključevanje v metapodatkovne opise, ki so na podlagi metapodatkov DDI dostopni za iskanje v različnih povezanih katalogih, ter uvedba stalnih digitalnih identifikatorjev za namen navajanja uporabljenih podatkov. ADP sodeluje tudi pri razvoju različnih storitev za arhiviranje družboslovnih podatkov ter po referenčnem modelu arhivskega standarda OAIS izvaja trajnostno zasnovano zagotavljanje in promocijo ciljnim uporabnikom namenjenih storitev prevzema, shranjevanja in dostopa do kakovostnih in za različne namene uporabnih raziskovalnih podatkov. Skladno z zahtevami certifikata CoreTrustSeal zagotavlja vzdržnost in dolgotrajnost dostopa do podatkov. Certifikat je treba obnoviti vsakih nekaj let, s čimer je povezana priprava dokumentacije ter nadgradnja protokolov in opreme za delo s podatki.

ADP izvaja tudi usposabljanja na mednarodni in domači ravni. Med rednimi aktivnostmi poteka sodelovanje pri študijskem procesu, ki zagotavlja, da študenti različnih fakultet izkoriščajo podatke za potrebe izobraževanja in pri pisanju diplomskih nalog, profesorji različnih fakultet pa pri poučevanju. Na to področje spadajo tudi projekti priprave učnih gradiv, katerega namen je promocija uporabe mikropodatkov uradnih statistik, ki jih zagotavlja Statistični urad. ADP deluje v vlogi posrednika pri pripravi datotek, prilagojenih za raziskovalne in študijske namene, in izvaja delavnice. Pri tem posreduje tudi znanje o NRRP, zlasti doktorskim študentom s področja družboslovja in humanistike in na mednarodnih poletnih šolah. Na mednarodni ravni ADP vodi CESSDA skupino za koordinacijo usposabljanja in izobraževanja, kjer partnerji znotraj CESSDA sodelujejo pri pripravi učnih vsebin in izvedbi usposabljanj za različne uporabnike.

ADP skrbi tudi, da so podatki odprto dostopni raziskovalcem in drugi zainteresirani javnosti. S tem ADP prispeva k višji kakovosti ter dostopnosti in prepoznavnosti znanstvenih rezultatov družboslovcev v nacionalnem in mednarodnem prostoru. ADP podpira razvoj in povezovanje sodobne podatkovne infrastrukture, storitev in strokovno usposobljenega kadra. Bistvo ekonomičnosti infrastrukturne dejavnosti ADP je, da lahko raziskovalci v ADP (pri)dobijo enake ali boljše podatke za izvedbo določenega projekta in v krajšem času, kot če bi jih morali ustvarjati na novo. Podatki iz ADP so pogosto uporabljeni tudi za izhodišče in primerjavo pri raziskovalnih projektih, ki sicer sami na novo zbirajo podatke. Na nacionalni ravni se ADP povezuje z drugimi nacionalnimi področnimi infrastrukturami, ki se ukvarjajo s tematiko skrbništva raziskovalnih podatkov in so prav tako vključene v mednarodne organizacije. ADP največ sodeluje s predstavniki ESS, DARIAH in CLARIN. Gre za izmenjavo izkušenj, dobrih praks, meddisciplinarno izmenjavo podatkov in možnosti razvoja povezanih infrastrukturnih storitev na nacionalni ravni.

Finančni vidik

Sofinanciranje načrtovanega razvoja nacionalne infrastrukture in izvajanja nacionalnih dejavnosti v okviru CESSDA se je začelo v letu 2011. Dosedanja vlaganja v nacionalno raziskovalno infrastrukturo znašajo okoli 1,1 mio evrov. Zadnja vrednost letnega zneska sodelovanja Slovenije v projektu CESSDA znaša 130.000 evrov, članarina za CESSDA ERIC pa okoli 2.000 evrov letno.

Za obdobje do leta 2030 se načrtuje nadaljevanje dosedanjih dejavnosti in okvirne stroške na ravni zadnjih let, ki pokrivajo tudi amortizacijo osnovne opreme in stroške raziskovalno-razvojnega dela.

2.2.1.2 CLARIN



Common Language Resources and Technology Infrastructure / Infrastruktura za skupne jezikovne vire in tehnologijo

www.clarin.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam Roadmap ESFRI 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. V pripravljalni fazi CLARIN ERIC, ki je trajala do odločitve Evropske Komisije o ustanovitvi CLARIN ERIC 29. 2. 2012, je Slovenija sodelovala kot opazovalka, načrtovano pa je bilo, da se vanj vključi kot polnopravna članica čim prej po ustanovitvi. Slovenija je poslala pristopno pismo 29. 4. 2015 in v maju 2015 postala polnopravna članica CLARIN ERIC. Za izvajanje nacionalnih obveznosti CLARIN je bil junija 2014 ustanovljen konzorcij CLARIN.SI, z 12 partnerji in s sedežem na Institutu Jožef Stefan (IJS).

Opis infrastrukture

CLARIN je mednarodna raziskovalna infrastruktura, ki namenjena obsežnemu in lahko dostopnemu hranjenju jezikovnih virov in tehnologij, ki zajema jezike držav članic in jezike, ki jih v državah članicah poučujejo ali so pomembni zaradi migracijskih tokov. Način uporabe jezikovnih virov in orodij v CLARIN je poenoten, s čimer infrastruktura prispeva k ohranjanju in podpiranju večjezične evropske dediščine. Spletna odprta infrastruktura jezikovnih storitev ustvarja novo paradigmo skupinskega sodelovanja pri razvoju virov in orodij, pri čemer zagotavlja predvsem večkratno uporabnost in hkrati prilagajanje individualnim potrebam. Temeljni namen projekta CLARIN je dati na voljo obstoječa orodja in rešitve v enotni evropski infrastrukturi, omogočiti svetovalne in učne dejavnosti, kako orodja in vire prilagoditi specifičnim raziskovalnim potrebam ter prispevati k standardizaciji virov in orodij. CLARIN je druga mednarodna raziskovalna infrastruktura iz Roadmap ESFRI, ki je bila ustanovljena po postopku v skladu z Uredbo Sveta (ES) za Konzorcij evropske raziskovalne infrastrukture (ERIC).

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Z vse hitrejšim razvojem interneta in drugih e-tehnologij je tehnološka podpora posameznim jezikom izjemno pomembna, posebej za jezike z manjšim številom govorcev, kot je slovenščina. Na področju jezikovnih tehnologij deluje na nacionalni ravni več podjetij in raziskovalnih organizacij, ki so se v skladu z zahtevami projekta CLARIN združila v nacionalni konzorcij CLARIN.SI. Konzorcij tako povezuje vse večje javne institucije ter tudi podjetja in društva, ki se v Sloveniji ukvarjajo z jezikoslovjem in jezikovnimi tehnologijami, trenutno ima 11 članov. Vizija CLARIN.SI je omogočiti slovenskim raziskovalcem s področja humanističnih in družboslovnih znanosti ter tudi drugih znanosti in dejavnosti, ki se ukvarjajo z jezikom oziroma potrebujejo dostop in možnosti analize jezikovnih podatkov, enostaven dostop do bogatega nabora jezikovnih virov in tehnologij, predvsem za slovenski jezik in tudi za druge južnoslovenske jezike.

CLARIN.SI ima predvsem dve ciljni skupini uporabnikov: raziskovalce s področja humanistike in deloma družboslovja ter raziskovalce s področja računalniškega jezikoslovja. V obeh primerih ponuja podporo za slovenski jezik v obliki jezikovnih virov, spletnih storitev ter pomoči pri upravljanju raziskovalnih podatkov. Raziskovalci s področja humanistike in družboslovja skozi CLARIN.SI dobijo raznovrstne podatke o uporabi slovenskega jezika, predvsem skozi konkordančnika CLARIN.SI, kar jim lahko

predstavlja temelj za empirično podprte raziskave. Konkordančnika trenutno ponujata dostop do prek 100 korpusov slovenskega in drugih jezikov in beležita skoraj 700.000 poizvedb. Raziskovalci s področja računalniškega jezikoslovja imajo možnost prevzeti raznovrstne podatkovne množice z repozitorija CLARIN.SI, ki omogočajo poglobljene raziskave slovenskega in drugih jezikov tudi v mednarodnem kontekstu. Repozitorij jezikovnih virov in orodij CLARIN.SI je bil certificiran s strani Digital Seal of Approval (DSA) in tudi CLARIN ERIC (B-Center CLARIN), leta 2020 pa je pridobil certifikacijo s strani Core Trust Seal, naslednika DSA. Repozitorij trenutno ponuja dostop do 240 vnosov (500 GB) 380 avtorjev in beleži okoli 150 prevzemov na teden. Raziskovalci lahko uporabljajo platformo WebAnno CLARIN.SI (prek 30 projektov) za ročno označevanje korpusov, orodja ReLDIanno za avtomatsko označevanje besedil, repozitorija CLARIN.SI GitLab za skupinski razvoj programske opreme in ročno označene jezikovne vire ter virtualno organizacijo CLARINSI na platformi GitHub. Prav tako pa lahko v repozitorij CLARIN.SI trajno in varno deponirajo vire in orodja, ki so jih razvili sami, s čimer se hkrati tudi izboljšata vidljivost in citiranje znanstvenih rezultatov. V letu 2019 je CLARIN.SI skupaj z bolgarskim CLARIN-om ustanovil center znanja CLASSLA za računalniško obdelavo južnoslovanskih jezikov, ki ga je certificiral CLARIN ERIC. Ker CLARIN.SI ponuja raznovrstne vire in orodja ter dokumentacijo o računalniški obdelavi jezikov nekdanje Jugoslavije, je s tem postal glavna kontaktna točka za računalniško obdelavo teh jezikov, kar mu bistveno večja domet in prepoznavnost v regiji. Ne nazadnje imajo vsi slovenski raziskovalci s članstvom Slovenije v CLARIN ERIC poleg storitev CLARIN.SI tudi možnost avtenticiranega dostopa do repozitorijev in spletnih storitev vseh 20 članic konzorcija CLARIN ERIC.

Že od leta 2015 CLARIN.SI financira posameznike, da svoje obstoječe jezikovne vire preoblikujejo tako, da postanejo primerni za deponiranje v repozitorij CLARIN.SI. Od leta 2018 CLARIN.SI dodatno izvaja letni razpis v skupni višini 30.000 evrov med partnerji konzorcija CLARIN.SI za projekte, ki izdelajo ali nadgradijo jezikovne vire ali storitve, s čimer pripomorejo k uresničevanju usmeritev infrastrukture CLARIN. V obdobju 2018–2020 je bilo uspešno zaključenih 15 projektov. V virih, deponiranih v njegovem repozitoriju, CLARIN.SI zahteva kodiranje podatkov v skladu z odprtimi in mednarodno uveljavljenimi standardi oziroma priporočili, s čimer spodbuja izmenljivost, interoperabilnost in dolgotrajno uporabo deponiranih podatkov. CLARIN.SI ima na nacionalni ravni vzpostavljeno sodelovanje s sestrskima raziskovalnima infrastrukturama DARIAH in CESSDA (ADP). Z DARIAH-SI je CLARIN.SI sodeloval pri vzpostavljanju skupnih standardov za zapis besedilnih podatkov, nato pa tudi v projektih, podprtih s strani CLARIN ERIC. Z ADP že dlje sodeluje pri reševanju problematike delovanja področnih repozitorijev.

CLARIN.SI je soorganizator rednih mednarodnih konferenc »Jezikovne tehnologije in digitalna humanistika«, podprl pa je tudi vrsto področnih konferenc v Sloveniji, med drugim konference »22nd International Conference on Text Speech and Dialogue« leta 2019 v Ljubljani. Sodelavci CLARIN.SI so predstavili delovanje infrastrukture na vrsti dogodkov in kot vabljeni predavatelji na več univerzah, na primer Univerzi v Ljubljani (FDV, FRI), Univerzi v Celovcu, Univerzi v Reki, Univerzi v Zagrebu in Univerzi v Beogradu.

Čeprav je CLARIN.SI primarno usmerjen v podporo raziskovalni dejavnosti, ima tudi druge družbeno-ekonomske učinke. S pomočjo korpusov CLARIN.SI raziskovalci izdelujejo na primer terminološke slovarje, ki se nato uporabljajo tudi v gospodarstvu. Predvsem dvojezični korpusi pod konkordančniki so neposredno uporabni za prevajalce in prevajalske agencije, saj lahko z njihovo pomočjo identificirajo dvojezične termine, ki jih nato uporabljajo v prevodih. CLARIN.SI je potencialno koristen tudi za podporo poučevanju jezika in za uporabo jezika oseb s posebnimi potrebami. Podjetja, ki se ukvarjajo z informacijskimi tehnologijami, uporabljajo vire, ki dopuščajo tudi komercialno uporabo in s pomočjo katerih lahko razvijajo svoje rešitve za obdelavo slovenskih besedil. Neposredno lahko uporabljajo tudi programe, dostopne na virtualni organizaciji CLARIN na platformi GitHub.

Finančni vidik

Sofinanciranje CLARIN.SI se je začelo leta 2013. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 100.000 evrov, članarina za CLARIN ERIC pa okoli 14.000 evrov letno. CLARIN je tudi pridobil sredstva Evropske kohezijske politike v okviru RI-SI-CLARIN v višini 466.000 evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno raziskovalno infrastrukturo znašajo skupaj okoli 1,1 mio evrov.

Za obdobje do leta 2030 je za dolgoročno vzdržno delovanje in raziskovalno-razvojno delo CLARIN.SI ocenjen znesek v višini do 250.000 evrov letno.

2.2.1.3 DARIAH



Digital Research Infrastructure for the Arts and Humanities / Digitalna raziskovalna infrastruktura za umetnost in humanistiko

www.dariah.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. Slovenija je v projektu DARIAH sodelovala od samega začetka priprave projekta (2008), tudi pri pripravi ustanovitvenih dokumentov in strateških usmeritev delovanja in financiranja DARIAH ERIC. Memorandum o soglasju je podpisala 28. 2. 2011, pristopno pismo za DARIAH ERIC pa poslala 4. 10. 2013. Od vzpostavitve DARIAH ERIC, dne 6. 8. 2014, v tej raziskovalni infrastrukturi sodeluje kot ustanovna in polnopravna članica. 3. 9. 2018 je članstvo podaljšala za naslednje petletno obdobje 2019–2024. Slovenija sodeluje v aktivnostih DARIAH prek Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti (ZRC SAZU) in Inštituta za novejšo zgodovino (INZ), ki tudi koordinira delovanje DARIAH pri nas.

Opis infrastrukture

DARIAH je prva digitalna raziskovalna infrastruktura na področju humanistike in umetnosti v Evropi, ki omogoča in spodbuja primerjalne mednarodne in meddisciplinarne digitalne raziskave ter prosti dostop do raziskovalnih podatkov, orodij in rezultatov. DARIAH povezuje in razvija najsodobnejša digitalnohumanistična znanja in metode ter analitična in interpretativna orodja za delo z digitalnimi zbirkami raziskovalnih podatkov (npr. rokopisov, tiskanih besedil, ustnih in slikovnih gradiv) posameznih članic ter njihove rezultate nadgrajuje v skladu z vseevropskimi potrebami. DARIAH vzdržuje že vzpostavljene dobre prakse ter vzpostavlja nove metodološke in tehnične pristope k raziskovanju kulturne dediščine. Digitalna humanistika ne pomeni le oblikovanje digitaliziranih zbirk raziskovalnih podatkov, temveč z naprednimi načini strukturiranja in organiziranja znanja omogoča nove povezave med njimi ter s tem preoblikuje analitične kontekste in metodologije raziskovanja.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Vključitev v DARIAH omogoča poenotenje nacionalne digitalne raziskovalne infrastrukture za humanistiko in umetnost (DARIAH-SI), prenos evropskih standardov in smernic v nacionalni prostor ter sodelovanje pri usklajevanju in implementaciji standardov ter prosti dostop na področju digitalne humanistike na nacionalni in evropski ravni. Omogoča tudi integracijo in nadgrajevanje storitev, ki odpirajo delo raziskovalcev, te izboljšuje raziskovalne metode in spodbuja uporabo novih tehnologij. DARIAH-SI razvija, vzdržuje in upravlja infrastrukturo, ki predstavlja osnovno podporo raziskovalnim praksam, utemeljenim na digitalnih tehnologijah. V sodelovanju z že obstoječimi znanstvenoraziskovalnimi skupnostmi in dobrimi praksami DARIAH povezuje posamezne aktivnosti na področju digitalne humanistike po vsej Evropi. Iz tega sodelovanja nastajajo novi znanstveni rezultati, ki jih nacionalna DARIAH-SI s svojimi aktivnostmi ohranja, ponuja prosti dostop do njih ter omogoča njihovo diseminacijo in ponovno uporabo. Pri tem je poseben poudarek namenjen uvajanju mednarodnih uveljavljenih praks, predvsem pa metodološkimi in tehničnim standardom v nacionalno okolje. Na nacionalni ravni je pomembna tudi vzpostavitev povezav s konzorcijema CLARIN ERIC in CESSDA ERIC, ki obetata skupno implementacijo standardov za zapis raziskovalnih podatkov ter trajen in stabilen dostop do njih.

Ciljna skupina uporabnikov DARIAH-SI so raziskovalci in drugi strokovnjaki, ki delujejo na področju humanistike, umetnosti in družboslovja. DARIAH-SI ponuja tako njim kot tudi informacijsko-tehnološkim podjetjem podporo v obliki raznovrstnih raziskovalnih podatkov, spletnih servisov in orodij, primernih za uporabo v raziskovalnem in širšem okolju ter opismenjevanje za digitalno humanistiko. To zagotavlja z odprtimi licencami, omogočanjem dostopa do virov in orodij na platformah GitHub in GitLab ter z razvojem učnih gradiv. Raziskave na področju umetnosti in humanistike je treba povezati z najsodobnejšimi tehnologijami ter jih s tem postaviti v središče tehnološko se razvijajoče družbe znanja. DARIAH-SI vzdržuje portal Zgodovina Slovenije – SIstory, ki vključuje digitalno knjižnico in repozitorij digitalnih objektov (trenutno čez 50.000), večinoma s področja kulturne in znanstvene dediščine ter

različne baze podatkov in orodje za transkribiranje historičnih demografskih podatkov. Zaradi vse bolj specifičnih potreb raziskovalcev in raziskovalnih skupin s področja digitalne humanistike po digitalnih izdajah, ki bi bile čim bolj prilagojene njihovim raziskovalnim potrebam, je bil vzpostavljen repozitorij SI-DIH. Hkrati vzdržuje virtualni muzej, repozitorij zbirk in gradiv ARZENAL. S sofinanciranjem Jezikoslovne svetovalnice in portala Fran omogoča dostop do slovarskih informacij čim širšemu krogu uporabnikov. Za dolgotrajno in varno hrambo digitalizirane kulturne dediščine in raziskovalnih podatkov uporablja odprtokodno aplikacijo Archivematica. Z zagotavljanjem založniške elektronske arhitekture (Open Journal Systems, Open Monograph Press) pomaga znanstvenim založbam pri vzpostavljanju odprtega dostopa do znanstvenih revij (leta 2020 19 revijam in več kot 700 znanstvenim monografijam). DARIAH-SI sofinancira zbiranje, obdelavo, označevanje, povezovanje in vizualizacijo različnih zbirk raziskovalnih podatkov (mdr. Arheološki kataster Slovenije, Elektronske znanstveno kritične izdaje slovenskega slovstva, Enciklopedija naravne in kulturne dediščine Slovenije, Historični popisi prebivalstva Slovenije, Slovenska historična topografija, Slovenski parlamentarni korpus, Žrtve prve in druge svetovne vojne).

Sodelovanje v DARIAH ERIC omogoča redne predstavitve dosežkov na mednarodnih konferencah, delavnicah in drugih dogodkih, ki jih organizirajo v okviru DARIAH in drugih sorodnih evropskih infrastruktur (CLARIN, OPERAS) ter projektov (SSHOC). Na nacionalni ravni tako podpira: (i) akademsko dejavnost: spoznavanje avtorsko-pravnih vidikov v digitalni dobi, tehnoloških rešitev znanstvenega komuniciranja in publiciranja, odprti dostop do raziskovalnih podatkov, promocijo odprte znanosti ter (ii) izobraževalno-pedagoško dejavnost: organizacijo poletnih šol za študente in nove generacije raziskovalcev humanističnih disciplin, sodelovanje s profesorji in študenti pri različnih projektih (npr. obdelava korpusa zapisnikov sej Skupščine Republike Slovenije (1990–1992), vzpostavitev projekta digitalizacije slovenskega pravnega izročila, izvedba delovne prakse osnovnega opismenjevanja na področju digitalne humanistike).

DARIAH-SI je s trajno hrambo in produkcijo digitaliziranega in digitalnega arhivskega gradiva vpeta tudi v širše civilnodružbeno dogajanje, kot je zagotavljanje brezplačne infrastrukturne podpore vladnim službam in nevladnim pobudam. Z digitalizacijo, znakovno prepoznavo, analizo in objavo korpusa stenografskih zapisnikov je DARIAH-SI omogočil dostop do gradiva Državnega zbora, ki je del informacij javnega značaja. Na splošno s svojimi orodji in podatkovnimi viri pomaga tudi gospodarski dejavnosti predvsem na področju publicistike, prevajalstva in turizma ter pri oblikovanju politik, na primer na področju ravnanja z odpadki in spodbujanja ekovožnje.

Finančni vidik

Sofinanciranje DARIAH-SI se je začelo leta 2011. Zadnji letni znesek nacionalnega sofinanciranja je znašal 185.000 evrov, letna članarina za DARIAH ERIC pa okoli 3.000 evrov v denarju, kar predstavlja 10 % celotne članarine. Preostanek se poračunava v stvarnih vložkih, ki se dokazujejo s tekočimi dejavnostmi v okviru raziskovalne infrastrukture. DARIAH-SI je za nakup opreme pridobil sredstva Evropske kohezijske politike v okviru RI-SI-DARIAH v višini 98.000 evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno raziskovalno infrastrukturo znašajo skupaj okoli 2,3 mio evrov, od tega je konzorcijski partner ZRC SAZU prejel približno 30 %, nacionalni koordinatorski Inštitut za novejšo zgodovino pa 50 % za namene SIstory: zgodovina Slovenije in 20 % za SI-DIH (portal slovenske digitalne humanistike).

V obdobju do leta 2030 so za dolgoročno vzdržno delovanje in infrastrukturno-razvojno delo DARIAH-SI stroški ocenjeni na okoli 350.000 evrov letno, kar vključuje vodenje infrastrukture, tehnično in vsebinsko podporo, razvoj novih metod in tehnologij ter diseminacijske in izobraževalne dejavnosti. To predpostavlja tudi nujno razširitev delovanja na nova raziskovalna področja in vključitev novih partnerjev.

2.2.1.4 ESS



European Social Survey / Evropska družboslovna raziskava

www.europeansocialsurvey.org

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRR1 2011. Slovenija je s podpisom memoranduma o soglasju 23. 2. 2011 od samega začetka sodelovala pri pripravi ustanovitvenih dokumentov in strateških usmeritev delovanja in financiranja ESS ERIC. Pristopno pismo za ESS ERIC je poslala 26. 4. 2013, od njegove vzpostavitve, dne 22. 11. 2013, pa sodeluje v tej raziskovalni infrastrukturi kot ustanovna in polnopravna članica. Sam projekt ESS se izvaja že od leta 2001. Prek Centra za raziskovanje javnega mnenja in množičnih komunikacij v okviru Fakultete za družbene vede Univerze v Ljubljani (CJMMK FDV UL) je Slovenija vključena vanj že od začetka, od leta 2004 je ta slovenska institucija tudi član vodstvenega konzorcija in je tako ena od sedmih vodstvenih partneric projekta. V tem okviru sodelavci FDV UL izvajajo ustrezne raziskovalne in upravljalvske aktivnosti, za katere so v okviru projekta zadolženi (sodelovanje pri vodenju konzorcija, načrtovanje komunikacijske strategije, bibliografski monitoring, koordinacija, načrtovanje aktivnosti in podpora različnim nacionalnim timom).

Opis infrastrukture

ESS je najmlajša med velikimi primerjalnimi družboslovnimi anketami splošnega tipa, namenjena pa je analizam družbenih trendov in usmerjanju družbenih sistemov. Njena najbolj prepoznavna značilnost so visoke zahteve glede kakovosti vseh vidikov priprave in izvedbe raziskovalnega postopka. S ponavljajočimi meritvami ustvarja časovno vrsto mednarodno primerljivih družboslovnih kazalnikov, pri čemer je vsebina anket ESS splošna in hkrati disciplinarno raznolika. Njeni znanstveni in upravljalvske uporabniki prihajajo s področij sociologije, politologije, ekonomije, psihologije, demografije, javnega zdravstva, kriminologije okoljskih študij ipd. Program na različnih področjih kontinuirano zagotavlja podatkovne vire za znanstveno ugotavljanje dinamike socialne klime, stališč in vrednot v primerjalni perspektivi več kot 30 evropskih držav. Obstaja soglasje glede tega, da je metodologija raziskave ESS dosegla najvišjo raven standardizacije v primerjalnem družboslovnem raziskovanju splošnega tipa, kar je bila ena ključnih vizij pri zasnovi projekta, katerega strateški cilji so: 1. zbiranje zanesljivih podatkov za merjenje trendov stališč in vrednot prebivalstva Evrope, 2. preseganje zakoreninjenih ovir pri primerljivosti podatkov mednarodnih raziskav, 3. zagotavljanje zanesljivih kazalcev stališč, 4. usposabljanje družboslovcev za primerjalno raziskovanje na najvišji ravni. Slovenija je ena uspešnejših držav pri doseganju zahtevnih metodoloških ciljev pri izvedbi raziskave.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Globalno gledano je projekt ESS do zdaj predstavljal vir kakovostnih primerjalnih podatkov za več kot 170.000 uporabnikov po svetu in več kot 4.700 v Sloveniji, pri čemer se Slovenija *per capita* celo uvršča na prvo mesto med državami po številu uporabnikov baz podatkov. Prek partnerstva FDV UL v mednarodnem vodstvenem konzorciju, ki ga sestavlja šest držav, ima tudi prepoznavno vlogo tako pri koordinaciji projekta kot pri razvoju novih metodoloških praks (mednarodne spletne ankete, »mixed mode« itd.). V znanstvenem pomenu je najpomembnejši vidik gotovo analitični, saj prek datotek ESS raziskovalci, predavatelji in študentje v Sloveniji dobijo dostop do primerjalnih družbenih kazalnikov, ki omogočajo preverjanje znanstvenih hipotez na številnih področjih v mednarodnem in tudi v medčasovnem okviru. Poleg vsebinskih koristi je pomen raziskave ESS v Sloveniji tudi v pospeševanju pretoka metodološkega znanja v pedagoško sfero, saj raven obvladovanja zahtevnejših metod statistične obdelave podatkov v slovenskem družboslovju še ni optimalna. Prenos znanja poteka prek rednega študijskega programa, metodoloških seminarjev, znanstvenih in strokovnih srečanj, spletnih delavnic, individualnih izmenjav in številnih znanstvenih publikacij, saj je ESS ERIC vzpostavil široko mrežo metodoloških strokovnjakov za prenos znanja v širši raziskovalni prostor. Tako so raziskovalci FDV (UL) kot partnerji v ESS ERIC prek povezanih EU projektov ESSi, DACE, SERISS organizirali 19 metodoloških delavnic, na katerih je skupno sodelovalo 730 udeležencev z vsega sveta.

Ključni znanstveni prispevek projekta ESS ERIC je na eni strani kvalitativni preskok v razvoju primerjalne družboslovne metodologije, po drugi strani pa odprt, pravočasen in uporabnikom prijazen dostop do mednarodno primerljivih kazalnikov družbene dinamike evropskih družb, tako anketnih mikropodatkov same ESS kot repozitorija primerljivih makrokazalnikov sodelujočih držav za večnivojsko modeliranje družbenih procesov. Kot omenjeno, je akademski profil uporabnikov zelo raznolik, v Sloveniji neposredno ali posredno uporablja podatke ESS večje število raziskovalnih programov in projektov na različnih družboslovnih in interdisciplinarnih področjih in podpodročjih. Kazalnik velike sprejetosti raziskave ESS med akademskimi uporabniki je tudi število znanstvenih objav, saj mednarodna bibliografija ESS obsega prek 6.000 enot, pri čemer je v veliki večini (70 %) znanstvenih objav komparativno prisotna tudi Slovenija, kar je z vidika analize in umestitve naše države v širši evropski prostor izjemno pomembno. Nekatera značilna področja analize in razvoja teorij so imigracije, politika

in demokratični sistem, blaginjski sistem, konflikt delo – družina, subjektivna blaginja, trg dela, družbene neenakosti, javno zdravje, podnebne spremembe idr.

Slovenski partner ESS ERIC je povezan tudi v vrsto mednarodnih projektov: ESS SUSTAIN (zbiranje in analiza informacij o številu in vrsti uporabnikov) in SERISS – CRONOS (iskanje rešitev za razvoj finančno učinkovitih in metodološko ustreznih načinov spletnega anketiranja za podporo Evropski komisiji in državam članicam). V kontekstu širšega povezovanja je treba omeniti še mednarodno raziskovalno infrastrukturo CESSDA, EVS (WVS) in ISSP, ki so v primeru Slovenije še zlasti izrazito povezani s projektom ESS ERIC. Pod okriljem ESS potekajo tudi številne pilotne raziskave in metodološki eksperimenti, ki odpirajo nove pristope in vzpostavljajo nova raziskovalna orodja, ki jih sčasoma prevzemajo in uveljavljajo tudi druge raziskovalne infrastrukture (od tega imajo koristi še mnoge nacionalne raziskave).

Kot omenjeno, je v Sloveniji izrazito močno razširjena uporaba podatkov in spletnih pedagoških orodij ESS v sferi izobraževanja. Gre zlasti za različne študijske programe, ki se ukvarjajo z dinamiko stališč, vrednot in vedenjskih praks znotraj sodobnih evropskih družb po eni strani ter spoznavanjem sodobnih orodij in metod raziskovanja po drugi. Konkretna raba se kaže v izvedbah več predmetov dodiplomskega in podiplomskega študija, ki večinoma temeljijo na podatkih ESS, kot tudi v številnih raziskovalnih nalogah, diplomah ter magistrskih in doktorskih delih. Gre za pomemben vsebinski prispevek k zalogi znanja nove generacije družboslovcev, pri čemer se vzpostavljajo tudi višji standardi kakovosti obdelave podatkov, ki jih bodo nove generacije analitikov prenesle na svoja delovna področja.

Ko gre za širše javne družbene koristi, vsebina raziskav ESS omogoča spremljanje družbenih trendov številnih pomembnih družbenih podsistemov, kot so blaginja, zdravje, šolstvo, ekonomija, neenakosti, okolje, vrednote, demokracija, manjšine, s čimer odločevalcem omogoča kakovostno podporo z mednarodno primerljivimi podatki. V analizi publicistike ESS je področje resornih politik vse pogostejše omenjeno kot tisto, ki svoje ukrepe in aktivnosti naslanja na izsledke družboslovnih raziskav. Med širše družbene učinke projekta lahko štejemo možnosti boljšega vodenja in upravljanja, saj so med pomembnimi pričakovanimi uporabniki izsledkov tudi nosilci različnih resornih politik, katerih cilj je zagotavljati ustrezno strategijo razvoja in konkurenčnost Slovenije. Kazalniki časovne serije ESS so tudi pomembna empirična podlaga za sledenje dinamiki kakovosti in zadovoljstva z življenjem, tudi v kontekstu primerjav z drugimi evropskimi družbami.

Poleg javnih institucij so znanja in podatkovne baze ESS relevantne tudi za raziskovalce iz zasebnega sektorja, saj analize posameznih podskupin odpirajo možnosti slovenskemu gospodarstvu, predvsem specializiranim podjetjem, katerih dejavnost pokriva specifične potrebe prebivalstva (npr. starejši, družine z otroki, posebne poklicne skupine). Podatki in metodološka znanja so uporabni tudi na področjih analize trga, oglaševanja, analize kadrovskega potenciala in analize vedenjskih navad za potrebe različnih analitičnih oddelkov v različnih gospodarskih panogah. Po zaslugi tovrstne infrastrukture lahko vsi uporabniki prosto dostopajo do kakovostnih mednarodnih podatkovnih zbirk, za katere bi v lastni režiji porabili ogromne resurse.

Finančni vidik

Sofinanciranje raziskovalnih dejavnosti ESS se je začelo leta 2011. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 165.000 evrov, letna članarina za ESS ERIC pa okoli 23.000 evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno raziskovalno infrastrukturo znašajo skupaj okoli 1,5 mio evrov.

Za obdobje do leta 2030 so stroški za nacionalne dejavnosti ESS ocenjeni na okoli 180.000 evrov letno, pri čemer gre zlasti za strošek izvedbe terenskega dela raziskave, od tega bi potrebovali 3,8 FTE letno za strokovno raziskovalno delo. Stanje tehnične opremljenosti je zadovoljivo, večji del opreme je bil v zadnjih dveh letih že posodobljen, kar pomeni, da dodatna sredstva za tehnično nadgradnjo srednjeročno niso potrebna.

2.2.1.5 SHARE



Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe / Raziskava o zdravju, staranju in upokojevanju v Evropi

www.share-project.org

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. SHARE-ERIC predstavlja nadgradnjo projekta SHARE in je prva mednarodna raziskovalna infrastruktura iz ESFRI Roadmap, ki je bila 17. marca 2011 vzpostavljena v skladu z Uredbo Sveta (ES) št. 723/2009 o pravnem okviru Skupnosti za Konzorcij Evropske raziskovalne infrastrukture (ERIC). Slovenija je poslala pristopno pismo 29. 5. 2013 in postala polnopravna članica SHARE-ERIC v septembru 2013, prek Inštituta za ekonomska raziskovanja, Ljubljana (IER), pa je v dejavnosti SHARE aktivno vključena že od leta 2008. IER kot nosilna znanstvena partnerska institucija vodi aktivnosti tudi v SHARE-ERIC. Slovenija se je pridružila v četrtem valu anketiranja (gre za periodične dveletne tematske priprave in izvedbe terenske raziskave). Trenutno poteka izredna telefonska anketa SHARE, poimenovana SHARE COVID-19 ali CATI (drugi val), ki pokriva ista področja kot redni vprašalnik SHARE, vendar je krajša in se osredotoča na neposredne učinke epidemije covid-19 na življenje anketirancev, zlasti kako se starejši spopadajo z zdravstvenimi in socialno-ekonomskimi posledicami covid-19.

Opis infrastrukture

SHARE je mednarodna multidisciplinarna longitudinalna raziskava, ki ugotavlja ekonomske, zdravstvene in socialnoekonomske razmere prebivalstva, starejšega od 50 let. Kot edinstvena raziskovalna infrastruktura v svetu temelji na predhodni harmonizaciji vprašalnika med državami, kar omogoča primerjavo med učinki različnih sistemov državne blaginje (kot so pokojninski in zdravstveni sistem) na blagostanje, zdravje, ekonomski status, upokojevanje in socialno vključenost starejšega prebivalstva. V okviru te raziskave je bilo do zdaj izvedenih sedem valov zbiranja podatkov v letih: 2004, 2006, 2010, 2013, 2015, 2017, 2019, ter en val retrospektive življenjske zgodovine v letu 2008 in v letu 2017, in sicer za države, ki so se raziskavi priključile po letu 2008. Zbrani podatki so brezplačno na voljo mednarodni znanstveni skupnosti in obsegajo več kot 140.000 posameznikov (opravljenih je bilo približno 480.000 intervjujev) iz 27 evropskih držav in Izraela. V začetku leta 2021 je infrastrukturo SHARE uporabljalo že več kot 12.000 znanstvenikov in drugih uporabnikov z vsega sveta in med njimi jih je bilo 169 slovenskih. S tako zbranimi podatki lahko ugotovljamo vzročnost oziroma lahko analiziramo učinke reform na številnih področjih, ki dejansko potekajo v državah EU ter predstavljajo nekakšen naraven laboratorij za proučevanje posledic posameznih ukrepov na obnašanje in blagostanje prebivalcev.

Strogo določene smernice in postopki izvajanja raziskave zagotavljajo mednarodno primerljive raziskovalne rezultate. SHARE je harmoniziran z ameriško raziskavo o zdravju in upokojevanju (HRS) in angleško longitudinalno raziskavo staranja (ELSA) ter zgled za razvoj številnih raziskav o staranju po svetu, kot so na primer CHARLS na Kitajskem, KLoSA v Koreji, LASI v Indiji, JSTAR na Japonskem, ELSI v Braziliji in MHAS v Mehiki. Ključna znanstvena moč raziskave SHARE je njen panelni pristop, s katerim lahko zajamemo dinamiko procesa staranja, in interdisciplinarnost. Z izgrajevanjem infrastrukture mikropodatkov postavlja znanstveno podlago za empirično raziskovanje procesa staranja številnim vedam: demografiji, ekonomiji, medicini, gerontologiji in sociologiji. Hkrati načrtovalcem javnih politik omogoča s podatki podprto načrtovanje ustreznih politik in reform na številnih področjih, ki jih proces staranja prizadene: pokojninski sistem, sistem zdravstva in dolgotrajne oskrbe, trg dela, socialno skrbstvo in socialna politika ter stanovanjsko področje.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Slovenija je ena od držav, ki je izpostavljena procesu staranja prebivalstva in njegovim različnim posledicam, vključno tudi finančni nevzdržnosti sistema javnih financ. Soočamo se z nujnimi ključnimi strukturnimi reformami pokojninskega sistema, zdravstva, dolgotrajne nege, socialnih transferjev, izobraževanja in trga dela. Za izvedbo potrebujemo kakovostno analitsko podprte strategije in ukrepe, ki temeljijo na medsebojno usklajenih podatkih. Take podatke omogoča podatkovna baza

infrastrukturnega projekta SHARE. Sodelovanje v SHARE nam po eni strani omogoča prevzemanje znanja in izkušenj mednarodnega bazena izkušenih raziskovalcev iz dosedanjega delovanja projekta, po drugi strani pa pomaga identificirati nove poslovne priložnosti za slovensko gospodarstvo. Koristi za Slovenijo so povezane z vprašanji, ki spremljajo staranje prebivalstva, ki je za Evropo prepoznano kot eden od velikih izzivov 21. stoletja. Sodelovanje je most do številnih odličnih znanstvenikov in znanstvenih ustanov v Evropi. Raziskovalcem omogoča brezplačen dostop do vseh podatkov raziskave. Raziskovalna skupina na IER je razvila tehnično podporo vsem, ki so začeli uporabljati podatke SHARE. Urejeni podatki so na voljo zainteresirani javnosti. Vključitvi v SHARE so sledile nove mednarodne znanstvene objave in prizadevanja raziskovalne skupine IER za promocijo uporabe podatkov SHARE. Z nadaljnjim sodelovanjem v raziskavi si bo Slovenija zagotovila možnost vzpostavitve panela, ki bo spremljal staranje posameznikov in odzive na spremenjene družbene in ekonomske razmere. Zagotovilo bo podatke za kvalitetno analitsko podporo oblikovalcem javnih politik.

V obdobju 2011–2020 je bilo uresničenih več ciljev nacionalnega dela projekta: uspešno so bili izvedeni vsi dosednji valovi raziskave, slovenski vzorec je bil povečan z začetnih okrog 3.000 na več kot 5.000 posameznikov, tako je bilo omogočeno domači in mednarodni raziskovalni skupnosti vključevanje Slovenije v posamezne analize in primerjavo z vsemi drugimi sodelujočimi državami, zagotovljeno je bilo sodelovanje s številnimi odličnimi znanstveniki in znanstvenimi ustanovami v Evropi in širše, število uporabnikov podatkov SHARE pri nas se postopno povečuje in Slovenijo z 81 uporabniki na milijon prebivalcev uvršča na 2. mesto med državami SHARE, takoj za Luksemburgom (za primerjavo: Avstrija 43, Nemčija 25, Češka 22, Italija 11), podatke SHARE v Sloveniji uporabljajo raziskovalci z vseh naših univerz in še z 19 drugih organizacij, podatki SHARE se uporabljajo tako za znanstvene namene kot tudi pri pripravi analitičnih in strokovnih podlag za strateške dokumente na področju sistemov socialne varnosti.

Temeljna področja, ki zadevajo razvojnoraziskovalno delo v projektu, so zdravje, dolgotrajna oskrba, trg dela in pokojnine ter inovativne metodološke rešitve. Slovenska usmeritev je nasloviti odprta vprašanja in odpirati možnosti nadaljnjega raziskovanja z uporabo obstoječih metodoloških pristopov ali razvojem lastnih. Na tej podlagi je nastalo sodelovanje z vodilnimi domačimi raziskovalci na omenjenih vsebinskih področjih in več vrhunskih znanstvenih publikacij, več predstavitev na vodilnih domačih in mednarodnih konferencah in seminarjih ter objave člankov v vrhunskih znanstvenih publikacijah. Podatki SHARE so bili uporabljeni v več diplomskih, magistrskih in doktorskih nalogah in pri poučevanju na fakultetah, okrepljeno je mednarodno sodelovanje.

Slovenski sodelavci raziskave SHARE so zelo dejavni na področju razširjanja znanja in izobraževanja. Na pobudo slovenske ekipe SHARE je postal mednarodni blog SHARE pomembno orodje pri seznanjanju javnosti z rezultati raziskav s podatki SHARE. Na podlagi podatkov SHARE se generirajo statistični podatki in opisne statistike tudi za širšo javnost: o staranju slovenskega prebivalstva, o osnovnih zdravstvenih pokazateljih, uporabi zdravstvenih storitev, izdatkih starejših za zdravstvo, merah oviranosti, dolgotrajni oskrbi, socialni izključenosti, trgu dela starejših, pokojninah idr. Podatki SHARE se tudi neposredno uporabljajo pri poučevanju, na primer Medicinska fakulteta UL (easySHARE).

Infrastruktura SHARE se v Sloveniji intenzivno uporablja tudi pri pripravi analitičnih podlag in več strateških dokumentov, ki so podlaga za oblikovanje ustreznih ukrepov na področju sistemov socialne varnosti: med drugim pri pripravi strokovnih podlag za reformo dolgotrajne oskrbe in zdravstva, pri pripravi bele knjige o pokojninah kot strokovni podlagi za reformo pokojninskega sistema, strokovnega dokumenta Starejši in trg dela v Sloveniji ter njegovega akcijskega načrta, v poročilu Demografske spremembe ter njihove ekonomske in socialne posledice, v Poročilu o razvoju 2020, Strategiji dolgožive družbe idr.

Finančni vidik

Sofinanciranje raziskovalnih dejavnosti SHARE-ERIC se je začelo leta 2011. Skupni stroški zadnjega dvoletnega vala izvajanja raziskave SHARE, ki krijejo vzorec okoli 5.000 anketirancev, znašajo 654.000 evrov, od tega izvedba anketiranja na terenu 444.000 evrov, preostalo pa so stroški koordinacije IER, to je 105.000 evrov letno. Stroški letne članarine so okoli 20.000 evrov letno. Dosedanja vlaganja v nacionalno raziskovalno infrastrukturo znašajo skupaj okoli 3,6 mio evrov.

Za obdobje do leta 2030 se v okviru SHARE načrtuje izvedbo dodatnih petih dvoletnih valov, katerih bodo stroški podobni stroškom izvedbe v zadnjem obdobju. Predvidena je tudi posodobitev računalniške opreme v vrednosti okoli 15.000 evrov.

2.2.2 Naravoslovne znanosti in inženirstvo

2.2.2.1 Belle 2



www.bell2.org

Status

Projekt je bil uvrščen na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011 in ni projekt ESFRI. Med nosilci ključnih aktivnosti v projektu Belle II je že od samega začetka slovenska raziskovalna skupina s sedežem na Institutu Jožef Stefan (IJS).

Opis infrastrukture

Detektor Belle na trkalniku elektronov in pozitronov KEKB v Tsukubi na Japonskem, eden najuspešnejših projektov vseh časov v fiziki osnovnih delcev (odločilen prispevek k Nobelovi nagradi 2008, več kot 500 člankov v vrhunskih revijah z več kot dvajset tisoč citati), je prenehal zajemati podatke v letu 2010. Tej fazi je sledila priprava nadgrajene različice Belle II, ki je začela z meritvami spomladi 2018. Z nadgrajeno raziskovalno infrastrukturo Belle II se bo bistveno izboljšala natančnost meritev, ki jo bo ta omogočala z izboljšavo detektorskih zmogljivosti in tudi z bistvenim povečanjem velikosti zabeleženega vzorca. S prenovljenim pospeševalnikom se bo število reakcij povečalo za faktor 40. V desetih letih delovanja se pričakuje, da bodo za faktor 50 povečali vzorec zaznanih mezonov B, kar bo omogočalo študij zelo redkih procesov z do zdaj nedoseženo natančnostjo. Glavni namen meritev je identifikacija do zdaj neznanih delcev in procesov, ki jih popularno imenujemo »nova fizika«.

Ob prenovitvi pospeševalnika je bilo treba temeljito izboljšati tudi detektor Belle II, da bo omogočal učinkovito zajemanje podatkov pri povečanih pogostostih reakcij in v okolju z bistveno povečano stopnjo ozadja. Pri nadgradnji raziskovalne infrastrukture Belle II v skupni vrednosti okoli 400 mio evrov (od tega približno 300 mio evrov nadgradnja pospeševalnika, ki ga financira izključno gostiteljica Japonska), so odločilni prispevki raziskovalnih institucij iz skupaj 25 sodelujočih držav (med njimi Japonska, ZDA, Kanada, Nemčija, Italija, Francija, Rusija, Avstralija, Avstrija, Češka, Poljska, Kitajska, Južna Koreja in Slovenija, skupno s skoraj tisoč raziskovalci). V tem delu projekta je tudi osrednja vloga slovenskih raziskovalcev, ki so odgovorni za načrtovanje in pripravo dveh detektorskih sklopov za identifikacijo nabitih delcev (detektorja TOP in ARICH), za analizo podatkov, zbranih s tema detektorjema, in za razvoj novih metod za študij redkih razpadov mezonov B in D ter za koordinacijo priprave celotnega detektorja (slovenski koordinator je od leta 2013 član izvršnega odbora, od julija 2015 pa tehnični koordinator izgradnje detektorja). Pri pripravi projekta Belle II so imeli ključno vlogo tako pri vodstvu raziskovalne skupine (vodja projekta 2008–2013, koordinator priprave detektorja od leta 2015, koordinator fizikalnega programa 2009–2013, vodja enega od detektorskih podsistemov spektrometra Belle II od leta 2009) kot tudi pri pripravi novih detekcijskih metod in metod za analizo zbranih podatkov.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

S kombinacijo eksperimentalnih pristopov na meji dosegljivih energij (CERN in LHC) ter na meji dosegljive natančnosti (KEK in Belle II) bo mogoče odkriti in tudi identificirati nove vrste delcev in oblikovati teorije, ki bi v koreninah spremenile razumevanje osnovnih sil v naravi. Odkritje morebitnih novih procesov v fiziki osnovnih delcev bi imelo revolucionaren vpliv na razvoj znanosti. Glede na ključno vlogo slovenskih raziskovalcev v projektu je korist poleg izjemnega znanstvenega dosežka tudi vpliv na položaj in ugled Slovenije v svetu. Z ekspertizo in dosežki so se ob projektu Belle in Belle II slovenski raziskovalci uveljavili kot vodilni svetovni strokovnjaki za posamezna področja fizike težkih kvarkov ter na področju visokotehnoloških detektorjev Čerenkovega sevanja.

Delo pri projektu je bilo v obdobju 2011–2018 usmerjeno predvsem v pripravo in izgradnjo detektorja Belle II, kot slovenski prispevek v naravi. Vzporedno s sodelovanjem pri pripravi novega pospeševalnika in detektorja je potekala analiza eksperimentalnih podatkov, ki so bili zbrani s prejšnjo različico detektorja. Slovenski raziskovalci so v zadnji desetih letih sodelovali pri 270 člankih o rezultatih teh raziskav, članki so bili citirani 11.000-krat. Med najpomembnejše rezultate spadajo natančne potrditve modela Kobayashi-Maskawa, ki opisuje asimetrijo med delci in antidelci, odkritje nove vrste hadronov, sestavljenih iz štirih kvarkov, ter vrsta meritev, ki kažejo morebitna odstopanja med teorijo standardnega

modela in merskimi rezultati. Med slednjimi je treba omeniti predvsem možnost kršitve t. i. univerzalnosti leptonov. V letu 2018 je bil dosežen eden ključnih vmesnih ciljev projekta, to je dokončanje priprave detektorja Čerenkovih obročev z aerogelom kot sevalcem (angl. ARICH, Aerogel Ring Imaging Cherenkov). V istem letu so nadaljevali pripravo detektorja TOP za identifikacijo nabitih delcev v sodčastem delu spektrometra in ga uspešno uporabili v prvih meritvah razpadov mezonov B. V letu 2019 so nato oba sklopa uspešno povezali s preostalim delom spektrometra in začeli zajemati podatke s celotnim sistemom. Razvoj in testiranje novih detektorjev sta prav tako naletela na velik odziv v strokovni javnosti; v osrednjih revijah za instrumentacijo v fiziki delcev so v tem času objavili 37 člankov. Pomembnost teh raziskav kaže pridobitev projekta Evropskega raziskovalnega sklada za uveljavljene raziskovalce (angl. ERC advanced grant), ki ga je za raziskave z detektorjem Belle II v letošnjem letu dobila skupina slovenskih raziskovalcev.

Raziskovalci na projektu so vključeni tudi v delo s študenti kot predavatelji, asistenti in mentorji na Univerzi v Ljubljani in na Univerzi v Mariboru ter v pripravo kurzov na mednarodnih podiplomskih šolah. Neposreden rezultat raziskav na tej raziskovalni infrastrukturi je osem odmevnih doktoratov. Sodelovali so na številnih mednarodnih seminarjih in poletnih šolah ter v doktorskih komisijah na tujih izobraževalnih ustanovah.

Prestžna vloga, ki jo imajo slovenski raziskovalci v projektu, je pomagala tudi pri uveljavljanju slovenske visokotehnološke industrije pri iskanju tehnoloških rešitev in pripravi sestavnih delov za eksperimentalne aparature (KENS, d. o. o., Prebold) ter pri opremljanju pospeševalnika SuperKEKB (Cosylab, d. d., Ljubljana, in Instrumentation Technologies, d. d., Solkan). Pripadajoča čitalna elektronika je bila razvita, testirana in pripravljena za proizvodnjo v sodelovanju s firmo Kens, d. o. o., iz Prebolda, ki je bila tudi proizvajalec vseh petstotih tiskanih vezij, ki smo jih vgradili v detektor. Pomemben prispevek je tudi vzgoja kadrov, ki se po končanem doktoratu ali magisteriju zaposlijo v slovenski industriji in upravi. Med primeri tehnološkega transferja pri fiziki osnovnih delcev je tudi razvoj novih metod za varovanje zdravja, predvsem izboljšave pri slikanju v medicinski diagnostiki (pozitronska tomografija – PET). Mogoči so tudi pomembni prispevki na področju prenosa znanja pri t. i. tehnologijah mreže (angl. grid technology) v računalništvu.

Finančni vidik

Sofinanciranje za aktivnosti v okviru projekta Belle II se je začelo v okviru infrastrukturnega programa IJS na ARRS v letu 2011. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 100.000 evrov, dosedanja vlaganja v okviru projekta pa so skupaj okoli 1,58 mio evrov. V letih 2011–2020 so bila ta sredstva namenjena predvsem kritju stroškov slovenskega prispevka pri gradnji detektorja Belle II.

Za obdobje do leta 2030 se v okviru tega projekta načrtujejo stroški še naprej v višini okoli 100.000 evrov letno. Letni prispevek za delovanje pospeševalnika in detektorja se ni spremenil, pri tem krije stroške pospeševalnika v višini 80 mio evrov še naprej v celoti gostiteljica Japonska, slovenski prispevek pa bo še naprej pri delovanju in načrtovani posodobitvi detektorjev. Načrt za obdobje do leta 2030 vključuje naslednje stopnje: kalibracijo detektorjev ARICH in TOP z uporabo zajetih podatkov, meritve s spektrometrom Belle II, vzdrževanje delovanja detektorjev ARICH, TOP, skrb za zadostne računalniške zmogljivosti, nadgradnja detektorja ARICH in nadgradnja detektorja TOP.

2.2.2.2 CERIC



Central-European Research Infrastructures Consortium / Srednjeevropski konzorcij raziskovalnih infrastruktur

www.ceric-eric.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011 in ni projekt ESFRI. Slovenija je od samega začetka (podpis memoranduma o soglasju 26. 6. 2011 v Bregenzu, Avstrija) sodelovala pri pripravi ustanovitvenih dokumentov ter strateških usmeritev delovanja in financiranja CERIC-ERIC. Pristopno pismo je poslala 29. 11. 2012, od njegove vzpostavitve, 24. 6. 2014, pa sodeluje v tej raziskovalni infrastrukturi kot ustanovna in polnopravna članica. Slovenijo

v CERIC-ERIC zastopa NMR center s Kemijskega inštituta (KI), in sicer je bil izbran na podlagi javnega razpisa in z odločitvijo resornega ministrstva z dne 9. 5. 2012. NMR center podpira znanstveno-tehnično in strateško delovanje CERIC-ERIC, vključno z zagotavljanem dostopa do svojih zmogljivosti (kot prispevek v naravi), hkrati pa deluje tudi kot nacionalni koordinator aktivnosti.

Opis infrastrukture

CERIC-ERIC je osnovan kot povezava obstoječih regionalnih zmogljivosti v srednji Evropi z namenom omogočanja bolj celovite raziskovalno-infrastrukturalne storitve na področjih znanosti o snovi, materialih in ved o življenju. Prvotno ni bila predvidena izgradnja novih ali večja skupna nadgradnja obstoječih zmogljivosti. Vlaganja v nacionalno infrastrukturo, vključno z njeno nadgradnjo, predstavljajo stvarne prispevke partnerskih držav v obliki storitev oziroma dajanja na razpolago že obstoječih raziskovalnih zmogljivosti, načeloma že financiranih iz drugih virov. Pobudo za sodelovanje je dala Italija (Elettra – Sinhrotron Trst) z namenom povezati zmogljivosti v regiji in tudi širše. Poleg Slovenije in gostiteljice Italije v projektu sodelujejo še Avstrija, Hrvaška, Madžarska, Srbija, Češka, Romunija in Poljska. Projekt optimizira uporabo obstoječih zmogljivosti. Z mednarodnim sodelovanjem se povečujeta baza znanja v partnerskih institucijah in njihova prepoznavnost ter znižuje cena uporabe. Vsaka država se je po lastni presoji odločila, katero opremo bo vključila v CERIC-ERIC, presoja znanstvene odličnosti pa je v pristojnosti mednarodnega znanstvenega odbora v okviru CERIC-ERIC. Pomemben element izbora in vključitve posamezne raziskovalne opreme in zmogljivosti je komplementarnost opreme. Slovenija se je zavezala, da bo razvijala in omogočala razvoj NMR spektroskopije za potrebe celotne regije in vseh držav partneric. Države partnerice CERIC-ERIC pričakujejo, da bodo ta razvoj in ustrezna vlaganja na mednarodno primerljivem in konkurenčnem nivoju. CERIC-ERIC letno izvede dva razpisa za dostop do opreme na partnerskih zmogljivostih. Projekti so mednarodno ocenjeni, najboljšim pa sta omogočena dostop do opreme in tudi do ekspertize, ki je ključna pri uporabi opreme in interpretaciji dobljenih rezultatov. Poleg opisanega je za nujne primere omogočen dostop do opreme partnerskih zmogljivosti tudi izven rednih razpisov, in sicer prek t. i. fast-track dostopa. CERIC-ERIC razpolaga z vrhunskim znanjem o materialih, hkrati pa že ima kakovostno znanje tudi na področju ved o življenju. Za soočanje z novimi izzivi biologije in medicine pa bo treba še bolj prenoviti, razširiti in bolje integrirati obstoječe infrastrukture, s čimer bi še bolj povezali zmogljivosti posameznih partnerjev in okrepili konkurenčnost infrastruktur CERIC-ERIC na področju ved o življenju (za ta namen je oblikovan tudi interni projekt INTEGRA). CERIC-ERIC organizira znanstvene simpozije za promocijo vizije in ciljev delovanja ter zmogljivosti raziskovalne infrastrukture in mednarodne ekspertize pri posameznih partnerskih zmogljivostih. Poleg predstavitve svojih zmogljivosti zainteresirani strokovni javnosti je namen simpozijev tudi spodbujanje interakcij med posameznimi partnerskimi zmogljivostmi oziroma njihovimi raziskovalci, opredelitev tem za skupne raziskave na različnih področjih in iskanje sinergij pri konkuriranju na razpise projektov.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Vključitev v CERIC-ERIC odpira možnosti za povezovanje na več ravneh. Raziskovalna infrastruktura NMR centra s KI se uporablja kot platforma za sodelovanje med raziskovalnimi inštituti, univerzami in industrijskimi partnerji v Sloveniji in Evropi ter s tem skrbi za razširjanje znanja o možnostih uporabe NMR spektroskopije. V srednjeevropski konzorcij prispeva dostop do NMR spektroskopije kot komplementarne opreme k zmogljivostim drugih partnerjev, ki ponuja edinstvene in komplementarne podatke na področjih ved o življenju in materialov. Slovenski raziskovalci imajo prek NMR možnost dostopa do širokega nabora tehnik, pomembnih pri analizi in karakterizaciji materialov ter na področju ved o življenju, v sklopu CERIC-ERIC pa jim je omogočen dostop do moderne raziskovalne opreme na sinhrotronu v Trstu, nevtronskem reaktorju v Budimpešti, metod SAXS v Gradcu, metod za karakterizacijo materialov v Pragi, raznovrstnih mikroskopskih metod v Bukarešti itd.

Vključitev v CERIC-ERIC že ima konkretne učinke. Izključno za aktivnosti CERIC-ERIC so v letu 2019 v okviru NMR centra pridobili nov 600 MHz spektromter (Aska) v vrednosti 1 mio evrov (lastna sredstva). V letu 2020 pa so s pomočjo Evropske kohezijske politike obnovili obstoječa 800 (David) in 600 (Lara) MHz NMR spektrometra ter instalirali nova 600 (Oro) in 400 (Nika) MHz NMR spektrometra v skupni vrednosti 3,3 mio evrov. Od konca leta 2020 tako v okviru nacionalnega NMR centra na KI deluje šest NMR spektrometrov, katerih kakovost je odločilnega pomena za izvajanje najzahtevnejših raziskav. 800 MHz in dva 600 MHz NMR instrumenta so opremljeni s hladnimi sondami, ki s svojo visoko ločljivostjo in občutljivostjo omogočajo študij prostorske strukture in dinamike kompleksnih sistemov z veliko molekulsko maso, kot so na primer proteini in nukleinske kisline v raztopini. Tretji 600 MHz NMR instrument se uporablja za študije različnih trdnih vzorcev od (novih) zdravilnih učinkovin do različnih materialov, uporabnih na primer pri shranjevanju energije in s tem pri razvoju baterijskih sistemov. Nova 400 MHz in 600 MHz NMR spektrometra bosta opremljena z naborom različnih sond, ki bodo

omogočale študije vzorcev v raztopini, v trdnem in tako imenovanih pol tekočinskih vzorcev (npr. vzorcev tkiv ali hrane). Vsi novi in obnovljeni NMR spektrometri bodo oziroma so opremljeni z avtomatskim menjalcem vzorcev, kar je še zlasti dobrodošlo pri študijah metabolomike. Moderna raziskovalna oprema in visoko usposobljen kader pa v sodelovanju z akademskimi ustanovami omogoča tudi številne objave v kakovostnih znanstvenih revijah.

Pomemben vidik delovanja NMR centra je njegova izobraževalna vloga. NMR center izobražuje raziskovalce za izvajanje NMR eksperimentov ter reševanje in interpretacijo NMR spektrov pri konkretnih strukturnih problemih v okviru diplomskih del, magisterijev in doktoratov. Veliko število študentov na vseh stopnjah izobraževanja ob svojem izobraževanju uporablja opremo in usluge NMR centra na KI. Z organizacijo simpozijev in delavnic ob udeležbi mednarodno uveljavljenih tujih znanstvenikov se kaže prihodnost razvoja, posodobitev in smotrni investicij v raziskovalno opremo, ki je približevanje potenciala NMR spektroskopije širši (strokovni) javnosti kot bodočim uporabnikom, pa tudi širjenje vedenja o možnostih obstoječe in nove raziskovalne opreme med že obstoječe starejše in mlajše sodelavce. Vsem uporabnikom, ki pridejo v NMR center v okviru projektov CERIC-ERIC, poleg tega, da tam izvedejo zelene eksperimente, tudi nudijo interpretacijo podatkov in jih podučijo o možnostih uporabe NMR spektroskopije. V okviru različnih dejavnosti in projektov CERIC-ERIC potekajo tudi izmenjava obiskov dijakov in študentov na posameznih zmogljivostih. Na NMR centru so večkrat letno organizirani vodeni obiski za osnovnošolce in dijake slovenskih šol (v letu 2019 jih je obiskalo okoli 300 slovenskih otrok), ki jim približe predstavijo NMR spektroskopijo in njen potencial. Navedene aktivnosti in mednarodna vpetost imajo tudi socio-ekonomske učinke. Slovenski NMR center s svojo opremo in mednarodno primerljivim strokovnim znanjem prispeva k razvoju ERA in regionalnemu povezovanju, s katerim lahko zlasti države srednje Evrope s povezovanjem obstoječih zmogljivosti veliko pridobijo: tako izkušnje kot znanje v splošno dobrobit gospodarstva in drugih za te del Evrope specifičnih segmentov družbenih aktivnosti in socialnih izzivov. Integracija kapacitet v opremi in znanju prispeva h krepitvi tehnoloških in gospodarskih prednosti. S članstvom v CERIC-ERIC je Slovenija pridobila tudi možnost, da slovenski raziskovalci dostopajo do vrhunske opreme, ki je ni smiselno razvijati ali vanjo investirati lokalno. Z ekonomskega vidika je zelo pomembno, da opreme, ki jo potrebuješ pri svojem delu, zlasti če gre za dražjo in večjo, ni treba kupiti in vzdrževati.

Finančni vidik

S sofinanciranjem dejavnosti NMR centra v okviru CERIC-ERIC smo začeli v okviru infrastrukturnega programa KI na ARRS v letu 2015. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 170.000 evrov. Članarina za CERIC-ERIC do zdaj ni bila predvidena, je pa v pripravi predlog za njeno uvedbo v prihodnjih letih (podrobnosti še niso določene). CERIC je tudi pridobil sredstva Evropske kohezijske politike v okviru RI-SI-CERIC v višini 3,1 mio evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno infrastrukturo znašajo skupaj okoli 4 mio evrov. Nadgradnja nacionalne raziskovalne infrastrukture predstavlja stvarni vložek v CERIC-ERIC. Sofinanciranje opreme bo v prihodnjih letih po možnosti še naprej okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

V skladu s strategijo razvoja CERIC-ERIC za ohranitev potrebne konkurenčnosti se kaže potreba po razširitvi kapacitet opreme še predvsem za 1 GHz NMR spektrometer za meritve v raztopini in 800 MHz NMR spektrometer s široko odprtino za meritve v trdnem, kar pomeni investicijo v skupini vrednosti okoli 15 mio evrov. Poleg tega sta v načrtu nabava opreme za dinamično jedrsko polarizacijo (DNP) za izboljšanje občutljivosti uporabe 800 MHz NMR spektrometra s široko odprtino v vrednosti 2 mio evrov in nakup hladne sonde za merjenja v trdnem (biološke makromolekule) v vrednosti 0,5 mio evrov. Za tehnično podporo uporabnikom bi bilo treba povečati obstoječe človeške zmogljivosti s 3 FTE na vsaj 5 FTE.

2.2.2.3 CERN



European Organisation for Nuclear Research / Evropska organizacija za jedrske raziskave

www.home.web.cern.ch

Status

Prve pobude za članstvo Republike Slovenije v CERN segajo že v leto 1992, predhodno pismo o nameri kot prvi formalni korak je bilo s strani Slovenije posredovano CERN maja 2009. Leta 2011 je bilo že doseženo soglasje o pogojih včlanjenja RS v CERN, do ponovne obnovitve zastalega postopka je prišlo v drugi polovici leta 2015. Sporazum med Vlado Republike Slovenije in CERN o podelitvi statusa pridružene članice kot predhodna faza k članstvu v CERN je bil ratificiran 4. 7. 2017, in sicer za obdobje 2017–2022 (pet let), na prošnjo Slovenije pa je bila predhodna faza podaljšana še za dve leti do 4. 7. 2024.

Opis infrastrukture

CERN je bila ustanovljen leta 1954 v Ženevi in predstavlja osrednji svetovni laboratorij za fiziko delcev. Njegov glavni namen je zagotavljanje raziskovalne infrastrukture – pospeševalnikov protonov, antiprotonov, težkih ionov, elektronov in pozitronov. CERN spada med najelitnejše znanstvene institucije na svetu, saj uporaba njegovih zmogljivosti pogosto omogoči razvoj novih tehnologij. Kot osrednji svetovni laboratorij za fiziko delcev v svojem poslanstvu gradi in upravlja pospeševalnike delcev pri največjih človeštvu dostopnih energijah ali s posebnimi lastnostmi. Namenjeni so raziskovanju mikrosveta, interakciji delcev pri visokih energijah trkov. Te vodijo do najmanjših dimenzij in najvišjih temperatur, kakršne so vladale v zgodnjem vesolju, drobec sekunde po Velikem poku. Središčni projekt CERN zadnjih 30 let je veliki hadronski trkalnik (LHC), ki so ga zagnali leta 2009. Julija 2012 sta eksperimenta ATLAS, kjer deluje slovenska ekipa znanstvenikov, in CMS oznanila, da sta izmerila obstoj Higgsovega bozona, zadnjega manjkajočega delca standardnega modela. Na podlagi tega eksperimentalnega odkritja je bila naslednje leto podeljena Nobelova nagrada za fiziko teoretikom F. Englertu in P.W. Higgsu za njuno teoretično napoved tega delca izpred skorajda 50 let. Analiza zajetih podatkov, skupaj z omejeno količino trkov težkih, predvsem svinčevih ionov, je postregla s številnimi natančnimi preizkusi lastnosti standardnega modela v vseh sektorjih. Iskanje pojavov fizike, ki jih standardni model ne opisuje, se nadaljuje, meje na obstoj novih delcev, ki jih napovedujejo modeli nove fizike, pa postavlja številne napovedi teoretičnih modelov pred hudo preizkušnjo. Rezultati prvih dveh obdobj obratovanja LHC so samo pri eksperimentu ATLAS dokumentirani v okoli 1.000 znanstvenih člankih, ki so v mednarodni znanstveni skupnosti naleteli na izjemno zanimanje in odmev. Članki so citirani skoraj 50.000-krat, njihov Hirschov indeks pa se bliža vrednosti 100. Sam članek o odkritju Higgsovega bozona je zbral prek 5.000 citatov. Leta 2021 je LHC začel štiriletno tretje obdobje delovanja. Vzporedno potekajo priprave na nadgradnjo LHC na visoko luminoznost – HL-LHC, kar je tudi projekt v Roadmap ESFRI, ki bo deloval v letih 2027–36 z okoli 10-krat večjo kapaciteto kot LHC. S temi podatki bo mogoče natančno premeriti pojave s Higgsovim bozonom, vključno s samosklopitvijo, ter iskati pojave nove fizike bodisi neposredno prek tvorbe novih delcev bodisi prek odstopanj od napovedi standardnega modela. Za HL-LHC bo treba prenoviti detektorje, pri ATLAS in CMS se bo v celoti zamenjal sledilnik in prenovili ostali detektorski sklopi.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Pridruženo in posledično polnopravno članstvo v CERN Sloveniji že prinaša številne dodatne koristi na področju znanosti, izobraževanja in gospodarstva.

1. Znanost: Članstvo bo prineslo slovenskim znanstvenikom poln dostop do vseh programov in projektov, ki tečejo v CERN, oziroma do raziskovalne infrastrukture in tehnoloških projektov CERN, ki potekajo ob navzočnosti vrhunskih strokovnjakov z vsega sveta, neomejen dostop do programov CERN za izobraževanje mladih inženirjev, usposabljanje podiplomskih in podoktorskih sodelavcev ob tekmovanju in sodelovanju s kolegi iz najrazvitejših držav, spoznavanje in delo z aparaturami najvišje tehnološke stopnje, zaposlitev znanstvenikov v CERN in udeležbo v programih usposabljanja. To pomeni najprej razširitev in poglobitev sodelovanja slovenskih raziskovalcev v projektih CERN, oblikovanje vrhunske mreže slovenskega znanja na področju fizike delcev in možnosti sodelovanja v izobraževalnih programih, kar vodi do novih odkritij, novih objav ter seveda do izboljšanja kakovosti in konkurenčnosti znanstvenega dela. V CERN že od sredine sedemdesetih let deluje skupina slovenskih eksperimentalnih fizikov, organizacijsko so povezani v okviru Odseka za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev Instituta Jožef Stefan, ki ga vodi prof. dr. Marko Mikuž, pri čemer jih je okrog tretjina zaposlenih kot pedagoški delavci na Univerzi v Ljubljani, Univerzi v Mariboru in Univerzi v Novi Gorici. Sodelovali so pri številnih eksperimentih (OMICRON, CPLEAR, DELPHI), od leta 1996 pa so polnopravni člani eksperimenta ATLAS na velikem hadronskem trkalniku LHC. Sodelovali so pri načrtovanju in razvoju, gradnji in zagonu eksperimenta ter pri pripravi številnih programskih orodij za analizo. Trenutno sodelujejo pri obratovanju detektorja in več analizah podatkov, hkrati pa so ena najbolj aktivnih skupin pri pripravi na nadgradnjo detektorja za obratovanje na HL/LHC. Po pridruženem članstvu se je dejavnostim na separatorju izotopov ISOLDE priključila tudi manjša skupina kemikov s

Kemijskega inštituta. Iz raziskav, opravljenih v CERN-u, so slovenski znanstveniki objavili okoli 1.300 znanstvenih člankov v uglednih mednarodnih revijah, ki so slovenski znanosti prinesli okoli 54.000 citatov. Ob delu v CERN je bilo opravljenih 25 diplomskih, 12 magistrskih in 23 doktorskih del. Izdelana je bila aparatura za pozitronsko tomografijo z detektorjem na osnovi večžičnih proporcionalnih komor. Izdelana sta bila tudi prototipa prenosnega detektorja sevanja v okolju na osnovi proporcionalne komore in detektorja stroncija v okolju na osnovi detektorja Čerenkova. V teku je razvoj nove vrste detektorja za medicinsko slikanje na osnovi silicijevih pozicijsko občutljivih senzorjev in razvoj aparature za preiskavo PET, delujoče v močnem magnetnem polju, in torej kompatibilne s slikanjem z magnetno resonanco (MRI). V Slovenijo je bila prenesena računalniška tehnologija mreže. Njena prva implementacija je bila gruča, namenjena računanju za ATLAS, razširitve pa so ob sodelovanju ARNES na voljo celotni znanstveni sferi.

2. Izobraževanje: V okviru CERN je organiziranih veliko pobud, dogodkov in programov, namenjenih izobraževanju in ozaveščanju o vseh aktivnostih, ki potekajo v CERN. Države članice imajo možnost prisostvovanja in sodelovanja pri dogodkih in programih, namenjenih vsem ravnam izobraževanja, od srednješolske do postdoktorske ravni. CERN tako ponuja široke možnosti programov izobraževanja in usposabljanja na vseh ravneh, študijske programe druge stopnje za študente in učitelje, doktorske in podoktorske študijske programe, ki jih večinoma izvaja na sedežu organizacije, nekatere pa tudi v državah članicah. V okviru programa International Masterclass vsako leto več kot 13.000 srednješolcev v 60 državah pride na eno od bližnjih univerz ali raziskovalnih inštitutov, da bi se spoznali s skrivnostmi fizike delcev. Tudi v Sloveniji smo že pet let dejavno vključeni v ta program. Srednješolskim učiteljem CERN vsako leto ponuja različne programe strokovnega izpopolnjevanja, da so lahko na tekočem z najnovejšimi dognanji iz fizike delcev in sorodnih področij ter izkusijo dinamično mednarodno raziskovalno okolje. V letu 2019 smo tudi za slovenske učitelje prvič organizirali tak program. Projekt CERN Open Data je odraz CERN-ove politike odprtega dostopa in odprtih podatkov. Portal omogoča eksperimentom na pospeševalniku LHC, da svoje podatke delijo po eni strani z znanstveno skupnostjo, vključno z raziskovalci in znanstveniki zunaj eksperimentalnih skupin, povezanih s CERN, po drugi strani pa za namene usposabljanja in izobraževanja. Objavljeni so bili prvi prispevki na podlagi podatkov iz projekta CERN Open Data. CERN veliko sredstev in truda nameni tudi izobraževanju kadra z različnimi programi, med katerimi imamo tudi Slovenci že v obdobju pridruževanja dostop do nekaterih: Doctoral Student Programme, Fellowship Programme, Associates Programme in nekaj drugih pozicij za določen čas. Direktorat CERN je vzpostavil delovno skupino »CERN proti COVID-19«, ki usklajuje ideje in pobude skupnosti za podporo kolektivnega globalnega boja proti virusu covid-19 v sodelovanju s Svetovno zdravstveno organizacijo (WHO). Slovenska računska infrastruktura WLCG SiGNET Tier-2 se v zadnjem času uporablja tudi v boju proti COVIDU-19. Računske kapacitete prispeva v okviru infrastrukture Folding@home pri projektu izračuna tridimenzionalne strukture proteinov virusa.

3. Industrija: Za članstvo v CERN obstaja tudi pomemben tehnološko-gospodarski motiv, saj bo to omogočilo poln in prvorazreden dostop slovenske industrije do naročil CERN in s tem povezan prodor na zahtevne trge z izdelki z visoko stopnjo vložene znanja in dodano vrednostjo. Slovenskim partnerjem, predvsem visokotehnološkim podjetjem, odpira možnost pospešenega razvoja in dostopa do novih svetovnih trgov oziroma druge pozitivne multiplikativne učinke za njihovo dolgoročno rast in razvoj. Za spoznavanje in poglobitev sodelovanja slovenskega gospodarstva s CERN je bilo organiziranih nekaj dogodkov, kot na primer 7. 11. 2017 na GZS v Ljubljani in zlasti Dan slovenske industrije 9. in 10. oktobra 2019 na sedežu CERN v Ženevi z udeležbo 24 podjetij s področij gradbeništva, nizkih gradenj in tehničnih storitev, elektrotehnike in magnetov, elektronike in radijskih frekvenc, informacijske tehnologije, vakuumu in nizkih temperatur, strojništva in surovin, zdravja, varnosti in okolja. Pomembno vlogo pri tem ima uradnik za zvezo za področje industrije (ILO), čigar temeljnega naloga je identificiranje potreb in priložnosti v CERN in prenos teh informacij zainteresiranim slovenskim podjetjem. Prav tako je pomembna organiziranost za tovrstno delo na nacionalni ravni. Za bolj učinkovito delo pri poglobitvi sodelovanja slovenskega gospodarstva s CERN in drugimi raziskovalnimi infrastrukturami se pripravlja koncept organizacijske strukture na nacionalni ravni. V zadnjih letih zaznavamo pozitiven trend sodelovanja slovenskega gospodarstva s CERN.

Finančni vidik

Za obdobje predhodne faze članstva 2017–2021 je bila dogovorjena postopna finančna dinamika plačevanja obveznosti, z začetno obveznostjo 25 % polne članarine v 2017. Višina članarine za polnopravno članstvo bo znašala 2.956.550 CHF. Nove države članice so dolžne plačati tudi enkratni pristopni znesek v višini 1,25 % članarine, to je 3.695.700 CHF. Dosedanja plačila za CERN v obdobju 2017–2021 so znašala skupaj 4.975.650 švicarskih frankov (okoli 4,48 mio evrov).

2.2.2.4 CTA



Cherenkov Telescope Array / Polje teleskopov Čerenkova

www.cta-observatory.org

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2008 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z revizijo NRRI 2016. Projekt je v zaključku pripravljalne faze v okviru neprofitne organizacije CTAO gGmbH, polno bo začel delovati predvidoma leta 2026. Slovenija je vključena v pripravo projekta CTA od leta 2013 prek skupine raziskovalcev Centra za astrofiziko in kozmologijo (do 10. 5. 2017 Laboratorija za astrofiziko osnovnih delcev) ter Odseka za eksperimentalno fiziko osnovnih delcev Instituta Jožef Stefan (IJS). V CTAO gGmbH se je Slovenija vključila ob njegovi vzpostavitvi leta 2017 (dopis z dne 9. 10. 2017) in postala ena od 13 polnopravnih članic CTAO gGmbH, kot družbenik pa jo je v tej fazi zastopala Univerza v Novi Gorici (UNG). Trenutno je projekt na prehodu v fazo izgradnje, hkrati pa se ustanavlja tudi CTAO ERIC kot nova pravna oblika za nadaljevanje projekta.

Opis infrastrukture

Infrastruktura CTA bo omogočala raziskave vesolja pri valovnih dolžinah visoko energijskega (VHE) kozmičnega sevanja gama (fotonov) z energijami med 20 GeV in 300 TeV. Ti so izjemno pomemben vir informacij o najbolj energijskih procesih v vesolju, kjer je naše razumevanje naravnih zakonitosti še vedno zelo omejeno. VHE sevanje gama naj bi nastajalo kot sekundarni produkt pospeševanja kozmičnih delcev ekstremnih energij ter pri njihovih neelastičnih interakcijah s snovjo med razširjanjem po vesolju. V nasprotju z nabitimi kozmičnimi delci galaktična in medgalaktična magnetna polja na gama žarke ne vplivajo, kar nam omogoča njihovo sledenje do mesta nastanka. CTA ima velik raziskovalni potencial za odkritje t. i. nove fizike, procesov, ki niso zajeti v standardnem opisu fizike osnovnih delcev ali v kozmoloških modelih. Vizija projekta CTA je uporaba VHE sevanja gama za raziskave do zdaj še ne ali slabo poznanih pojavov in procesov v vesolju. Podrobne in sistemske raziskave netermalnega vesolja z observatorijem CTA bodo bistveno prispevale k razumevanju mehanizmov nastanka VHE sevanja gama, kozmičnih delcev ekstremnih energij ter fizikalnih procesov v bližini nevtronskih zvezd in črnih lukenj. CTA se bo zaradi izjemno visoke občutljivosti uporabljal tudi kot orodje za iskanje temne snovi oziroma drugih do zdaj neznanih oblik snovi, kršitve Lorentzove invariance in za izvedbo novih testov fundamentalnih fizikalnih zakonitosti.

Strateški cilj projekta CTA je izgradnja severnega in južnega observatorija, po enega na vsaki hemisferi (Čile, Južna Amerika in La Palma, Kanarski otoki, Španija) z večjo občutljivostjo ter boljšo kotno in energijsko ločljivostjo od vseh dosedanjih eksperimentov, kar bo omogočalo meritve VHE sevanja gama po celotnem nebu. Ocenjuje se, da bodo stroški razvoja in izgradnje CTA v predvidenem obsegu dveh observatorijev s po skupaj več kot 100 teleskopi presegli 330 mio evrov (v cenah iz leta 2021). Vsak observatorij bo sestavljala mreža nekaj desetih teleskopov Čerenkove svetlobe, ki bodo vpadle fotone zaznali prek atmosferskih plazov nabitih delcev. Za uspešno delovanje observatorijev CTA se uporablja računalniška tehnologija mreže, ki je bila razvita za podporo eksperimentov v CERN in temelji na optimalnem izkoriščanju računalniških kapacitet, distribuiranih med večje število ustanov na različnih fizičnih lokacijah za doseganje skupnih računskih ciljev. Raziskovalna infrastruktura observatorijev CTA z vsem pripadajočim instrumentarijem je v svetovnem vrhu tehnoloških zmožnosti, načrtujemo pa, da se bo Slovenija vanjo vključila tudi s superračunalniškimi kapacitetami. Mednarodni konzorcij CTA v letu 2021 združuje več kot 1.500 raziskovalcev iz 25 držav v Evropi, Aziji, Afriki in obeh Amerikah.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Udeležba Slovenije pri izgradnji observatorija CTA je za slovenske raziskovalce na področju astrofizike ključnega pomena, saj bodo tako neposredno vključeni v vrhunske raziskave najbolj energijskih procesov v vesolju na sami meji tehnoloških zmožnosti. Slovenska skupina, ki vključuje raziskovalce z UNG in IJS, je že v začetni fazi aktivno prispevala k načrtovanju observatorijev ter k študiji in simulacijam možnih raziskav, posamezni slovenski znanstveniki pa zavzemajo pomembne položaje v okviru CTA. V nacionalnem delu projekta so slovenski znanstveniki do zdaj prispevali tako k znanstvenem sklopu, ki se tiče raziskav z observatorijem CTA, kot k neposrednim pripravam na njegovo izgradnjo. V prvem

sklopu so se osredotočali predvsem na eno najzanimivejših področij raziskav v astrofiziki – raziskave temne snovi in nove fizike, pri čemer so pomembno prispevali k pripravi opazovalnih strategij za iskanje izvorov kozmičnega sevanja gama ekstremnih energij in za iskanje kandidatov temne snovi ter s tem soustvarjali raziskovalno strategijo CTA. Aktivnosti, ki so vključevale obširne računalniške simulacije v sistemu mreže ter uporabo meritev drugih eksperimentov s področja astrofizike delcev in sevanja gama visokih in ekstremnih energij (observatoriji Pierre Auger, IceCube, Fermi LAT in drugi), so ključne za optimalno delovanje observatorija CTA po izgradnji. V drugem sklopu so slovenski znanstveniki v sodelovanju s španskimi in italijanskimi partnerji pomembno prispevali k raziskavam in razvoju in izgradnji prototipa Ramanskega lidarja za karakterizacijo in monitoriranje atmosfere nad observatorijem na La Palmi. Za doseganje načrtovanih zmogljivosti CTA in s tem za njegovo uspešno delovanje je atmosferska kalibracija meritev energije VHE sevanja gama ključnega pomena. Prototip Ramanskega lidarja je v okviru CTAO gGmbH poslal uradni »pathfinder« in s tem prvi kandidat za namestitev na dokončanem observatoriju. Prispevek Slovenije k izgradnji Ramanskega lidarja bo v tem primeru štel kot »in-kind« prispevek k izgradnji observatorija CTA. Lidar je bil februarja 2021 nameščen na observatoriju na La Palmi in meritve, pri katerih sodelujejo tudi slovenski raziskovalci, so trajale do konca leta 2021. Spletna stran CTA Pathfinder Ramanskega lidarja, ki so jo pripravili v slovenskem delu ekipe, je na naslovu <https://ctan-lidar-pathfinder.ung.si/>.

Na področju razširjanja znanja in izobraževanja v okviru projekta je do zdaj ključno vlogo odigral Center za astrofiziko in kozmologijo (CAC) Univerze v Novi Gorici, in sicer z organizacijo znanstvenih seminarjev (okoli deset letno), več znanstvenih srečanj, delavnic in šol ter dogodkov za splošno javnost (Noč raziskovalcev, Znanstival). Organizirali so stažiranje dijakov slovenskih srednjih šol in gimnazij na s CTA povezano tematiko, k popularizaciji znanosti in razširjanju znanja o astrofiziki prispevajo tudi z rednim pojavljanjem v medijih. Pomembna je tudi vloga CTA na področju izobraževanja za doktorske študente fizike, ki so vključeni v delo raziskovalnih kolaboracij kot mladi raziskovalci.

Vključitev Slovenije v aktivnosti observatorija CTA je pomembna tudi za gospodarstvo, predvsem za podjetja s področij informacijskih tehnologij, električne in elektronske stroke ter visokotehnoloških podjetij s področja optike in daljinskega zaznavanja atmosferskih lastnosti, ki bodo lahko sodelovala pri njegovi izgradnji. Na delavnici »CTA, astrofizika in slovenska podjetja« v novembru 2019, organizirani v sodelovanju med UNG in GZS, se je izkazalo, da obstaja močna povezava med znanji in tehnologijami, potrebnimi za izgradnjo CTA in ekspertizo slovenskih malih in srednjih visokotehnoloških podjetij. Zanimanje za visokotehnološke prispevke slovenskih podjetij k izgradnji CTA v fazi izgradnje observatorija so izrazili tudi predstavniki CTAO gGmbH, ki so se delavnice udeležili. Poleg neposrednih koristi za gospodarstvo bi udeležba slovenskih podjetij pomenila tudi pridobitev znanja in referenc za sodelovanje v prihodnjih podobnih poslovnih priložnostih.

Finančni vidik

S sofinanciranjem sodelovanja v CTA se je začelo v letu 2017 v okviru Infrastrukturnega programa UNG na ARRS. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 100.000 evrov. Dosedanja vlaganja v okviru tega projekta (2017–2021) znašajo 450.000 evrov, s čimer so bile pokrite obveznosti Slovenije k tekočim stroškom observatorija v letih 2018–2021 v višini 209.000 evrov, 241.000 evrov pa je bilo namenjenih nadgradnji slovenske raziskovalne infrastrukture na tem področju.

Za obdobje do leta 2030 je za doseganje vseh projektnih ciljev projekta CTA ocenjena potreba po financiranju v višini okoli 150.000 evrov letno, saj se dejavnosti intenzivirajo. Observatorij CTA prehaja v tem obdobju v sklepno fazo izgradnje in posledično v operativno fazo. Po izgradnji (2027–2030) so stroški za Slovenijo za vzdrževanje in obratovanje observatorija ocenjeni na 70.000 evrov letno. Možnost dodatnih naložb predstavlja tudi udeležba slovenskega gospodarstva v okviru razvoja in izdelave visokotehnoloških detektorskih sklopov. Pri tem gre za vidike in aktivnosti, ki spadajo v pristojnost Ministrstva za gospodarski razvoj in tehnologijo (MGRT).

2.2.2.5 FAIR



Facility for Antiproton and Ion Research in Europe / Center za raziskave z antiprotoni in ioni v Evropi

www.fair-center.de

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam načrta Roadmap ESFRI 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. Slovenija je 24. 5. 2011 ratificirala mednarodno konvencijo o izgradnji in delovanju Centra za raziskave z antiprotoni in ioni v Evropi (konvencija FAIR), na tej podlagi pa postala ena od ustanoviteljic in posledično 3. 9. 2012 tudi družbenik FAIR GmbH, in sicer v deležu pribl. 1,18 % v njenem nominalnem kapitalu. 14. 11. 2014 je bila podpisana tristranska pogodba med družbenikom (Republika Slovenija), konzorcijem gospodarskih družb (Tehnodrom, d. o. o.) in družbo FAIR za stvarni prispevek pri izgradnji Centra FAIR (pogodba FAIR IKC), ki predstavlja podlago za realizacijo celotnih prevzetih obveznosti iz konvencije FAIR, to je z razvojem in dobavo visokotehnološke raziskovalne opreme po specifikacijah Centra FAIR. V letu 2015 se je v kolaboracijo NUSTAR vključila tudi skupina raziskovalcev z Instituta Jožef Stefan (IJS).

Opis infrastrukture

Center za raziskave z antiprotoni in ioni v Evropi (Center FAIR) je eden prvih in finančno največjih projektov v Roadmap ESFRI, ki bo, ko bo dokončan (to bo predvidoma leta 2027), namenjen študiju osnovnih gradnikov materije in razvoja vesolja. V projekt izgradnje te velike mednarodne raziskovalne infrastrukture, ki se bo nahajala v Darmstadtu v Nemčiji, so vključene poleg Slovenije in gostiteljice Nemčije še Finska, Francija, Indija, Poljska, Romunija, Rusija, Španija, Švedska in Velika Britanija. Celotna vrednost projekta trenutno presega 2,5 milijarde evrov. Od tega bo dobro polovico prispevala Nemčija kot gostiteljica infrastrukture. Prispevek Slovenije je v skladu z zavezami iz mednarodne konvencije najmanj 1 % ocenjenih stroškov gradnje Centra FAIR in je znašal 12.005.700,00 evra (po cenah iz leta 2005 in brez upoštevanja DDV in podražitev projekta). Center FAIR je trenutno v fazi izgradnje. Priprave na gradbena dela so se začele leta 2012, sledila je izgradnja temeljev za glavno zgradbo s pospeševalnikom in drugih spremljevalnih objektov. Gradnja naj bi se v skladu z zadnjimi informacijami zaključila leta 2027. Vzporedno s tem poteka tudi izgradnja osnovne raziskovalne opreme, ki je praktično v celoti pokrita s stvarnimi prispevki partnerskih držav (pospeševalniki, magnetni sistemi) in priprava eksperimentov: APPA, CBM, NUSTAR in PANDA.

Slovenija izpolnjuje svojo obveznost iz omenjene konvencije s stvarnim prispevkom v Center FAIR, to je z razvojem in dobavo visokotehnološke raziskovalne opreme po specifikacijah Centra FAIR. Za ta namen je bila 14. 11. 2014 sklenjena tristranska pogodba med družbenikom (Republika Slovenija), konzorcijem gospodarskih družb (Tehnodrom, d. o. o.) in družbo FAIR (pogodba FAIR IKC), ki predstavlja podlago za realizacijo celotnih prevzetih obveznosti iz konvencije. Republika Slovenija je tako udeležena pri razvoju in izgradnji raziskovalne opreme (komponente sistema diagnostike žarka in kontrolni sistem v pospeševalniku). Zaradi zamud pri izgradnji Centra FAIR, ki niso bile na strani družbenika in izvajalca, ter zaradi objektivnega povečanja materialnih stroškov in stroškov dela, v prvotnih pogodbeno dogovorjenih rokih do leta 2018 vsi mejniki iz tristranske pogodbe še niso bili doseženi v celoti. Dokončna izvršitev obveznosti iz FAIR IKC je bila urejena leta 2020 s sklenitvijo Spremembe št. 1 (amandma št. 1), ki je povečala pogodbeno vrednost na končnih 23.904.959,91 evra (z DDV) in podaljšala realizacijo izvedbe preostalih mejnikov do leta 2024. Poleg prvotno predvidenih finančnih obveznosti v okviru pogodbe FAIR IKC so nastale še dodatne obveznosti, in sicer na podlagi objektivnih okoliščin, predvsem zaradi zakasnitev in podražitve gradbenih del. Gre za utemeljene in nujne zahteve na ravni projekta FAIR, ki v skladu s podpisom konvencije o FAIR družbenikom prinašajo dodatne finančne obveznosti. V letu 2015 je bil v okviru gradbenih del potrjen primanjkljaj v skupni višini 248 mio evrov, pri čemer je delež Republike Slovenije 1,18 % oziroma 2,9 mio evrov (oboje v cenah iz leta 2005). V letu 2019 je bila v okviru ponovne in celovite revizije projekta potrjena zadnja uradna skupna ocena vseh dodatnih stroškov, vključno z gradbenimi deli, rezervnimi deli za pospeševalnik, dodatnim osebjem in rezervo (contingency), v višini skupaj 1,136 mio evrov, kar za Republiko Slovenijo predstavlja dodatnih 13,4 mio evrov (oboje v cenah iz leta 2019).

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Cilji dolgoročnega sodelovanja Slovenije v Centru FAIR so: (1) koristi za razvoj slovenske znanosti ob sodelovanju v eksperimentih na raziskovalni infrastrukturi, ki jo FAIR omogoča, (2) uresničevanje neposrednih koristi za gospodarstvo v smislu naročil za izdelavo visokotehnološke opreme za izgradnjo Centra FAIR ter (3) širše družbene koristi od znanstvenih dosegov in tehnoloških prebojev pri izvajanju raziskovalnih aktivnosti na področju fizike delcev, biokemije, biomedicine in sorodnih področjih.

Vzporedno z izgradnjo Centra FAIR že poteka tudi t. i. »faza 0« raziskovalnega programa na obstoječih pospeševalniških kapacitetah GSI, v katerega je vključena tudi slovenska znanstvena skupnost. »Faza 0« je namenjena takojšnji znanstveni uporabi novih detektorskih sistemov za bodoči FAIR. S tem bo zagotovljena tudi njihova operabilnost že od prvega dne rednega delovanja izgrajenega Centra FAIR.

Slovenska znanstvena skupina je usmerjena pretežno v eksperiment (fizikalni program) NUSTAR, torej v študij jedrske strukture in reakcij eksotičnih atomskih jeder, ključnih pri oblikovanju snovi v vesolju. Močnejše so vpeti v tri skupine oziroma podkolaboracije: HiSpec/DeSpec (High-resolution in-flight SPECTroscopy / DEcay SPECTroscopy), R3B (Reactions with Relativistic Radioactive Beams) in SuperFRS (Super FRagment Separator). V okviru prve je slovenska skupina je prevzela delo optimizacije detektorja BC-BGO za zmanjševanje vpliva ozadja, v okviru R3B so intenzivno angažirani pri gradnji in testiranju scintilacijskega kalorimetra CALIFA, za katerega so v naravi prispevali 60 detektorskih elementov lastne izdelave, v pripravi na zamenjavo obstoječega magnetnega ločevalnika ionskih fragmentov (FRS) z zmogljivejšim superprevodnim (SFRS) kot osrednjega instrumenta v okviru kolaboracije NUSTAR pa so v razvili in letu 2020 v FRS dodali stabilizacijski monitor za elektrostatske leče in nekaj dni zatem prvič dosegli masno ločljivost 1 : 1.000.000, kar je bil v tistem trenutku svetovni rekord v masni ločljivosti tovrstnih ionskih spektrometrov. Dostop slovenskih znanstvenikov do najsodobnejše in zelo zmogljive opreme v Centru FAIR bo zmanjšal potrebo po dodatnem investiranju v vrhunsko opremo na nacionalni ravni.

Slovenski raziskovalci pri projektu FAIR so tudi nosilci izobraževalnega procesa na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani (FMF UL), nekateri pa tudi na Mednarodni podiplomski šoli Jožefa Stefana (MPŠ), pri čemer na študente vseh stopenj neposredno prenašajo izkušnje iz raziskovalnega in razvojnega dela ter konstrukcijskega inženiringa pri gradnji sistemov FAIR. Zagotovili so jim tudi mesta na razmeroma zelo zasedenih poletnih šolah in delavnicah, ki potekajo na GSI kot priprava bodočih raziskovalcev na FAIR. V poljudnejši obliki pa omenjene koncepte uvajajo tudi v okviru sodelovanja pri poletnih raziskovalnih taborih v organizaciji naravoslovno in tehniško orientiranih srednjih šol. Tovrstni akademski začetki raziskovalne kariere so v zadnjih desetletjih izgradili tako dober sloves, da ne le zaustavljajo beg možganov iz Slovenije, temveč prinašajo celo obrnjen trend, namreč zlasti interes odličnih študentov s področja Zahodnega Balkana, da v iskanju magistrskih in doktorskih nalog sodelujejo s slovensko ekipo FAIR, kar je v praksi tudi prilika za trajen priliv izobraženstva v Slovenijo.

V letih izgradnje Centra FAIR sodelovanje v projektu prinaša predvsem neposredne koristi za udeležena slovenska podjetja (konzorcij 14 visokotehnoških podjetij Tehnodrom, d. o. o) v smislu naročil za razvoj in izdelavo visokotehnoške opreme za komponente sistemov diagnostike žarka (pod vodstvom podjetja I-Tech) in kontrolnega sistema v pospeševalniku (pod vodstvom podjetja Cosylab). Udeležba pri izgradnji Centra FAIR zanje poleg samega prihodka pomeni tudi pomembno kompetenčno referenco in multiplikativne učinke za nastop na globalnem mednarodnem trgu, dostop do najnovejših tehnologij in bistveno večje možnosti za sodelovanje pri drugih podobnih mednarodnih projektih.

Poleg tega že spodbuja, kar bo še dodatno okrepljeno v operativni fazi, tudi sodelovanje med slovenskimi raziskovalno-razvojnimi ustanovami in gospodarstvom v smislu prenosa teoretičnih znanj v gospodarstvo ter hkrati prenosa zahtev in potreb trga nazaj v znanstveno sfero. Raziskovalni center FAIR bo s svojimi številnimi vzporednimi fizikalnimi, kemijskimi, biološkimi in tehnološkimi programi omogočal izjemne raziskovalne možnosti za slovenske znanstvenike in s tem tudi izredno ambiciozne priložnosti za sodelovanje s slovenskim gospodarstvom s ciljem razvoja novih tehnologij in drugih izdelkov z visoko dodano vrednostjo. Najbolj značilen primer takega razvoja so številna pogodbeno sodelovanja slovenske znanstvene ekipe FAIR in skupno nastopanje na mednarodnih projektih z znanimi slovenskimi podjetji pospeševalniškega, informacijskega, analiznega in okoljskega sektorja. Mladi znanstveniki, ki se formirajo in izurijo v podobnih okoljih, kot je FAIR, so zelo iskani kadri za ekonomsko privlačna mesta v slovenskem gospodarstvu, saj v teh procesih pridobijo poleg visokih znanstvenih in tehnoloških referenc tudi spretnosti komunikacije in učinkovite organizacije.

Finančni vidik

Vlaganja v izgradnjo Centra FAIR, kot so se začela v letu 2011, do zdaj znašajo skupaj okoli 25,7 mio evrov, zadnja ocenjena vrednost vseh predvidenih stroškov Slovenije za izgradnjo pa znaša okoli 42,6 mio evrov. Realizacija preostalih obveznosti iz FAIR IKC je predvidena do vključno leta 2024. Realizacija dodatnih obveznosti iz leta 2015 je predvidena v letih 2021 in 2022, obravnava dodatnih stroškov iz leta 2019 pa v naslednji fazi po letu 2022. Pri tem še niso upoštevani operativni stroški, ki jih bo Slovenija kot družbenik dolžna zagotoviti po zagonu te raziskovalne infrastrukture (predvidoma po letu 2027), neuradna ocena znaša 1,6 do 2 mio evrov letno.

Delo skupine slovenskih raziskovalcev v okviru kolaboracije NUSTAR je od leta 2018 financirano v okviru infrastrukturnega programa IJS na ARRS, in sicer v višini 150.000 evrov na leto, kar znaša skupaj do sedaj 600.000 evrov. Za obdobje do leta 2030 pričakujejo, da se bodo sredstva za raziskovalno delo v okviru FAIR postopoma povečala na 375.000 evrov letno, kar bi omogočilo tudi ustrezen razvoj in okrepitev raziskovalne skupine v letih 2022–2025 za vsaj 2 dodatna FTE za mlade raziskovalce, kar bi

bila osnova za 2 FTE za novo generacijo doktorandov in za dodatna 2 FTE za podoktorske sodelavce v obdobju 2026–2030.

2.2.2.6 ILL



Institute Laue Langevin / Inštitut Laue Langevin

www.ill.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. V Sloveniji je bil že pred leti identificiran velik interes raziskovalcev za uporabo zmogljivosti ILL. Na pobudo Kemijskega inštituta so se začeli preučevati možnosti za neposredno polnopravno vključitev ali za članstvo v konzorciju srednjeevropskih držav Avstrije, Češke, Madžarske in Slovaške (CENI). Druga opcija se je izkazala za administrativno in politično zelo težko izvedljiv model, ki na koncu tudi ne bi prinesel bistvenih finančnih prednosti glede na neposredno vključitev Slovenije v ILL, in sicer na način, da se za slovenskega partnerja za znanstveno članstvo v ILL imenuje Kemijski inštitut (KI). Sporazum o znanstvenem sodelovanju med KI in ILL je bil sklenjen 24. 8. 2020, in sicer za obdobje štirih let (2020–2023), z možnostjo obnovitve. Za KI to pomeni po eni strani prevzem znanstvenih in administrativnih obveznosti v ILL, hkrati pa tudi koordinacijo slovenske znanstvene skupnosti v tem okviru.

Opis infrastrukture

Inštitut Max von Laue - Paul Langevin (ILL) v Grenoblu, v Franciji, je vodilni mednarodni raziskovalni center za nevtronsko sipanje. Razpolaga z jedrskim reaktorjem z visoko produkcijo nevtronov, ki zagotavlja najintenzivnejše neprekinjene curke nevtronov in napaja 50 najsodobnejših raziskovalnih instrumentov. Instrumenti pokrivajo vse možne tehnike nevtronskega sipanja ter se nenehno razvijajo in nadgrajujejo. Kot podporni znanstveni inštitut daje ILL svoje raziskovalne zmogljivosti, vključno z vso strokovno in tehnično pomočjo, na voljo gostujočim znanstvenikom. Tako obišče ILL vsako leto približno 1.400 raziskovalcev iz več kot 40 držav in izvede 640 eksperimentov, ki jih predhodno izbere recenzijska znanstvena komisija. ILL deluje od leta 1973 in je v enakih lastniških deležih v lasti ustanovnih držav Francije, Nemčije in Velike Britanije, poleg teh pa z njim sodeluje še enajst držav: Avstrija, Belgija, Švica, Češka, Danska, Španija, Italija, Poljska, Švedska, Slovaška in od leta 2020 tudi Slovenija. Inštitut se ponša z večjim številom znanstvenih objav v revijah z visokim faktorjem vpliva med vsemi sorodnimi svetovnimi inštitucijami za nevtronsko sipanje.

Zaradi svojih specifičnih lastnosti metode nevtronskega sipanja omogočajo reševanje širokega razpona kompleksnih znanstvenih problemov, predvsem pri preučevanju strukture in dinamike snovi na različnih prostorskih in časovnih skalah, prek nevtronske difrakcije, spektroskopije, reflektometrije in slikanja. Zato raziskave z nevtroni predstavljajo nepogrešljiv komplementarni pristop k drugim eksperimentalnim metodam, kot so rentgenska difrakcija, vibracijske in NMR spektroskopije, elektronska mikroskopija idr. Pogosto imajo ključno vlogo pri modernih raziskavah (nano)materialov ter tudi v vedah o življenju in okolju. Vsak posamezni instrument ILL je zasnovan tako, da omogoča najsodobnejši pristop merjenja na izbranem področju in je podvržen nenehnim (tudi večjim) nadgradnjam, da zagotavlja referenčno vlogo na svetovni ravni. Osebe ILL ima ustrezno ekspertizo in izkušnje na področju produkcije nevtronov (reaktorska fizika, načrtovanje in delovanje reaktorja, hladen in vroč vir izvora nevtronov), usmerjanja nevtronskega žarka (nevtronski vodniki, superogledala), nevtronske optike (kolimatorji, monokromatorji, izbirniki hitrosti in sekalniki nevtronov), nevtronske detekcije, merilnih tehnik in obdelave podatkov. Gostujočim raziskovalcem je omogočena vsa podpora pri izvedbi eksperimentov in dostop do vrste tehnoloških platform za pripravo eksperimentov (laboratorij za devteracijo, strukturno biologijo, računske modeliranje idr.).

Na podlagi raziskav, izvedenih na ILL, nastane letno prek 600 publikacij, praviloma v vodilnih znanstvenih revijah, in sicer na naslednjih znanstvenih področjih: mehka kondenzirana snov (14 %), fizika, vključno z magnetizmom in nanomateriali (36 %), kemija (12 %), znanost o materialih (20 %), strukturna biologija (9 %), jedrska fizika in fizika delcev (5 %) in drugo (4 %). V Lundu na Švedskem je

v izgradnji mnogo dražji in večji center za nevtronsko sipanje European Spallation Source (ESS), ki bo začel omejeno obratovati predvidoma okoli leta 2025. Pričakovati je, da bo ESS postopoma prevzel primat na področju, vendar pa ni pričakovati, da bi v celoti prevzel dejavnosti, ki jih izvaja ILL.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

V skladu s sporazumom o znanstvenem članstvu je bilo predvideno takojšnje polnopravno znanstveno sodelovanje za obdobje 2020–2023. Obseg udeležbe slovenskih znanstvenikov je sorazmeren s predvideno višino prispevka, in sicer bo slovenski partner v prvih treh letih (2020–2022), ko se bo v treh obrokih plačeval tudi pristopni prispevek v skupni višini 285.126,00 evra) upravičen do 0,15 % žarkovnega časa, v letu 2023 (in s predvideno obnovo članstva po letu 2023) pa bo prišel do ciljne vrednosti v višini 0,24 % žarkovnega časa. V prispevek za žarkovni čas so vključeni tudi potni stroški za znanstvenike iz slovenskih univerz in raziskovalnih inštitutov, ki bodo opravljali svoje eksperimente na ILL. Vpeljava raziskav z nevtronskim sipanjem odpira slovenskim raziskovalcem širok nabor najsodobnejših analitskih metod na področjih kemije in fizike materialov in nanomaterialov, strukturne biologije in jedrske fizike. Uporaba metod nevtronskega sipanja dopolnjuje ostale metode sipanja (žarkov X), zato so tovrstne metode nepogrešljivo orodje sodobnih znanosti o materialih in znanostih o življenju, slovenski raziskovalci pa bodo s tem pridobili tudi enkratne možnosti za vključevanje v vrhunske mednarodne znanstvene tokove. Raziskovalci iz Slovenije se bodo lahko prijavljali na prosta delovna mesta, za štipendije za doktorske ali podoktorske študije in za izmenjavo osebja.

V okviru sodelovanja z ILL so odprte so tudi številne možnosti za izpopolnjevanje in raziskovanje mlajših strokovnih kadrov na ILL. Usposabljanje za raziskave z nevtronskim sipanjem vseh sodelujočih raziskovalcev je del ustaljene prakse na ILL, izvajajo pa ga zaposleni na žarkovnih linijah. Prav tako bi se slovenski doktorski študenti lahko usposabljali za delo na žarkovnih linijah, s čimer bi v Sloveniji pridobili pomembno znanje in veščine.

Ker raziskave z nevtroni omogočajo tudi študij industrijskih materialov (npr. razpoke v zlitinah) in študij kristalov farmacevtskih učinkovin, ki so velik izziv v farmacevtski industriji, je mogoče pričakovati tudi interes slovenske industrije. Za potrebe industrije v okviru ILL skrbi posebna enota (Industry Liaison Unit), ki zagotavlja enotno in specializirano kontaktno točko za morebitne uporabnike iz industrije in storitvenega sektorja ter ponuja industrijskim klientom izbiro različnih načinov dostopa, od hitrega lastniško raziskovalnega dostopa do kombinacije z akademskim dostopom. Namestitve na ILL že uporablja več kot 50 evropskih podjetij za svoje R&R dejavnosti. Izvajanje programov stalne nadgradnje instrumentacije ILL bo okrepilo potencialna izvajanja R&R orodij in tako spodbujalo konkurenčnost podjetij, specializiranih za finomehaniko, vakuum in inženiring, nevtronske vodnike in nevtronske sekalnike. Tehnologije, ki sta jih razvila ILL in partnerska podjetja, se pogosto uporabljajo v nacionalnih in mednarodnih zmogljivostih in laboratorijih.

Finančni vidik

S financiranjem članstva v ILL se je začelo v letu 2020 v okviru infrastrukturnega programa KI na ARRS, in sicer v obsegu 250.000 evrov letno. Dosedanja plačila v okviru tega projekta znašajo 0,5 mio evrov. Za obdobje prve faze znanstvenega sodelovanja 2020–2023 in v nadaljevanju tudi za predvideno obnovo sporazuma je še naprej predviden letni strošek v višini 250.000 evrov.

2.2.3 Okolje

3.3.1 EPOS



European Plate Observing System / Evropski sistem opazovanja plošč

www.epos-eu.org

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2008 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z Revizijo NRRI 2016. Slovenija je bila dejavno vključena v pripravo projekta na podlagi pisma o podpori z dne 3. 11. 2011. V pripravljalni fazi je bila poleg udeležbe v mednarodnih

aktivnostih v okviru projekta ključna naloga tudi ustrezno povezati relevantne slovenske ustanove na tem področju, ki so 11. 5. 2016 ustanovile konzorcij EPOS-SI s koordinatorjem ZRC SAZU. Pristopno pismo za članstvo v EPOS ERIC je Slovenija poslala 11. 1. 2018, polnopravna in ustanovna članica pa je postala ob njegovi vzpostavitvi 7. 11. 2018.

Opis infrastrukture

EPOS je raziskovalna mednarodna infrastruktura za spremljanje in opazovanje geofizikalnih in potresnih pojavov s sedežem v Rimu, Italija. Prek opazovališč in razvoja infrastrukturnih točk bodo spremljani procesi s področja seizmologije, vulkanologije, geologije, geokemije, geodezije, geomagnetizma ter drugih analitičnih in eksperimentalnih laboratorijskih raziskav s področja ved o Zemlji. Gre za procese, ki oblikujejo zemeljsko površje (fizični, geokemični in antropogeni). Osnovni namen projekta je prek terenskih meritev in razvoja infrastrukturnih točk spremljati in zbirati podatke o trdni Zemlji z vidika fizikalnih, kemijskih in geoloških sistemov, ob razvoju skupnih metodoloških platform za zbiranje, obdelavo, modeliranje in predstavitev podatkov. Raziskovalna infrastruktura EPOS omogoča inovativne pristope za boljše razumevanje fizikalnih procesov, ki povzročajo in vplivajo na potrese, vulkanske izbruhe, cunamije, plazove in druge naravne nesreče, ter tudi tiste, ki vplivajo na tektonske premike in dinamiko zemeljske površine. Razumevanje zapletenega sistema Zemlje zahteva povezovanje raziskovalnih in opazovalnih strategij ter infrastrukture za multidisciplinarno spremljanje geografsko razširjenih enot. V tem okviru EPOS tudi zapolnjuje vrzel zemeljske raziskovalne infrastrukture, ki jo sestavljajo infrastrukture in pobude satelitskega opazovanja Zemlje (GMES, GEOSS) ter infrastruktura za opazovanje oceanov (EMSO, ESONET).

Projekt ustvarja enotno in trajnostno infrastrukturo, ki vključuje terenske mreže geofizikalnega monitoringa, lokalna opazovanja (stalni terenski in vulkanski observatoriji) in eksperimentalne laboratorije v Evropi. Uporabnikom zagotavlja tekoče, zanesljive in primerljive podatke, ki so s pomočjo enotnega portala na voljo za državno upravo, raziskovalne namene, za namene preprečevanja in reševanja v primerih naravnih katastrof, za izobraževanje itd. Z znanstveno in tehnološko opremo na tem področju je bila v zadnjih 50 letih na nacionalnih ravneh zbrana ogromna količina geoloških in geofizikalnih podatkov, ki se uporabljajo za oblikovanje in izboljševanje modelov opisovanja procesov, ki povzročajo potrese, vulkanske izbruhe, plazove in cunamije. Za izmenjavo podatkov, informacij ter orodij modeliranja in spremljanja je potrebna integracija teh nacionalnih raziskovalnih infrastruktur v enotno infrastrukturo, ki bo znanstvenikom po vseh Evropi omogočila združevanje, modeliranje in interpretiranje multidisciplinarnih naborov podatkov. Predvsem pa bo EPOS poskrbel za integracijo zelo heterogenega geografskega vzorca opazovalnih in eksperimentalnih podatkov, hkrati pa bodo morale biti razvite tudi e-infrastrukture, ki bodo podpirale in omogočale njegovo izgradnjo. V okviru EPOS je načrtovana tudi vzpostavitev programa štipendij, namenjenih mladim raziskovalcem, ki bo novi generaciji raziskovalcev na tem področju omogočil pridobitev znanj in veščin za polno izkoriščanje potenciala nove raziskovalne infrastrukture.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Za Slovenijo, ki tudi leži na tektonsko aktivnem terenu, na stiku med manjšo Jadransko tektonsko ploščo in Evrazijsko ploščo, bo EPOS dobra osnova predvsem za pripravo ustrezne raziskovalne infrastrukture in posledično za izboljšanje protipotresne varnosti v regiji. Zbiranje podatkov o potresnih aktivnostih in o tektonskih premikih ter vulkanski aktivnosti zahteva meddržavne povezave. Za razumevanje vzrokov za možne potrese je zelo pomembno spremljanje dinamike gibanja posameznih aktivnih prelomnih con, kar lahko omogoči le dobro organizirana mreža različnih natančnih terenskih in laboratorijskih instrumentov ter dolgotrajno merjenje in analiza podatkov. V Sloveniji je dobro razvita raziskovalna infrastruktura na področju seizmologije in tudi geodezije. Vendar pa najnovejši trendi v znanosti razvijajo novo raziskovalno opremo in orodja, ki jih potrebuje tudi Slovenija. V Postojnski jami deluje prva podzemna potresna opazovalnica v Sloveniji. Zbiranje in obdelava podatkov se bosta morala poenotiti v okviru standardov, oblikovanih v okviru EPOS. Obstoječa nacionalna infrastruktura je v nadgradnji nadgrajena v skladu z zahtevami in standardi v okviru projekta EPOS ter tako še močneje povezuje ključne slovenske akterje na tem področju. Pričakovane koristi vključenosti Slovenije v EPOS se kažejo na področju raziskav, izobraževanja in gospodarstva.

Slovenskim raziskovalcem se s sodelovanjem na projektu odpira možnost dostopa do podatkov, ki so kakovostno zbrani in obdelani, vključitev v različne delovne skupine ter sodelovanje pri oblikovanju pravil za zbiranje in procesiranje ustreznih podatkov za obdelavo na evropski ravni na eni strani ter na drugi strani številne možnosti za razvoj mednarodnih povezav. S tem se odpira tudi možnost vključevanja v večje mednarodne in evropske projekte. S članstvom v EPOS je povezana tudi udeležba na različnih mednarodnih in domačih srečanjih, delavnicah in mednarodnih poletnih šolah s področja krasoslovja in drugih okoljskih znanosti in upravljanja s podatki ter vključitev pri prijavi in aktivnostih projektov EU.

Krepi se tudi mednarodno sodelovanje, kar se že odraža pri vključevanju v mednarodne organizacije in združenja, kot ORFEUS, EMSC idr., hkrati pa so slovenske organizacije aktivni partnerji v projektih EU. GeoZS je skupaj z Geološkim zavodom Danske, Francije, Nizozemske, Češke in Španije pod okriljem EuroGeoSurveys vzpostavil Evropsko geološko podatkovno infrastrukturo (European Geological Data Infrastructure, EGDI), ki je steber v EPOS TCS Geological Information and Modelling.

EPOS zagotavlja tudi pomemben vir podatkov, analiz in metodoloških elementov, ki so potrebni v izobraževalnih procesih. Na področju izobraževanja so člani ustanov slovenskega konzorcija EPOS-SI aktivni predavatelji na Univerzi v Ljubljani, na Univerzi v Novi Gorici in na Univerzi na Primorskem, kjer v svoja predavanja vključujejo pridobljena znanja in novosti iz projekta EPOS.

Na gospodarstvo ima projekt EPOS neposredne učinke, saj je primarna dejavnost projekta zbiranje in obdelava podatkov, ki opozarjajo na različne vrste sprememb v okolju in s tem kažejo morebiten razvoj dogodkov, ki lahko škoduje gospodarski dejavnosti. Še zlasti pomembni so lahko podatki, ki vplivajo na področje gradbeništva in izgradnjo infrastrukture. Razumevanje velikosti in smeri premikov ob regionalno pomembnih prelomih v Sloveniji je pomembno za načrtovanje gradenj in posegov ter za ukrepe ocenitve ogroženosti naselij v Sloveniji ob primeru katastrofalnih potresov. V Postojni na Inštitutu za raziskovanje krasi (IZRK ZRC SAZU) se vzpostavlja informacijsko in podatkovno središče, kjer se bodo zbirali in urejali podatki pridobljeni v EPOS, ki so uporabni za državno upravo, raziskovalne namene, za pomoč pri preprečevanju in reševanju v primerih naravnih katastrof, za izobraževanje itd. GeoZS vzpostavlja nacionalno geološko vozlišče ter s tem sledi načelom dostopnosti prostorskih informacij in storitev na enem mestu, to pomeni združevanje prostorskih podatkov iz različnih terenskih meritev, lokalnih opazovanj in raziskav in projektov ter možnost souporabe teh podatkov s strani več uporabnikov in aplikacij. To zagotavlja večjo učinkovitost, medsebojno usklajenost, kakovosten in lažji dostop do podatkov in interpretacij s sredstvi informacijske komunikacijske tehnologije. Na področju seizmologije (potresne opazovalnice) in geodezije (GNSS postaje) je pridobivanje podatkov v okviru EPOS pomembno za razumevanje aktivnih tektonskih premikov na območju Slovenije, kar lahko pripomore k zmanjševanju in opozarjanju pred potresno nevarnostjo ali k usmeritvam izpopolnjevanja gradnje objektov. Analize voda, ki se opravljajo v okviru EPOS, pripomorejo k razumevanju stopnje onesnaženja okolja zaradi industrije ali gospodarstva ter pripomorejo k ozaveščanju za trajnosti razvoj pri izboljšavi procesov in dejavnosti v gospodarstvu in industriji. Na podlagi pridobljenih podatkov v EPOS lahko oblikujemo naravovarstvene smernice za razvoj trajnostnega turizma v slovenskih kraških jamah in tudi na objektih naravne dediščine. Kakovostni geološki podatki, ki so v skladu s sprejetimi standardi za prostorske podatke, zagotavljajo zanesljivo informacijo končnemu uporabniku, načrtovalcem rabe prostora, gospodarstvenikom, gradbenikom in naravovarstvenikom ali znanstvenikom, ki pri svojem delu potrebujejo in uporabljajo prostorske podatke, kar je pomembno za razvoj preventivnega obvladovanja na področju geološke nevarnosti in posledično zaščite življenj in imetja ter tudi za ozaveščanje glede neustreznih posegov v okolje.

Finančni vidik

Sofinanciranje izvajanja nacionalnih dejavnosti in načrtovanega razvoja nacionalne infrastrukture smo začeli v okviru infrastrukturnega programa ZRC SAZU na ARRS v letu 2015. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 85.000 evrov. Letna članarina za EPOS ERIC znaša 50.000 evrov. EPOS je tudi pridobil sredstva Evropske kohezijske politike v okviru RI-SI-EPOS v višini okoli 1,8 mio evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno infrastrukturo projekta znašajo okoli 2,1 mio evrov. Sofinanciranje bo v prihodnjih letih po možnosti še naprej okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

V obdobju do leta 2030 so skupni letni stroški ocenjeni na 0,5 mio evrov, od tega od 2 do 3 FTE.

2.2.3.1 LifeWatch



e-Science and Technology European Infrastructure for Biodiversity and Ecosystem / Konzorcij evropske infrastrukture za e-znanost in tehnologijo za raziskave biotske raznovrstnosti in ekosistemov

www.lifewatch.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. Slovenija je poslala pristopno pismo 4. 5. 2016, polnopravna in ustanovna članica LifeWatch ERIC pa je postala ob njegovi vzpostavitvi 17. 3. 2017. V pripravljalni fazi LifeWatch Slovenija formalno ni sodelovala, je pa bila ves čas v stiku prek ZRC SAZU. Projekt se v Sloveniji razvija v tesnem sodelovanju s projektom eLTER (gl. točko 2.1.2.1), gre tudi za istega koordinatorja ZRC SAZU in tudi več drugih skupnih akterjev iz nacionalnega konzorcija LifeWatch.SI, ki je bil ustanovljen 19. 11. 2015.

Opis infrastrukture

LifeWatch je distribuirana mednarodna raziskovalna infrastruktura s sedežem v Seville (Španija), ki združuje sistem morskih, kopenskih in sladkovodnih opazovalnic, skupni dostop do velikega obsega povezanih podatkov iz različnih baz in opazovalnic ter računske zmogljivosti v virtualnih laboratorijih z usmerjeno uporabniško podporo. Vsebinsko se dopolnjuje s projektom eLTER, in sicer s ciljem postati vodilna svetovna e-infrastruktura za raziskovanje zaščite, upravljanja in trajnostne rabe biotske raznovrstnosti in ekosistemov. Podatki mrež za opazovanje in zbiranje bioloških podatkov so obdelani ter z analitičnimi in modelirnimi orodji integrirani tako, da so dostopni vsem zainteresiranim. LifeWatch na inovativen način podpira dostop do integriranih podatkovnih baz ter s tem osvetljuje pomanjkljivosti v znanju in razumevanju življenja na Zemlji. Na evropski in multidisciplinarni ravni omogoča analiziranje in modeliranje podatkov z namenom ugotavljanja in spoznavanja vzorcev in mehanizmov na različnih stopnjah biotske raznovrstnosti. V infrastrukturi je poleg temeljnih znanstvenih raziskav enakovredno zastopana tudi aplikativna komponenta z vključenimi uporabniki, javnim in zasebnim sektorjem. LifeWatch se z raziskovalnimi cilji integrira z politiko EU na področju biodiverzitete in je njen bistveni sestavni del pri projektu GEOSS (Global Earth Observation System of Systems).

Raziskovalna infrastruktura je sestavljena iz virov in sredstev, e-infrastrukture, analitičnega centra in uporabnikov. Viri predstavljajo baze podatkov meritev in opazovanj, statistične operacijske programe, računalniške zmogljivosti, naprave in druga sredstva za analiziranje in modeliranje. E-infrastruktura prek identifikacijskega sistema, sprejema in obdelave podatkov, enotnega varnostnega in dostopnega protokola ter enotnega pomenskega slogovnika omogoča mehanizme za razširjanje specifičnih virov. Analitični center izvršuje naloge s sistemi za poenoten prenos integriranih podatkov, ki zaznajo in varno shranijo informacije ter jih pošljejo v računalniško mrežo. Zadnji gradnik te infrastrukture vključuje glavni portal z delovno-upravljalnim orodjem, ki omogoča uporabnikom ustvarjanje specifičnih domen in portalov z namenom podpiranja specifičnih raziskav (npr. kraška biodiverzitet). S tem je ustvarjeno specifično znanstveno okolje za izvajanje nadzora ter spremljanja nalog in orodij, ki prispevajo k reševanju velikih globalnih okoljskih izzivov.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Sodelovanje v LifeWatch omogoča Sloveniji predvsem dolgoročni razvoj in uporabo najsodobnejših raziskovalnih metod, pa tudi dostop do izkušenj in rešitev drugih nacionalnih mrež. Prek LifeWatch se krepi tudi sodelovanje nacionalnih partnerjev v komplementarnem projektu eLTER. V aktivnosti LifeWatch se Slovenija vključuje s širokim krogom slovenskih institucij, zbranih v okviru konzorcija LifeWatch-SI. Že od leta 2008 je bil kot partner v pripravljalnem projektu v dejavnosti LifeWatch vključen ZRC SAZU. Na ZRC SAZU, Inštitutu za raziskovanje krasa v Postojni, se vzpostavlja informacijsko in podatkovno središče za nacionalni del projekta. S pomembno raziskovalno infrastrukturo in storitvami na področju apliciranja molekularne biologije pri študiju biodiverzitete na območju Slovenije in jugovzhodne Evrope razpolagata tudi Univerza na Primorskem in Znanstveno-raziskovalno središče Koper. Proučevanje biotske raznovrstnosti v izbranih ekosistemih z uporabo tehnologije, ki zajema podatke na daljavo in ima najmanjši vpliv na prostor, bo Slovenijo še dodatno utrdilo v svetovnem vrhu prispevkov s področja speleobiologije in krasoslovja. Slovenija je s skoraj polovico kraškega ozemlja po bogastvu podzemeljske biodiverzitete v samem svetovnem vrhu. Podatki o bogati kraški favni, kraški flori in vegetaciji ter socio-ekonomskih vidikih, značilnih za izbrana kraška območja, bodo generirani v skupni bazi in ustrezno obdelani. Naše današnje vedenju o krasu, njegovi biodiverziteti in potrebi po varovanju krhkega ravnovesja bo dobilo višjo dodano vrednost ter povežalo raziskovanje, izobraževanje, mobilnost znanja in družbo sploh. S članstvom v LifeWatch sta povezani tudi organizacija različnih mednarodnih in domačih srečanj, delavnic in mednarodnih poletnih šol s področja okoljskih znanosti in upravljanja s podatki ter vključitev pri prijavah in aktivnostih projektov EU. Z afiliacijo LifeWatch so bili objavljeni tudi znanstveni članki in monografije.

Na področju izobraževanja so sodelavci slovenskega konzorcija LifeWatch-SI aktivni predavatelji in mentorji na Univerzi v Ljubljani, Univerzi v Novi Gorici, Univerzi v Mariboru in na Univerzi na Primorskem, kjer v svoja predavanja vključujejo pridobljena znanja in novosti iz projekta LifeWatch. Neposredno ali

posredno pa lahko to raziskovalno infrastrukturo uporabljajo tudi šolski profesorji in njihovi študenti ter laična zainteresirana javnost. Ker omogoča vzpostavitev odprte meta baze podatkov, ne bo služila zgolj izmenjavi podatkov v znanstveni sferi, ampak tudi širjenju znanja in novih spoznanj znotraj izobraževalnega procesa in tudi ostali zainteresirani javnosti.

Tudi za širšo družbo je raziskovalna infrastruktura LifeWatch izredno pomembna, saj omogoča zaščito in trajnostno upravljanje biodiverzitete, ki je ena izmed ključnih vrednot človeške družbe. Pričakovati je mogoče, da jo bodo prvenstveno uporabljali naravovarstveniki, upravljavci nacionalnih parkov in drugih biodiverzitetno pomembnih mest, naravoslovna stroka v znanstvene namene, občinske in državne službe pri povzemanju smernic in akcijskih planov zaščite biotske raznovrstnosti in ekosistemov. Tehnološka mreža za integriranje ekoloških in biodiverzitetnih podatkov v Sloveniji že povezuje raziskovalce in strokovnjake različnih multidisciplinarnih znanstvenih ved, ki se bodo vključili v dolgoročne biodiverzitetne raziskave. Na podlagi zbranih in obdelanih podatkov bodo pridobljene informacije o ogroženosti posameznih organizmov, skupin organizmov in habitatov. Protokol z vključenim prostorskim planom in merili za zaščito biodiverzitete bo omogočal varovanje mest z visoko stopnjo biodiverzitete. S tem bo raziskovalna infrastruktura prispevala k ohranjanju, zaščiti ter trajnostnemu upravljanju kraške naravne in kulturne dediščine v Sloveniji. Razviti bodo protokoli kot strokovna podpora pooblaščenecem pri izvajanju monitoringa in proučevanju globalnih podnebnih sprememb in njihovih posledic. Monitoring vodnih ekosistemov, ki se opravlja v okviru projekta LifeWatch, pripomore k razumevanju stopnje onesnaženosti okolja zaradi industrije ali gospodarstva. Na podlagi pridobljenih podatkov se oblikujejo naravovarstvene smernice za razvoj trajnostnega turizma v slovenskih kraških jamah ter tudi na objektih naravne UNESCO dediščine (npr. Škocjanskih jam). S prilagajanjem na nove razmere se zmanjšujeta ranljivost ekosistemov in škoda, ki jo vsako leto utrpimo zaradi podnebnih sprememb (poplave, suše, požari).

Finančni vidik

Sofinanciranje izvajanja nacionalnih dejavnosti in načrtovanega razvoja nacionalne infrastrukture smo začeli v okviru infrastrukturnega programa ZRC SAZU na ARRS v letu 2013. Zadnja vrednost letnega zneska znaša (od leta 2018 skupaj z eLTER) 125.000 evrov. Letna članarina za LifeWatch ERIC v denarju znaša 75.000 evrov (kar predstavlja 20 % celotne članarine, preostanek je pokrit v naravi). LifeWatch je tudi pridobil sredstva Evropske kohezijske politike v okviru RI-SI-LifeWatch v višini okoli 3,2 mio evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno infrastrukturo v okviru tega projekta (skupaj z eLTER) znašajo okoli 3,9 mio evrov. Sofinanciranje bo v prihodnjih letih po možnosti še naprej okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

V obdobju do leta 2030 so letni stroški ocenjeni na 0,5 mio evrov, od tega vsaj 5 FTE.

2.2.4 Podatkovna, računalniška in digitalna RI

2.2.4.1 PRACE



Partnership for Advanced Computing in Europe / Partnerstvo za napredno računalništvo v Evropi

www.prace-ri.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. Vanj se je 24. 1. 2012 najprej vključila Fakulteta za strojništvo Univerze v Ljubljani, ob prehodu projekta v naslednjo fazo PRACE 2.0 (2015–2020) pa je bil kot slovenski predstavnik v PRACE imenovan javni zavod Arnes. Arnes zastopa slovenske nosilce superračunalniške infrastrukture kot koordinator nacionalnega konzorcija v okviru Slovenskega superračunalniškega omrežja (SLING).

Opis infrastrukture

PRACE je temeljna vseevropska visokozmogljiva računalniška infrastruktura za omogočanje večje raziskovalne in aplikativne odličnosti na vseh znanstvenih področjih. Z visokozmogljivo računalniško infrastrukturo je pomembno povečala raziskovalne potenciale evropskega raziskovalnega prostora in s

tem konkurenčnost Evropske unije, kar ima pomembne pozitivne družbene učinke. PRACE je vzpostavljen kot mednarodna neprofitna organizacija (AISBL) s sedežem v Bruslju, v njem je zastopanih 26 držav članic EU, ki prek svojih pooblaščenih organizacij sodelujejo pri razvoju superračunalništva. Statut PRACE določa, da so lahko članice vladne organizacije ali pravne osebe, ki zastopajo vlado. V PRACE RI je lahko včlanjena le ena organizacija na državo članico Evropske unije ali pridruženo državo, kot je opisano v 217. členu Pogodbe o Evropski uniji. Poleg tega mora biti pravna oseba (na nacionalni ravni) odgovorna za zagotavljanje virov HPC in z njimi povezanih storitev. PRACE je organiziran v treh ravneh. Na najvišji ravni-0 bo tri do pet PRACE superračunalniških (HPC) evropskih centrov. Na ravni-1 so nacionalni centri, medsebojno povezani s tehnologijami mreže grid ali podobnimi tehnologijami, na ravni-2 pa so predvideni lokalni centri.

Projekt PRACE je eden od odgovorov Evrope na potrebe po vse večji računalniški moči v znanosti in industriji, ki je ni več mogoče optimalno zagotoviti le s kupovanjem zmogljivejših računalnikov. Organizacija PRACE zagotavlja, da so posamezne centre visokozmogljivega računalništva povezujejo v enotno evropsko superračunalniško infrastrukturo, povezano tudi z nacionalnimi, regionalnimi in lokalnimi centri, s čimer oblikuje znanstveno računalniško omrežje svetovnega ranga. Posebej pomembna vloga PRACE je tudi razvoj znanj in veščin za računanje na superračunalniških infrastrukturah s sodelovanjem vseh raziskovalnih disciplin. Namen PRACE je torej povezovati evropsko e-infrastrukturo z ambicijo, da bi EU postala vodilna na področju superračunalništva. Poleg sodelovanja pri povezovanju zelo zmogljivih računalnikov v okviru PRACE poteka s tem namenom še sodelovanje na področju virtualnih računalniških omrežij in podatkovnih skladišč z informacijskimi viri, porazdeljenimi po Evropi in povezanimi s hitrimi komunikacijskimi omrežji. PRACE tesno sodeluje s podobnimi pobudami, kot je European Grid Initiative (EGI). Posebej pomembno je sodelovanje PRACE z EuroHPC JU, ki je postal vodilna pobuda EU za razvoj področja superračunalništva. Vloga PRACE pri razvoju in delovanju EuroHPC je prenos znanj in dobrih praks pri razvoju in upravljanju superračunalniške infrastrukture.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

V Sloveniji je bil vzpostavljen nacionalni konzorcij SLING, v njem pa sodelujejo deležniki na področju računalništva, podatkov in oblčnih infrastruktur. Vsebinsko zaobjema področja, ki jih vključujejo PRACE, EGI, EUDAT, CECAM in vseevropsko superračunalniško podjetje EuroHPC JU. Osrednja vizija PRACE je združitev ključnih deležnikov, tako lastnikov opreme kot razvojnih in uporabniških skupin, ter vzpostavitev interdisciplinarnega in vsenacionalnega sodelovanja. Ta model se je obnesel ter dosegel enoten nastop in sodelovanje tudi pri vzpostavljanju nacionalne infrastrukture HPC RIVR v Sloveniji ter pri skupnih prijavih na projekte, kakršna sta EuroHPC Vega in EuroHPC Competence Centres. Slovenija se je z investicijo v nove sisteme in povečanjem sodelovanja prebila iz kroga manjših članic med članice s srednjo vlogo; z vključevanjem v konzorcij EuroHPC Leonardo pa bo Slovenija postala soupraviteljica enega od treh največjih sistemov EuroHPC, ki bodo v okviru PRACE tvorili novi pre-exascale Tier-0 evropskega superračunalništva.

PRACE bo obstoječi visokozmogljivi računalniški infrastrukturi v Sloveniji, ki je organizirana v okviru Slovenskega nacionalnega superračunalniškega omrežja (SLING), omogočil dostop do najnovejših znanj in dobrih praks na področju superračunalništva v EU. Tako povezovanje omogoča razvoj in upravljanje razpršenih računskih infrastruktur v Sloveniji za potrebe slovenskega raziskovalnega in izobraževalnega prostora. Na ta način je omogočena tudi boljša informacijska podpora slovenskemu sodelovanju v posameznih infrastrukturah ESFRI, kot sta na primer CLARIN in DARIAH, pa tudi v drugih vrhunskih raziskovalno-infrastrukturnih projektih, kot je CERN. Sodelovanje Slovenije v PRACE deluje predvsem kot dodatna zmožnost povezovanja in pomeni podporo horizontalni superračunalniški infrastrukturi, ki je uporabna za vse znanstvene vede. Tako dopolnjuje obstoječo infrastrukturo za potrebe e-znanosti in zlasti naravoslovnih ved oziroma ved o življenju in tehniki, ki potrebujejo visoko zmogljive računalniške in komunikacijske sisteme za obdelavo in prenos podatkov ter jim omogoča dostop do najzmogljivejših evropskih računalniških sistemov. Članstvo v PRACE pospešuje in optimizira razvoj in uporabo programskih orodij za reševanje računsko zahtevnih nalog v vzporednih in porazdeljenih avtonomnih omrežjih. Pri tem torej ne gre samo za razvoj superračunalnikov, ampak za razvoj vseh matematičnih znanj za poglobljeno numerično simuliranje na področjih biotehnologije, medicine, molekularne strukture, fizike delcev, fuzije, hidromehanike, aerodinamike, varstva okolja, ekonomije itd., kar bo prispevalo k razvoju teh in še drugih znanosti ter različnih informacijskih tehnologij. Članice SLING so v okviru razvojnih programov PRACE in nacionalnih dejavnosti intenzivno izvajale izobraževanja, ki so potekala v okviru programov PRACE, organiziranega mednarodnega vrhunkega dogodka European HPC Week v Ljubljani (FS UL in SLING) ter na vrsti delavnic in izobraževanj SLING. Članice so sodelovale pri organizaciji, izvedbi in infrastrukturni podpori izobraževanj tudi v okviru akademskih programov v dodiplomskem, magistrskem in doktorskem študiju in v okviru podoktorskega

izpopolnjevanja ter se vključile v program izobraževanja in prenosa znanja raziskovalcem, tehnikom in sistemskim inženirjem v okviru projekta HPC RIVR. Slovenski mladi raziskovalci se udeležujejo tudi izobraževanj in izmenjav v okviru programov PRACE. Nekaj odmevnih dogodkov so organizirali tudi v okviru dejavnosti CECAM.

Slovensko sodelovanje je od projektnega dela, ki se osredotoča na organizacijo izobraževanj in usposabljanja, sčasoma napredovalo na bolj strateško raven, kot so sodelovanje v znanstvenem svetu PRACE, sooblikovanje programa skupne dejavnosti z EuroHPC za vodenja razpisov in organizacije kompetenčnih centrov ter vključevanja v strateška telesa in organe PRACE in EuroHPC. Z močno pobudo Slovenije za izgradnjo skupne evropske infrastrukture v EuroHPC je Slovenija dobila podporo za lastno razvojno vlaganje v superračunalniške sisteme. Tako je koordinacija med razvojnim delom in strateškim vlaganjem v Sloveniji državo in raziskovalce ponesla v sam vrh evropske strategije in omogoča Sloveniji z investicijo v sistem EuroHPC Vega vzpostavitev enega najnaprednejših sistemov, ki se uporablja kot eksperimentalni vzorec novih tehnologij sistemov HPC na poti do zmogljivosti eksa-FLOP/s.

Finančni vidik

Stroški članstva Slovenije v PRACE 2.0 so okoli 110.000 evrov letno, vključno s članarino v višini okoli 55.000 evrov, in se financirajo prek Arnesovega letnega programa. Potrebe po investicijah v ustrezno povezavo in nadgradnjo nacionalne infrastrukture na tem področju: EuroHPC Vega, drugi centri s komponento HPC na KI, IJS, FIŠ, UM idr., ter vložki v drugo opremo, raziskovalno-razvojno delo in vzdrževanje na tem področju pa so znatno višji, kar presega zgolj članstvo v tem projektu in je predstavljeno v okviru poglavja o nacionalnih prednostnih področjih.

2.2.5 Zdravje in hrana

2.2.5.1 BBMRI



Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure / Raziskovalna infrastruktura bioloških zbirk in biomolekularnih virov

www.bbmri-eric.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z Revizijo NRRI 2016. Kot BBMRI-ERIC je bil vzpostavljen 3. 12. 2013. Slovenija v pripravljeni fazi tega projekta ni sodelovala, pristopno pismo je poslala 9. 7. 2021 in postala polnopravna članica BBMRI-ERIC 19. 11. 2021. Za izvajanje nacionalnih obveznosti BBMRI je bil decembra 2020 vzpostavljen nacionalni konzorcij v koordinaciji Univerze v Mariboru, Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo (FKKT UM), ki vključuje širši krog slovenskih raziskovalnih institucij na tem področju.

Opis infrastrukture

BBMRI združuje glavne evropske akterje na področju biobančništva – raziskovalce, biobančnike, industrijo in paciente ter spada med največje raziskovalne infrastrukture na področju zdravstvenih raziskav v Evropi. Prek nacionalnih vozlišč zagotavlja dostop do bioloških bank in biomolekularnih virov. Cilj BBMRI je izboljšati dostopnost in interoperabilnost obstoječih celovitih zbirk bioloških vzorcev iz različnih (pod)populacij Evrope ali redkih bolezni. Te zbirke vključujejo povezane podatke o dejavnikih, kot so zdravstveno stanje, prehrana, življenjski slog in okoljska izpostavljenost preiskovancev. Njegov namen je tudi zmanjšati razdrobljenost biomedicinske raziskovalne krajine z usklajevanjem postopkov in izvajanjem skupnih standardov ter spodbujanjem sodelovanja na visoki ravni.

BBMRI-ERIC ponuja podporo, storitve, orodja in strokovno znanje ter izmenjavo znanja in izkušenj o etičnih, pravnih in družbenih vprašanjih (ELSI), informacijskih tehnologijah (IT) ter upravljanju kakovosti (QM) za biobanke in raziskave biomolekularnih virov. BBMRI-ERIC tako zagotavlja dostop na enem mestu (angl. one-stop access) do zbirk evropske biobančne skupnosti in olajšuje izmenjavo vzorcev

(tkiva, krvne plazme itd.). Zagotavlja tudi strokovno znanje in storitve za spodbujanje dostopa drugim strankam, vključno z zasebnim sektorjem. V Evropi se na tej osnovi ustvarjajo pogoji za izboljšanje socio-ekonomske konkurenčnosti ter povečanja možnosti za pravičnejšo in učinkovitejšo zdravstveno oskrbo, kot so nove medicinske aplikacije, nove terapije, nove preventive, nova diagnostika, personalizirana ali stratificirana zdravila in nove biomedicinske industrije. Uporabniki BBMRI-ERIC tako lahko prihajajo z različnih področij znanosti in industrije. BBMRI-ERIC pospešuje razvoj osebne medicine in preprečevanja bolezni ter zaobjema nekatere potrebe tako temeljnih raziskav kot tudi biotehnoške in farmacevtske industrije. Tako omogoča izboljšave v zdravstveni oskrbi in premagovanje nekaterih ozkih grl pri odkrivanju in razvoju zdravil. BBMRI zagotavlja podporo temeljnemu raziskovanju in tudi hitremu prenosu izsledkov v aplikativne raziskave biotehnoških in farmacevtskih podjetij ter tako omogoča izboljšave v javnem zdravstvu. Potencialni uporabniki RI so raziskovalne skupine, izobraževalne ustanove in zlasti manjša podjetja, ki za svoje raziskave potrebujejo visokokakovostne in raznolike biološke vzorce za ugotavljanje vzrokov in poteka bolezni. Zagotavljanje velikega števila vzorcev je nujno potrebno tudi za biotehnoška in farmacevtska podjetja, ki se ukvarjajo z razvojem diagnostičnih testov. BBMRI se tako na evropski kot nacionalni ravni povezuje ter dopolnjuje z drugimi projekti biomedicinskega grozda, zlasti z ELIXIR, EATRIS in EuBI.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Vključitev Slovenije v BBMRI-ERIC bo dolgoročno pripomogla predvsem k mednarodno skladni tehnični standardizaciji in metodološki harmonizaciji bioloških virov, ki so trenutno slabo povezani in razpršeni po celotni državi, brez centralnega registra in pod okriljem posameznih raziskovalnih skupin in organizacij. Hkrati bo omogočila tudi dostop do drugih vzorcev in podatkov znotraj širše (pan)evropske povezave te raziskovalne infrastrukture. Glavni cilj projekta je izgradnja skupne nacionalne infrastrukture za biobanke in za upravljanje podatkov v enotnem digitalnem ekosistemu ter prenos inovacij v biobančno skupnost. Dolgoročni dosežki projekta bodo ustanovitev biobančne skupnosti v Sloveniji, povezava vzorcev in podatkov slovenskih biobank v skupno digitalno podatkovno platformo po mednarodnih standardih, pridobitev novega znanja in na koncu njegova uporaba za inovacijske aktivnosti na področju raziskav biomarkerjev. Vzpostavitev združljivega in vzdržnega biobančnega sistema ter enotne digitalne platforme v Sloveniji bo omogočila najsodobnejše načine rabe biobank v medicini in raziskavah. Novost je zlasti v združevanju komplementarnih strokovnih znanj, ki so na voljo v programskem območju, kar bo vodilo k povečanju raziskav na področju biomarkerjev in ustvarilo inovacije v biomedicinskih študijah. Razvoj različnih bioinformacijskih rešitev in orodij bo povečal intenzivnost razvojnoraziskovalnega dela, tako da bo omogočil nova odkritja znotraj obstoječih podatkov. Integracija biobančnih virov bo pospešila tudi mednarodno sodelovanje z vrhunskimi tujimi raziskovalnimi in medicinskimi skupinami, saj bo omogočila večje in kompleksnejše raziskovalne študije. V biobančnem konzorciju sodelujejo članice z vseh treh slovenskih javnih univerz, ki bodo biobančne vsebine vnašale v učne načrte svojih študijskih programov. Tako bodo razviti e-učni materiali in orodja uporabljeni za učenje bodočih znanstvenikov, strokovnjakov, podjetnikov in klinikov. Vsa bioinformacijska orodja (platforma za integracijo podatkov, orodja za e-učenje, nova raziskovalna orodja in metode), razvita v okviru nacionalnega konzorcija, se bodo prosto (odprta licenca) uporabljala v biobančni, medicinski in raziskovalni skupnosti v Sloveniji. BBMRI.SI bo pozornost namenjal tudi objavi poljudnoznanstvenih člankov, organizaciji okroglih miz in spletnih vsebin, s katerimi bo naslavljal društva bolnikov in drugo zainteresirano javnost. Za doktorske študente, specializante medicine, pa tudi za druge ravni in področja izobraževanje bo predstavljal neomejen vir človeških bioloških vzorcev in zdravstvenih podatkov, ki bodo olajševali pripravo raziskav in dvigovali njihovo kakovost.

Eden od dolgoročnih ciljev projekta je tudi večje izkoriščanje inovacijskega potenciala, ki leži v biobankah. Po zaslugi članstva v BBMRI-ERIC se bo postopoma povečala konkurenčnost obstoječih podjetij v biotehnologiji, farmaciji, IKT in zdravstvu. Farmacevtska panoga predstavlja tudi paradnega konja slovenskega gospodarstva z vrhunsko kvalificirano delovno silo in visoko dodano vrednostjo. BBMRI je prav tako pomemben za razvoj malih in mikro-biotehnoških podjetij na področjih medicinske tehnike in farmacije, katerih glavni problem je pogosto ravno dostop do po celi državi razpršenih bioloških in večkrat nedostopnih vzorcev in biomolekularnih virov. Prav biobanke (vzorci in podatki) so ključne za razvoj novih zdravil ter diagnostike in nege pacientov na področju personalizirane medicine.

Finančni vidik

Sofinanciranje izvajanja nacionalnih dejavnosti bomo začeli predvidoma v letu 2022. Članarina znaša okoli 26.000 evrov letno. Polnopravno članstvo BBMRI predpostavlja najprej ustrezen vložek v nadgradnjo nacionalne infrastrukture, ki je primerljiv z drugimi projekti na področju biomedicine.

Za obdobje do leta 2030 je skupna ocenjena vrednost za ta namen okoli 10 mio evrov, od tega polovica v obdobju nadgradnje nacionalnega centra (vozlišča). Poleg tega načrtujejo še do 13 FTE raziskovalnih

zaposlitev na letni ravni. Sofinanciranje nacionalnega vozlišča bo v prihodnjih letih, takoj ko bo mogoče, okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

2.2.5.2 EATRIS



European Advanced Translational Research Infrastructure in Medicine / Evropska raziskovalna infrastruktura za translacijske raziskave v medicini

www.staging.eattris.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRR 2011. Kot EATRIS ERIC je bil vzpostavljen 7. 11. 2013. Slovenija v pripravljeni fazi tega projekta ni formalno sodelovala, je pa prek Fakultete za farmacijo Univerze v Ljubljani (FFA UL) vseskozi vzdrževala stik z mednarodnimi koordinatorji projekta. S pismom o nameri, z dne 16. 5. 2013, je dodatno utrdila vezi med Slovenijo oziroma njeno raziskovalno skupnostjo na tem področju in EATRIS ter hkrati izrazila namero, da v prihodnosti postane opazovalka ali članica. Slovenija je poslala pristopno pismo 2. 3. 2016 in v maju 2016 je postala polnopravna članica EATRIS ERIC.

Opis infrastrukture

Cilj projekta EATRIS je vzpostavitev vrhunske mednarodne infrastrukture za translacijske raziskave na področju biomedicine, vključno s farmacijo, ki spodbuja inovativnost in vizijo iskanja novih podjetniških možnosti na področju biomedicinskih raziskav, razvoja zdravil in optimizacije učinkovitosti uporabe zdravil ter omogoča lažje, boljše in učinkovitejše povezovanje posameznih raziskovalcev in raziskovalnih centrov s teh področij po Evropi. EATRIS je odgovor na globalni problem upadanja števila novih zdravil kljub neprestano večjim vlaganjem v razvoj. Poglavitne razloge za to farmacevtska in zdravstvena stroka vidi v preveliki razdrobljenosti raziskav na posamezne manjše projekte tako na ravni posameznih institucij kot tudi nacionalno in globalno. Naslednji razlog je zahtevna infrastruktura, kamor spadajo draga visoko specializirana oprema ter dostop do ustreznih predkliničnih modelov in vitro in in vivo ter kompleksnost izvedljivosti kliničnih študij. Kot odgovor na pomanjkljivosti v raziskavah in razvoju zdravil se je razvil koncept translacijskih raziskav. Angleški izraz »translational medicine« se lahko interpretira kot translacijske raziskave na področju farmacije (medicine = zdravilo) ali v medicini kot medicinski stroki, ki opravlja zdravstvene storitve na bolniku oziroma za bolnika. Obe dejavnosti sta strateškega pomena za razvoj področja, obe infrastrukturi je treba razvijati komplementarno in v sinergiji. Raziskovalna oprema EATRIS služi razvoju najsodobnejših diagnostičnih metod in terapevtskih pristopov, vključujoč genomske, celične in slikovne tehnologije za biomedicinske raziskave. Bistvo translacijskih raziskav je zagotoviti, da nova dognanja in terapevtsko-diagnostične možnosti dejansko in čim hitreje pridejo do pacientov ali populacije, ki so ji namenjena, in da se na njih pravilno uporabijo. S povezovanjem partnerjev iz različnih sfer (akademičnih, raziskovalnih, zdravstvenih in gospodarskih) se želi doseči dosledno uvajanje načel translacijskih raziskav v prakso ter s tem boljši in hitrejši pretok in izmenjavo znanj, novih dognanj in izraženih potreb med posameznimi partnerji: iz bazičnih raziskovalnih laboratorijev na kliniko oziroma v industrijsko okolje ter prenos zapletenih kliničnih in razvojnih problemov v laboratorije za osnovne raziskave.

V okviru pripravljalnega projekta EATRIS so bili povezani partnerji iz več držav EU, ki dosegajo visoko raven infrastrukture na področju translacijskih raziskav v biomedicini in farmaciji. Povezani so bili v mrežo infrastrukturnih centrov ter zavezani k sodelovanju in koordinaciji na normativnem, znanstvenem in strokovnem področju. Interaktivni pristop EATRIS poleg raziskovalcev in izvajalcev zdravstvene oskrbe vključuje tudi preiskovance ali paciente v postopku individualiziranega zdravljenja, zaradi česar je infrastruktura organizirana v mrežo visoko specializiranih partnerskih centrov. Njihov pomen je tudi v standardizaciji postopkov, harmonizaciji predpisov in v uvajanju visokih standardov varnosti na področju kliničnih raziskav. Koncept EATRIS je zato multicentričen ter zajema vse faze raziskav in razvoja zdravil od raziskav patogeneze, izdelave diagnostičnih biooznačevalcev, prek sinteze novih molekul do prve faze kliničnega testiranja bodisi novih učinkovin bodisi diagnostičnih označevalcev.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Fakulteta za farmacijo Univerze v Ljubljani (FFA UL) je že v letih 2007 in 2008 koordinatelj EATRIS posredovala izraz interesa za sodelovanje. Za ta namen je bil na FFA UL vzpostavljen Nacionalni center (vozlišče) EATRIS-TRI.si, ki ima status slovenskega vozlišča EATRIS in zagotavlja podporo slovenskim raziskovalnim ustanovam na tem področju. FFA UL je kot koordinatelj nacionalnega centra oblikovala mrežo partnerskih organizacij v Sloveniji, ki delujejo na področju translacijskih raziskav personalizirane terapije in medicine. V konzorcij so se tesneje povezale tri ustanove, ki tudi dejavno sodelujejo v platformah EATRIS ERIC, in sicer UL FFA s kompetencami na področju identifikacije in validacije specifičnih tarč za izbrane bolezni in razvoj bioloških označevalcev, načrtovanje, sintezo in razvoj novih spojin, izdelavo prototipa zdravil, fizikalno-kemijsko in biofarmacevtsko vrednotenje ter analizo zdravil, potem Univerza v Mariboru Medicinska fakulteta (MF UM) s kompetencami na področju načrtovanja in razvoja bioloških označevalcev v diagnostiki in raziskavah bolezenskih stanj ter Kemijski Inštitut (KI) s kompetencami za načrtovanje, sintezo in razvoj novih spojin ter fizikalno-kemijsko vrednotenje učinkovin. Poleg teh pa v širšem konzorciju sodeluje več raziskovalnih institucij, javnih zavodov in agencij. Z vzpostavitvijo nacionalnega vozlišča je bilo omogočeno strateško povezovanje partnerjev, dostopanje do vseh relevantnih informacij in infrastrukture ter dan prispevek k uravnoteženemu razvoju kohezijskih regij. Omogočilo je izvajanje raziskav na področju personalizirane medicine in translacijskih raziskav v farmaciji, konzorcij dosega tudi sinergije za skupne nastope v mednarodnih programih ter zagotavlja učinkovit prenos in izmenjavo znanj.

Vključitev v EATRIS ERIC prinaša najprej povezovanje in izmenjavo ekspertov iz različnih ustanov, članic EATRIS in svetovanje, prinaša možnosti za aktivno sodelovanje v organih in aktivnostih EATRIS ter organizacijo in razširitev pedagoških aktivnosti. Dosežki vključujejo vrhunske znanstvene publikacije in patentne prijave sodelavcev institucij partneric konzorcija. V okviru EATRIS se odpirajo dodatne možnosti za ponudbe storitev na trgu in za prijave skupnih mednarodnih projektov, na primer v projektu O2020 EATRIS-PLUS, ki je namenjen krepitvi zmogljivosti in zagotavljanju inovativnih znanstvenih orodij za doseganje trajnosti na področju personalizirane medicine. Dostop do najsodobnejše infrastrukture v smislu fizične opreme, uvajanja standardov in harmonizacije postopkov omogoča raziskovalcem enakovreden položaj pri kandidiranju za velike aplikativne projekte (klinične študije) ter doseganje vrhunskih rezultatov na področju farmacevtskih znanosti, klinične biomedicine, medicine in biotehnologije. Z vzpostavitvijo sodobnega multidisciplinarnega in multicentričnega raziskovalnega in inovacijskega sistema se krepi tudi mednarodno sodelovanje z vpetostjo v velike infrastrukturne povezave. Tako povezovanje omogoča več avtonomije in odgovornosti javnih raziskovalnih organizacij, večjo mobilnost raziskovalcev, študentov in profesorjev, boljši prenos znanja v gospodarstvo, v sistem javnega zdravstva in do strokovne in laične javnosti ter učinkovit sistem varstva intelektualne lastnine. Vsi konzorcijski partnerji se komplementarno povezujejo na osi translacijskih raziskav na področju razvoja bioloških označevalcev in zdravil. Raziskovalna oprema EATRIS-TRI.si se uporablja za razvoj najsodobnejših diagnostičnih metod in terapevtskih pristopov, vključujoč genomske in celične tehnologije. V okviru partnerstva EATRIS ERIC je v načrtu tudi skupna prijava projekta Teaming AdPharma, ki bo namenjen nadgradnji raziskovalne infrastrukture na področjih naprednih terapij, pred-kliničnega razvoja zdravil in translacijskih raziskav, s tem pa krepitvi inovacijske sposobnosti in konkurenčnosti slovenskega raziskovalnega prostora.

Pomemben vidik delovanja EATRIS je izobraževalna vloga. Sodobna infrastruktura in mednarodna povezanost prispevata k boljšemu izobraževanju mladih in motivaciji pri nadaljevanju njihove raziskovalne kariere na področjih translacijskih raziskav. EATRIS je vpet v dodiplomske študijske programe prek diplomskih in magistrskih nalog, predvsem pa v doktorske in vseživljenjske študijske programe. Slovenski center sodeluje pri izobraževanju doktorskih študentov in podoktorskih raziskovalcev ter pri izvajanju bazičnih in aplikativnih raziskovalnih projektov, kar pomembno vpliva na razvoj kadrov in preprečevanje bega možganov. Na področju razširjanja znanja in izobraževanja so pomembne tudi diseminacijske aktivnosti med slovenskimi raziskovalci in farmacevtsko stroko, zlasti z organizacijo promocijskih dogodkov, izobraževalnih delavnic za sodelovanje v dejavnostih EATRIS in glede vprašanj zaščite intelektualne lastnine na področju medicinskih inovacij. Omogočeno je tudi sodelovanje v številnih izobraževalnih programih EATRIS. Primer je projekt ADVANCE (<https://eatris.eu/projects/advance/>), namenjen izobraževanju novih generacij raziskovalcev na področjih naprednih imunskih, genskih in celičnih terapij.

Nadgradnja trenutnih raziskovalnih potencialov na področju aplikativnih biomedicinskih raziskav in uveljavljanje konceptov translacijskih raziskav EATRIS omogočata tudi hitrejše prilagajanje novim svetovnim trendom in prispevata h konkurenčnosti slovenske farmacevtske industrije. Prispevata k uveljavitvi pravnih in strokovnih standardov na področju aplikativne biomedicine, kot na primer ustanavljanje spin-off podjetij in podpora srednje velikim podjetjem, gospodarskim središčem in

kompetenčnim centrom na tem in podpornih tehnoloških področjih. Omogočata standardizacijo postopkov predkliničnih raziskav in raziskav prve faze kliničnih preizkušanj ter hitrejšo implementacijo diagnostičnih metod. Poleg krepitve inovacijskega potenciala in dviga konkurenčnosti prinaša vključitev v EATRIS tudi številne druge pomembne socio-ekonomske učinke in splošne koristi za slovensko družbo sploh, med drugim s podporo preventivni in personalizirani medicini, s prispevkom k boljšim diagnostičnim in terapevtskim pristopom ter k učinkovitemu in ekonomičnemu zdravljenju.

Finančni vidik

Sofinanciranje izvajanja nacionalnih dejavnosti in načrtovanega razvoja nacionalne infrastrukture EATRIS smo začeli v okviru infrastrukturnega programa FFA UL na ARRS v letu 2013. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 120.000 evrov. Letna članarina za EATRIS ERIC znaša 65.000 evrov. EATRIS je tudi pridobil sredstva Evropske kohezijske politike v okviru RI-SI-EATRIS v višini okoli 2 mio evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno infrastrukturo projekta znašajo skupaj okoli 2,9 mio evrov. Sofinanciranje bo v prihodnjih letih po možnosti še naprej okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

V obdobju do leta 2030 so skupni stroški ocenjeni na okoli 14 mio evrov, pri tem je vključena načrtovana rast vlaganj v raziskovalno-razvojno delo s ciljem doseči 6 FTE na letni ravni, poleg samega vzdrževanja in nadaljnjega posodabljanja opreme pa je v oceno vključena tudi znatna investicija v prostore. V okviru dejavnosti za zajezitev covida-19 je načrtovana aktivna vključitev slovenskega EATRIS v razvoj novih zdravil in cepiv za obvladovanje bolezni, pri čemer so predvidene dejavnosti v višini od 3 do 5 FTE za obdobje treh let.

2.2.5.3 ELIXIR



The European Life-Science Infrastructure for Biological Information / Evropska infrastruktura za vede o življenju in biološke informacije

www.elixir-europe.org

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2006 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov v NRRI 2011. Slovenija je s podpisom memoranduma o soglasju 19. 10. 2011 od samega začetka sodelovala pri pripravi ustanovitvenih dokumentov in strateških usmeritev delovanja in financiranja ELIXIR. 13. 2. 2016 je Slovenija ratificirala mednarodni konzorcijski sporazum ELIXIR (ELIXIR Consortium Agreement, ECA), svet ELIXIR pa je potrdil polnopravno članstvo 23. 2. 2016. Na poziv mednarodnega konzorcija ELIXIR za izraz interesa za izgradnjo vozlišč kot nacionalnih platform ELIXIR se je javil konzorcij Centra za funkcijsko genomiko in biočipe Inštituta za biokemijo Medicinske fakultete Univerze v Ljubljani (CFGBC), ki je združeval v konzorcij 16 članov z akademskega področja, predstavnike raziskovalnih inštitutov, kliničnih inštitutov in farmacevtske industrije. Po formalizaciji članstva v projektu sta se v letu 2018, na temeljih konzorcija CFGBC, oblikovala nacionalni konzorcij ELIXIR in nacionalno vozlišče ELIXIR-SI s sedežem na UL MF, ki je tudi vodilni partner oziroma koordinator ELIXIR-SI.

Zaradi ukinitve projekta ISBE (Infrastructure for Systems Biology Europe / Infrastruktura za sistemsko biologijo) na mednarodni ravni sta podobno kot v nekaterih drugih partnerskih državah v načrtu prenos in vključitev aktivnosti konzorcija ISBE.SI v vozlišče ELIXIR-SI, in sicer v obliki razširitve dejavnosti vozlišča ELIXIR-SI na področju sistemske biologije in sistemske medicine (skupnost ELIXIR-SI-SB). Dejavnosti sistemske biologije v okviru skupnosti ELIXIR-SI-SB bo vodil Nacionalni inštitut za biologijo (NIB, tudi koordinator nacionalnega konzorcija ISBE.SI, ki je bil vzpostavljen leta 2017), sistemsko medicino pa bo razvijala predvsem UL MF.

Opis infrastrukture

ELIXIR je distribuirana mednarodna raziskovalna infrastruktura za biološke informacije v Evropi, za podporo raziskavam ved o življenju, njihovega prenosa v medicino in okolje, v bioindustrijo in v družbo sploh. Vzpostavljen je bil kot posebni projekt Evropskega laboratorija za molekularno biologijo (EMBL), s sklenitvijo konzorcijskega sporazuma ELIXIR (ELIXIR Consortium Agreement, ECA), ki je začel veljati 13. 1. 2014. Trenutno ima ELIXIR 22 članic in eno državo opazovalko oziroma povezuje vozlišča iz 21 držav in EMBL-EBI. Usklajevanje poslanstva in dejavnosti ELIXIR ter vključevanje njegovih vozlišč

izvaja in upravlja središče, ki je sestavni del strukture EMBL in se nahaja na EMBL-EBI v Hinxtonu (UK). Središče ELIXIR je, poleg usklajevalne vloge, še naprej tudi vir temeljnih podatkov in domovanje Evropskega podatkovnega centra. ELIXIR je organiziran kot transnacionalna mreža informacijskih virov, storitev in orodij s področja ved o življenju, ki je koordinirana na evropski ravni ter je komplementarna aktivnostim in prioritetam na ravni posameznih držav. V njenem okviru se pridobivajo osnovni in specializirani biološki podatki, dostopna so že določena orodja in storitve za integracijo podatkov iz različnih virov, omogoča pa tudi usposabljanja in izobraževanja za uporabnike. ELIXIR združuje (bio)informatike, z namenom povečevanja skupnih zmogljivosti arhiviranja, integriranja, analiziranja in izkoriščanja obsežnih visokogostotnih in heterogenih podatkov, ki jih ustvarjajo sodobne raziskave na področju ved o življenju. Poslanstvo ELIXIR je predvsem podatkovna znanost (data science), ki se ukvarja z dolgotrajnim upravljanjem podatkov, s podatkovnimi viri, standardi s primeri dobre prakse, orodji, storitvami, infrastrukturo informacijskih in komunikacijskih tehnologij (IKT) ter promocijo, usposabljanjem in izobraževanjem kadrov. Za upravljanje podatkov je bilo, v prvi fazi, treba imeti zagotovljeno ustrezno infrastrukturo, ki podatke generira, kot so na primer najzmogljivejše aparature za naslednje generacije sekvenciranja. ELIXIR v Evropi bo še naprej prispeval k izboljšanju zdravstvene oskrbe v smislu boljšega razumevanja in obvladovanja bolezni ter zgodnejše diagnoze in prognoze, k trajnostni pridelavi kakovostne hrane v zadostnih količinah s pomočjo poglobljenih informacij o rastlinskih genomih, h kompetitivni farmacevtski in biotehnoški industriji ter k varovanju okolja.

Z ukinitvijo projekta ISBE se v okviru ELIXIR tudi na evropski ravni načrtuje vzpostavitev skupnosti za sistemsko biologijo in sistemsko medicino. Sistemsko biologija je interdisciplinarna veja ved o življenju, ki vodi v celovitejše razumevanje delovanja živih bitij. Vključuje integracijo podatkov in kvantitativne računske modele, ki skupaj omogočajo razumevanje in reševanje kompleksnih bioloških problemov. Sistemsko medicino je interdisciplinarno študijsko področje, ki sisteme človeškega telesa obravnava kot del integrirane celote, ki vključuje biokemične, fiziološke in okoljske interakcije. Sistemsko medicino temelji na sistemski znanosti in sistemski biologiji ter obravnava kompleksne interakcije v človeškem telesu glede na pacientovo genomiko, vedenje in okolje. Pomembna tema v sistemski biologiji in sistemski medicini je razvoj računskih modelov, ki opisujejo napredovanje bolezni in učinek terapevtskih posegov. Računski modeli lahko predvidijo obnašanje biološkega sistema na ravni molekul, celic in tkiv, skozi prostor in čas. Taka raven raziskav lahko pomembno vpliva na razvoj metodologij zdravljenja (npr. za kompleksne bolezni, kot so presnovna ali rakava obolenja), vzpostavljanje pridelave varne hrane in industrijske biotehnologije ter bo zagnala različna področja bioekonomije. Uporaba infrastrukture bo povečala temeljno znanje od ravni molekul in celic do celotnih organizmov ter vodila do novih aplikacij v biomedicini, kmetijstvu in okolju. Pozitivno bo vplivala na prihodnje zdravstveno varstvo in tehnološki razvoj, povezan z vedami o življenju, kar bodo občutili evropska družba, industrija in gospodarstvo.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

Načrtovana korist vključitve Slovenije v ELIXIR je predvsem v tem, ker Slovenija ustrezne nacionalne infrastrukture na področju ved o življenju še ni imela. Zato je bilo smiselno združevati aktivnosti pri gradnji infrastrukture za upravljanje podatkov (podatkovno vozlišče) in infrastrukture za pridobivanje podatkov (predvsem infrastruktura naslednjih generacij sekvenciranja). Podatkovno vozlišče bo omogočalo enostavno in standardizirano izmenjavo podatkov ter souporabo orodij in storitev v Sloveniji in tudi z vozlišči ELIXIR drugih partnerskih držav. Načrtovane so storitve za pomoč raziskovalcem ved o življenju, predvsem na področjih bio(medicinske) informatike, bioinformatičnih analiz, podatkovnega rudarjenja in biostatistike. Z zagonsko infrastrukturo naslednjih generacij sekvenciranja in podatkovnim vozliščem ELIXIR-SI bo Slovenija lahko zagotovila ustrezne »omske« podatke s področja biodiverzitete, predvsem rastlinske, živalske in mikrobne. Vzpostavljena infrastruktura bo pripomogla tudi k vzpostavljanju bolj kakovostne in personalizirane zdravstvene in prehranske oskrbe, k skrbi za ohranjanje okolja ter k okolju prijaznemu in obnovljivemu gospodarstvu na vseh področjih, povezanih z biosfero. Uporaba raziskovalne infrastrukture ELIXIR je pomembna tudi za okrepitev sodelovanja z manjšimi podjetji na področju biomedicinskih in biotehnoških znanosti. ELIXIR-SI se je na mednarodni ravni do zdaj osredotočal predvsem na vidike usposabljanja in upravljanja podatkov. V tem kontekstu se delovanje ELIXIR-SI vsebinsko povezuje tudi z drugimi projekti NRRI na področju biomedicine, zlasti z EATRIS, EuBI, BBMRI in do nedavnega ISBE, pa tudi s sorodnimi evropskimi in mednarodnimi infrastrukturnimi pobudami (npr. B1MG, Health-RI, 1+MG, GoE, GA4GH, GOBLET) in e-infrastrukturami (npr. SLING, EOSC, EuroHPC JU).

Vizija ELIXIR-SI je izgradnja nacionalne raziskovalne infrastrukture za področje ved o življenju v treh delih, in sicer: (1) osrednje nacionalno podatkovno vozlišče za podatke z različnih področij ved o življenju; (2) zagonska nacionalna infrastruktura, ki omogoča tudi pridobivanje visokogostotnih

podatkov, ter (3) središče za izobraževanje s področja bioinformatičnih orodij in storitev. Nacionalna raziskovalna infrastruktura ELIXIR-SI bo s svojo opremo in kadri pomagala uporabnikom pri raziskavah predvsem na področjih: (1) raziskave o podatkih in dela s podatki (suhi laboratorij); (2) omenske tehnologije na področju biomedicinskih raziskav bolezni pri modelnih sistemih ter raziskave različnih mikroorganizmov in rastlin (zagonski eksperimentalni laboratorij); (3) promocije, usposabljanja in izobraževanja na daljavo kot nadgrajevanje izobraževalnega središča.

Raziskave o podatkih in delo s podatki (suhi laboratorij) bosta oblikovala temelj podatkovnega vozlišča ELIXIR-SI. Cilj je dolgotrajno upravljanje podatkov, vključno s pripravo načrtov upravljanja in standardi in primeri dobre prakse. Vključena je tudi (bio)informatična analiza in interpretacija podatkov, pri čemer se bodo uporabljali IKT infrastruktura ter orodja in bioinformatične storitve. Infrastruktura bo s hitrimi povezavami povezana med posameznimi partnerji ELIXIR-SI ter prek nacionalne e-infrastrukture tudi z nacionalno superračunalniško (HPC) infrastrukturo in drugimi vozlišči mednarodnega ELIXIR. Strategija vključuje nadgradnjo infrastrukturne opreme in izobrazbo ustreznih kadrov – skrbnikov opreme kot ključnih elementov infrastrukture. Oprema in usposobljeni kadri morajo, če je le mogoče, tvoriti neločljive enote osrednjih sklopov (angl. core facilities) za posamezne dejavnosti, da olajšajo delo posameznim raziskovalcem. Promocija in naročanje storitev ELIXIR-SI (informacijske storitve, podatkovne zbirke in orodja) za domače in tuje raziskovalce bo potekala prek skupne vstopne točke spletišča ELIXIR-SI (<https://elixir-slovenia.org>). Za vsa področja je po potrebi in v sodelovanju s partnerji iz evropske mreže ELIXIR organizirano tudi izobraževanje.

Srednjeročni načrt za podatkovno vozlišče je vzpostavitev nacionalnega vozlišča evropskega distribuiranega arhiva EGA (European Genome-phenome Archive), t. i. federated EGA (FEGA). V načrtu je tudi dodatna aktivnost vozlišča ELIXIR-SI na področju sistemske biologije (ki jo je do zdaj vodil NIB v okviru ISBE). To je v skladu usmeritvami projekta na krovni ravni, kjer partnerji ELIXIR-SI aktivno sodelujejo pri ustanavljanju področja sistemske biologije in sistemske medicine v okviru mednarodnega konzorcija ELIXIR.

Pomembno poslanstvo ELIXIR-SI je razširjanje znanja za različne zainteresirane javnosti, pa tudi dejavnost usposabljanja za različne uporabnike. V okviru projekta se to izvaja prek različnih tečajev in šol, povezanih s podatki ter bioinformatičnimi orodji in storitvami, prek organizacije dogodkov in kot pomoč pri mreženju s predstavniki drugih nacionalnih vozlišč. V obdobju 2015–2019 so bili sodelavci ELIXIR-SI dejavno udeleženi na prek 160 dogodkih, od tega pri organizaciji prek 50 šol in tečajev. V registru orodij in storitev ELIXIR se od leta 2015 razvija platforma za učenje na daljavo ELIXIR-SI (ELIXIR-SI eLearning Platform, EeLP) za upravljanje (odprtih) učnih gradiv za učenje na daljavo in tečaje. Tečaje in gradiva razvijajo skupaj s drugimi vozlišči ELIXIR v skladu z načeli Trainground.

Z vzpostavitvijo trajne distribuirane nacionalne infrastrukture ELIXIR-SI bo v Sloveniji omogočena bolj kakovostna zdravstvena in prehranska oskrba. Velik del tega je tudi ozaveščanje klinikov in tudi širše populacije, kar konzorcij ELIXIR-SI zagotavlja prek organizacije znanstvenih dogodkov in simpozijev, namenjenih širokemu spektru udeležencev in ozaveščanju širše javnosti. Z zagotovljeno infrastrukturo in novimi načini raziskovanja se prek različnih izobraževanj vpeljujejo nove metode v klinično diagnostiko za lažje napovedovanje in preprečevanje različnih diagnosticiranih obolenj. Ne nazadnje se bo tudi lažje sledila genetska raznolikost virusov in drugih mikrobov. ELIXIR-SI si prizadeva tudi za povezovanje akademske sfere z gospodarstvom in industrijo. Cilji tega sodelovanja so standardizacija dogodkov, izobraževanj, materialov in kadrov z namenom, da bi bil zagotovljen hitrejši in učinkovitejši prenos informacij v gospodarski sektor.

Finančni vidik

Sofinanciranje izvajanja nacionalnih dejavnosti in načrtovanega razvoja nacionalne infrastrukture ELIXIR smo začeli v okviru infrastrukturnega programa UL MF na ARRS v letu 2013. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 145.000 evrov. Letna članarina za ELIXIR znaša okoli 18.000 evrov. ELIXIR-SI je tudi pridobil sredstva Evropske kohezijske politike v okviru operacije RI-SI-ELIXIR v višini okoli 5,2 mio evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno infrastrukturo projekta znašajo skupaj okoli 6,15 mio evrov. Ločeno sofinanciranje dejavnosti za potrebe priprave projekta ISBE smo začeli v okviru infrastrukturnega programa NIB na ARRS v letu 2018, zadnja vrednost je bila 65.000 evrov, skupaj pa vlaganja v ISBE do zdaj znašajo okoli 200.000 evrov. Sofinanciranje nacionalnega vozlišča bo v prihodnjih letih, vključno s potrebami nadgradnje zmogljivosti sistemske biologije (skupnost ELIXIR-SI-SB), še naprej okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

V obdobju do leta 2030 so skupni stroški ELIXIR, vključno z razširjeno dejavnostjo na področju sistemske biologije in sistemske medicine, ocenjeni na okoli 0,8 mio evrov letno. Od tega bi za polno delujoče vozlišče ELIXIR-SI na letni ravni potrebovali do 18 FTE, pri čemer gre zlasti za skrbnike opreme, manjši del sredstev pa tudi za vodenje ELIXIR-SI. Od tega bi za področje sistemske biologije (skupnost ELIXIR-SI-SB) potrebovali skupaj vsaj 1 mio evrov dodatnih sredstev v obliki nove opreme in

visoko usposobljenega kadra. Skupni stroški delovanja vozlišča ELIXIR.SI s pridružitvijo nekdanjega konzorcija ISBE.SI bodo manjši, kot bi bila vsota ločenih stroškov za ELIXIR-SI in ISBE.SI.

2.2.5.4 Euro-BiolMaging



European Research Infrastructure for Imaging Technologies in Biological and Biomedical Sciences /
Evropska raziskovalna infrastruktura za slikovne podatke v bioloških in biomedicinskih vedah

www.eurobioimaging.eu

Status

Projekt je bil uvrščen na prednostni seznam ESFRI Roadmap 2008 in na nacionalni prednostni seznam mednarodnih projektov z Revizijo NRRI 2016. Kot Euro-BiolMaging ERIC je bil vzpostavljen 6. 11. 2019. V pripravljalni fazi Slovenija formalno ni sodelovala, je pa raziskovalna skupnost na čelu z Medicinsko fakulteto Univerze v Ljubljani (MF UL) zlasti v zadnji fazi priprave vzdrževala neposredne stike s koordinatorji projekta z namenom, da se Slovenija vključi v to raziskovalno infrastrukturo kot polnopravna članica. Prijavo za polnopravno članstvo je dala 8. 4. 2020 in postala polnopravna članica Euro-BiolMaging ERIC v maju 2020. Za izvajanje nacionalnih obveznosti Euro-BiolMaging je bil junija 2018 vzpostavljen nacionalni konzorcij v koordinaciji MF UL, ki vključuje širši krog slovenskih raziskovalnih institucij na tem področju.

Opis infrastrukture

Euro-BiolMaging (ali kratko tudi EuBI) je mednarodna raziskovalna infrastruktura, ki povezuje tehnologije na področju biološkega, biomolekularnega in medicinskega slikanja. Projekt Euro-BiolMaging zagotavlja obsežen odprt dostop za fizične uporabnike s področja ved o življenju do najsodobnejših slikovnih tehnologij. Ponuja slikovno podatkovno podporo in usposabljanje za uporabnike in ponudnike infrastrukture ter stalno vrednoti in vključuje nove slikovne tehnologije, da bi tako zagotavljal trajnost vrhunskih storitev. Euro-BiolMaging tvori komplementarna ter med seboj tesno povezana in geografsko razporejena vozlišča (specializirane slikovne zmogljivosti) v vseh partnerskih državah. Infrastrukturo upravlja Euro-BiolMaging Hub kot podporna in koordinativna enota s sedežem na Finskem. Hub zagotavlja virtualno vstopno točko, prek katere so uporabniki usmerjeni do njihove želene tehnologije, kot jo ponujajo vozlišča Euro-BiolMaging. Napredne in inovativne slikovne tehnologije postajajo čedalje pomembnejše za analizo molekularne dinamike v celicah in organizmih ter kot take nudijo naprednejše pristope kot standardne biokemijske ali citokemijske metode. Kljub temu evropski raziskovalci na področjih ved o življenju pogosto nimajo dostopa do pionirskih slikovnih tehnologij. Euro-BiolMaging zmanjšuje to vrzel z usklajevanjem in distribuirano ponudbo slikovne infrastrukture odprtega dostopa za zunanje uporabnike iz drugih evropskih raziskovalnih ustanov. Tak odprtodostopni model prinaša številne koristi za znanstveno skupnost: zmanjšuje pomanjkanje strokovnega osebja in visoke stroške za posamezne institucije za vzpostavitev inovativnih slikovnih tehnologij, povečuje se mednarodno sodelovanje in spodbuja prenos znanja med evropskimi raziskovalci.

Euro-BiolMaging bo omogočil znanstvenikom iz ved o življenju, najsaj ti delajo v akademski sferi, zdravstveni oskrbi ali industriji, dostop do širšega niza prepotrebnih naprednih slikovnih tehnologij in znanja ter tudi premoščanje od bazičnih bioloških do medicinskih in kliničnih raziskav. V praksi bo Euro-BiolMaging kot prvo ponudil fizični dostop do vrhunskih slikovnih tehnologij na vozliščih, vključno z naprednimi sondiranjem, strokovnim znanjem in usposabljanjem, metodami, programsko opremo in orodji za analizo. Kot drugo pa bo omogočal virtualni dostop do skupnih slikovnih podatkovnih storitev, ki jih ponuja hub, kot so programska orodja za obdelavo slik, skupni repozitoriji za referenčne nize slikovnih podatkov za skupno rabo in ponovno uporabo ter skladiščenje v oblaku in računske storitve v akademski lasti. Znatno izboljšani pogoji ne bodo le omogočili Evropi, da si zagotovi vodilni položaj v slikovnih tehnologijah v svetu in odpira nova področja raziskav, ampak bodo prispevali tudi k temeljnemu napredku pri molekularnem razumevanju zdravja in bolezni. Tako bo omogočen nov in hitrejši razvoj zdravil, kar bo vodilo do boljše diagnostike, zdravljenja in preprečevanja bolezni, s tem pa tudi do povečanja kakovosti življenja bolnikov. Poleg tega bo Euro-BiolMaging zagotovil temeljno slikovno infrastrukturo za evropske znanstvenike, da bodo lahko razvijali inovativne rešitve za druge velike

globalne izzive, kot so varnost hrane, bioekonomija, vključujoča in inovativna družba. Z odpiranjem dostopa za celoten razpon najsodobnejših tehnologij in hkrati s koordinacijo in delitvijo stroškov uvajanja bo Euro-Biolmaging svojim članicam omogočil tudi boljšo povrnitev investicij v slikovne platforme za biološke in medicinske namene.

Načrtovane koristi članstva in dosežki

V dejavnostih Euro-Biolmaging Slovenija sodeluje s širšim krogom slovenskih raziskovalnih institucij na tem področju, zbranih v okviru konzorcija SiMBION. Ta združuje več raziskovalnih organizacij z namenom pospeševanja raziskovalnih dejavnosti, ki povezujejo tehnologije na področju biološkega, biomolekulskega, biokemijskega in medicinskega slikanja ter povezanih tehnologij v sodelovanju z drugimi infrastrukturami (npr. upravljanje podatkov), in sicer s temeljnim namenom izboljšanja dostopa raziskovalcev in industrijskih partnerjev do namenske opreme, orodij in storitev z omenjenega področja. Konzorcij predstavlja kritično maso slovenskih akterjev na tem področju in ostaja odprt še za druge potencialne akterje. Zaradi posebnosti sestave slovenskega konzorcija SiMBION, ki ga enakovredno sestavljajo enote, delujoče na področju mikroskopije, in enote, delujoče na področju slikovnih kemijskih analiz materialov, bodo olajšana sodelovanja z gospodarstvom, še zlasti s farmacevtsko in prehrabno industrijo, boljše bo tudi vključevanje v klinično raziskovalno delo v Sloveniji in tujini. Vključitev Slovenije v Euro-Biolmaging omogoča predvsem boljšo uporabo domačih podatkov in lažji dostop raziskovalcem do tujih slikovnih in podatkovnih zbirk in arhivov. Koordinirano sodelovanje z drugimi sorodnimi RI v Evropi na področju upravljanja podatkov (trajna in varna hramba, varnost dostopov, hitre omrežne povezave, uporaba računalniških gruč, e-učenje) povečuje raziskovalno učinkovitost in uspešnost, pomembno pa bo prispevalo tudi k znanstveni odličnosti.

S kakovostnejšo opremo in dostopom do tujih virov se bistveno izboljšuje možnost praktičnega usposabljanja podiplomskih študentov na domači infrastrukturi. Trenutno razpoložljiva oprema je na voljo študentom in končnim oziroma kliničnim uporabnikom, uporablja pa se tudi za delo mladih raziskovalcev in izvajanje več študijskih programov.

Uspešnejši bo tudi prenos znanja iz bolj razvitih evropskih središč k nam, predvsem za uspešnost raziskovalno-razvojne industrije, ki temelji na znanju in izkušnjah. Dopolnilne dejavnosti na področju sodobnih slikovnih tehnologij povečujejo možnosti za vzpostavitev novih stikov in poslov za gospodarske subjekte, omogočile bodo na primer odpiranje spin-off podjetij idr. Pri nas je pomembno predvsem za povezovanje farmacevtske industrije s kakovostnimi in specializiranimi centri na področju mikroskopije in slikovne analize, kar omogoča racionalnejši nakup opreme in boljšo kakovost storitev, na primer sodelovanje Inštituta za biologijo celice v okviru MF UL s Sandoz Lek, d. o. o., NIB s številnimi podjetji na področju presevalne elektronske mikroskopije idr.

Finančni vidik

Sofinanciranje izvajanja nacionalnih dejavnosti smo začeli v letu 2019. Zadnja vrednost letnega zneska znaša 85.000 evrov, letna članarina za Euro-Biolmaging ERIC pa okoli 42.000 evrov. Dosedanja vlaganja v nacionalno raziskovalno infrastrukturo znašajo skupaj 185.000 evrov. Stroški za načrtovani razvoj in nadgradnjo nacionalne raziskovalne infrastrukture na tem področju so ocenjeni na skupaj okvirno 4,5 mio evrov. Ocena vlaganja za temeljno raziskovalno-razvojno delo v obdobju do leta 2030 je 8 FTE letno. Sofinanciranje nacionalnega vozlišča bo v prihodnjih letih, takoj ko bo mogoče, okrepljeno s sredstvi Strukturnih skladov.

3. Prednostna nacionalna področja

V drugem večjem sklopu NRRI 2030 je predstavljen revidiran seznam prednostnih nacionalnih področij. Slovenija bo še naprej izgrajevala in nadgrajevala nacionalno raziskovalno infrastrukturo s ciljem doseganja kritične mase srednje velike in velike raziskovalne infrastrukture na izbranih prednostnih področjih, ki bodo dopolnjevala področja pametne specializacije in prispevala k uravnoveženemu razvoju družbe.

Določitev prednostnih nacionalnih področij v okviru raziskovalnih infrastruktur daje podlago za avtonomen razvoj in financiranje nacionalnih prioritet, ki pa so v praksi večkrat prepletene s prednostnimi vsebinskimi področji iz mednarodnih projektov, katerih implementacija na nacionalni ravni (npr. vzpostavitev nacionalnega vozlišča v okviru mednarodnega projekta) tudi predstavlja pomemben prispevek k nacionalni raziskovalni infrastrukturi. Ravno z uspešno implementacijo prednostnih mednarodnih projektov oziroma z mednarodnim povezovanjem in vključevanjem v velike in razvite mednarodne raziskovalne infrastrukture Slovenija poleg globalne strateške naravnosti dosega tudi kritično maso in zmanjšanje razdrobljenosti nacionalne raziskovalne infrastrukture.

Ključni izziv pri razvoju raziskovalne infrastrukture ostaja zagotovitev zadostnega, dolgoročnega in vzdržnega financiranja, in sicer tako za potrebno nadgradnjo in nemoteno delovanje nacionalnih centrov v okviru prednostnih mednarodnih projektov (nacionalnih vozlišč) kot za neposredno implementacijo nacionalnih prioritet. Dosedanje različne oblike sofinanciranja: s strani MIZŠ (članarine za mednarodne projekte, vložki v izgradnjo mednarodnih infrastruktur), v okviru ARRS (nakup opreme, infrastrukturni programi za financiranje nacionalnih konzorcijev) in prek sredstev Evropske kohezijske politike (nakup opreme, financiranje človeških virov, centrov odličnosti idr.) predstavljajo v preteklem desetletju pomembne premike in ponekod celo preboje, kljub temu pa ostaja skupni vtis, da je bilo finančno načrtovanje še vedno premalo dorečeno in ambiciozno oziroma preveč prepuščeno naključnim, začasnim, postranskim in ne dolgoročnim rešitvam. Za večjo učinkovitost porabe finančnih sredstev in tudi za večjo učinkovitost uporabe obstoječe raziskovalne opreme in raziskovalnih infrastruktur kot takih bi potrebovali ustrezne mehanizme za spremljanje in ocenjevanje neposrednih in posrednih družbenoekonomskih učinkov vloženih finančnih sredstev v posameznih RI projektih, kot jih poznajo zlasti v razvitih državah EU.

Glede na seznam iz NRRI 2011–2020 z desetimi okvirnimi prednostnimi nacionalnimi področji, na katerih je treba z vidika doseganja kritične mase in znanstvene odličnosti v Sloveniji prednostno razvijati raziskovalno infrastrukturo s ciljem dosegati kritično maso srednje ali velike raziskovalne infrastrukture, vsebuje posodobljeni seznam dvanajst področij, ki od prvotnih okvirov bistveno ne odstopajo in jih vsebinsko nadgrajujejo.

Pomembnejši novi vsebinski poudarki so na področjih infrastrukture za kvantne ter fotonske materiale in tehnologije, umetno inteligenco, pametna mesta, gozdarstvo, hrambo in dostop do digitalnih virov v povezavi z Evropskim oblakom za odprto znanost (EOSC) ter človeške genomike v povezavi z evropsko pobudo »1+milijonov genomov« (1+MG).

3.1 Družbene in kulturne inovacije

3.1.1. Analiza družbenih skupin in procesov

Uporaba sodobnih informacijskih računalniško podprtih tehnologij je omogočila skokovit razvoj raziskovanja tudi na področju družboslovja in humanistike (SSH). S hitro širitvijo nabora dostopnih raziskovalnih podatkov in informacij, internacionalizacijo baz podatkov, standardov in metodologij ter razvojem orodij za obdelavo, urejanje in povezovanje podatkov in informacij je danes mogoče odgovoriti tudi na raziskovalna vprašanja, ki jih v preteklosti ne bi mogli obravnavati na tej ravni. K temu bistveno prispevajo tudi raziskovalne infrastrukture s področja družboslovja, ki zbirajo in združujejo populacijske podatke večjega števila držav skozi daljša časovna obdobja in katerih cilj je globlje razumevanje družbenih in kulturnih problematik na evropski in globalni ravni ter iskanje podatkovno podprtih strateških rešitev za večplastne ekonomske, tehnološke in kulturne izzive.

Z združevanjem klasičnih in digitalnih platform pridobivanja podatkov o družbenih procesih se krepi vloga družboslovnega raziskovanja kot enega ključnih informacijskih virov za razpoznavanje,

načrtovanje in doseganje pomembnih družbenih ciljev, na primer v kontekstu podnebnih sprememb ali pandemije. Za oblikovanje učinkovitih strategij doseganja teh ciljev praviloma ne zadostujejo le tehnološke rešitve, saj je uspeh pri uresničevanju dolgoročnih ukrepov vlad večinoma odvisen od podpore in participacije različnih družbenih skupin, s tem pa tudi od analitičnih predvidevanj in modeliranja učinkov, ki jih bodo posamezni vidiki sprejetih rešitev imeli na te skupine. V tem smislu se krepí tudi interdisciplinarno sodelovanje med družboslovnimi infrastrukturami in drugimi področji, na primer med področji energetske politike in trajnostnega razvoja (ESS) ali zdravja (SHARE). Omogočanje strateškega načrtovanja ostaja eden od ključnih ciljev družboslovnih infrastruktur, katerih teoretično podprti in metodološko zanesljivi kazalniki so bili načrtno razviti za poglobljeno in dinamično spremljanje družbenih procesov.

V tem smislu je raziskovalno infrastrukturo pri nas treba nadalje krepiti v okviru uveljavljenih mednarodnih projektov ESS, SHARE in CESSDA ter novega mednarodnega projekta (GUIDE), ki vsak posebej in kot povezan ekosistem zagotavljajo obsežne baze longitudinalnih in primerjalnih kazalnikov o vseh ključnih vidikih družbenega življenja, kot so politični sistem, imigracije, blaginja, zdravje, ravnotežje družine in dela, podnebne spremembe, kultura in vrednote ter številni drugi. Prek tega sodelovanja bodo na nacionalni ravni uveljavljene tudi metodološko preverjene rešitve in standardi, razviti v mednarodnih partnerstvih, kar je še zlasti pomembno, ker so te infrastrukture pri zbiranju populacijskih podatkov v procesu tranzicije od tradicionalnih k digitalno podprtim metodam. Pomemben prispevek k infrastrukturi na področju družboslovnih in humanističnih ved je tudi razvoj digitalnih virov (repozitoriji podatkov in publikacij), kar se posredno obravnava tudi z vlaganji v horizontalno e-infrastrukturo. V slovensko okolje je treba prenašati tudi standarde in načela, ki jih je mednarodna skupnost sprejela na področju znanstvenega publiciranja v okviru družbenih znanosti in humanistike, kar je tudi cilj mednarodnega projekta OPERAS.

Vlaganja v infrastrukturo na tem področju so zajeta predvsem v ocenjena vlaganja v omenjenih pet mednarodnih infrastrukturnih projektov, ki so opisana v 2. poglavju.

3.1.2 Humanistične RI

Predpogoj humanistične digitalne raziskovalne infrastrukture je digitalizacija gradiv, zato je najprej treba to nadaljevati na področju obširnega korpusa (tudi starejših) monografij, periodike, revij, pripomočkov in drugih virov ter dokumentacije na nacionalni in regionalni ravni. Vsebine morajo biti prikazane večpredstavnostno, torej mora biti gradivo dostopno interaktivno in vizualizirano (zvok, animacija, glasba, slike, grafika in video). Slednje je posebej pomembno v kontekstu aplikacije znanstveno raziskovanih dosežkov v pedagoški dejavnosti na vseh ravneh izobraževanja (e-učenje) in njihove popularizacije. Drug vidik razvoja digitalne humanistične raziskovalne infrastrukture pa so uporabnikom prijazne programske rešitve, tehnološka platforma za dostop do zelo različnega gradiva, analitična orodja in interpretativni sistemi, ki se s sodelovanjem zainteresiranih nacionalnih institucij razvijajo zlasti v okviru raziskovalne infrastrukture DARIAH.

Na področju humanističnih ved sta poleg v okviru DARIAH v načrtu nadaljevanje in krepitev dejavnosti še v okviru mednarodnih projektov CLARIN in E-RISH, nadgraditi pa jih bo treba še s sodelovanjem v mednarodnem projektu RESILIENCE. V okviru DARIAH je vzpostavljen spletni raziskovalni in izobraževalni portal Sistory, ki na področju zgodovinopisja povezuje raziskovalce, gradivo in tehnično infrastrukturo. V okviru tovrstne nacionalne infrastrukture imajo pomembno vlogo tudi jezikovni viri in orodja za slovenski jezik, ki se razvijajo v okviru CLARIN, ki povezuje organizacije in centre, ki opravljajo razvojno in raziskovalno dejavnost na področju apliciranega jezikoslovja, korpusnega jezikoslovja, razvoja jezikoslovnih orodij in podatkovnih baz ter strojnega prevajanja, sestavni del te raziskovalne infrastrukture pa so tudi računske zmogljivosti oziroma omrežja, ki omogočajo trajen in javni dostop do obstoječih virov in jezikovnih orodij.

V kontekst humanistične raziskovalne infrastrukture je vključeno tudi področje umetnosti, ki ga je treba ustrezno povezati z varstvom kulturne dediščine, kar razvijamo zlasti v okviru mednarodnega projekta E-RISH. Celostno ohranjanje kulturne dediščine zahteva raziskovalni pristop z interdisciplinarnimi implikacijami, je pa tudi pomemben člen v turističnem (gospodarskem) in širšem kulturnem sektorju. Za izboljšanje raziskav o dediščini so potrebni transdisciplinarni projekti, strukturirano oblikovanje izobraževalnih vsebin o kulturni dediščini na formalni in neformalni ravni ter sodelovanje z gospodarskim sektorjem. Za razvojnoraziskovalno delo bodo pomembni zajem podatkov, analiza in interpretacija digitaliziranih podatkov, območij in objektov kulturne dediščine, ki zahtevajo interdisciplinaren pristop in visokotehnološko opremo, vključno z izkušnjami s področja umetne inteligence. Mednarodni projekt RESILIENCE pa dopolnjuje področje humanistike še z raziskovalno infrastrukturo za področja teologije

in religijskih študij, ki ima za cilj izgradnjo nacionalne platforme, povezane v okviru in po standardih visokozmogljive in dostopne mednarodne raziskovalne infrastrukture. Vlaganja v infrastrukturo na tem področju so zajeta predvsem v ocenjena vlaganja v omenjene štiri mednarodne infrastrukturne projekte, ki so opisana v 2. poglavju.

3.2 Energija

3.2.1 Trajnostni viri energije in energetska učinkovitost

Trajnostna oskrba z energijo je eden od globalnih družbenih izzivov. Raziskovalna infrastruktura na tem področju je nacionalno pomembna tudi v kontekstu razvoja znanja in tehnologij, ki zagotavljajo energetska neodvisnost države. V Sloveniji akterji na področju razvoja energetskih tehnologij še niso optimalno povezani, razvoj raziskovalne infrastrukture pa je treba zagotoviti zlasti na naslednjih področjih:

- infrastruktura za raziskave proizvodnje, prenosa in preoblikovanja energije, zlasti za alternativne in obnovljive vire električne energije, njene pretvorbe in končne porabe. Prehod v hibridno in električno mobilnost je tesno povezan z učinkovito pretvorbo električne energije. Nove raziskave na področju močnostne elektronike, diagnostike v pretvorniških sistemih in nova dognanja na področju njihovega vodenja bodo omogočila izdelavo naprav z izboljšanim energijskim izkoristkom in njihovo integracijo v napredne sisteme za učinkovito mobilnost. S povečevanjem deleža obnovljivih virov bo treba v elektroenergetski sistem vključevati tudi sisteme za hranjenje energije, ki temeljijo na elektrokemičnih, elektromehanskih in drugih fizikalnih principih. Tudi tu bodo nujni napredni sistemi močnostne elektronike za učinkovito pretvorbo energije. Infrastruktura mora torej omogočiti raziskave virov energije, razvoj tehnologij in naprav, ki bodo omogočale ekonomsko vzdržnost uporabe alternativnih virov energije, testiranje teh naprav in algoritmov njihovega vodenja s ciljem visokega izkoristka delovanja ob čim manjšem obremenjevanju okolja z izpusti CO₂;
- infrastruktura na področju reaktorskih in sorodnih energetskih tehnologij. V Sloveniji na tem področju deluje Reaktorski infrastrukturni center z raziskovalnim reaktorjem TRIGA in vročo celico, ki ga upravlja Institut Jožef Stefan. Ker Slovenija pridobi več kot tretjino električne energije iz jedrske elektrarne Krško, ob vse glasnejših pobudah za izgradnjo njenega drugega bloka pa bi se ta delež še povečal, je reaktor TRIGA že zdaj izjemnega pomena tako za usposabljanje visoko strokovno usposobljenih ljudi, ki skrbijo za njeno varno in zanesljivo obratovanje, kot tudi za nenehno posodabljanje, še bolj pa za razvoj novih reaktorjev 3. in 4. generacije z mnogo večjim izkoristkom ter možnostjo ponovne uporabe dolgoživih radioaktivnih odpadkov in njihove pretvorbe v kratkožive. Za raziskave, razvoj in testiranje novih nizkoogljivih energetskih tehnologij in pristopov za ustvarjanje in prenos znanja v industrijsko proizvodnjo teh tehnologij sta potrebna njegova nadgradnja ali zamenjava z novim in vzpostavitev tehnološkega poligona, ki bi med drugim omogočal tudi študij povezovanja reaktorjev z decentraliziranimi in pametnimi omrežji;
- infrastruktura za razvoj rešitev, ki omogočajo zanesljivo in stabilno delovanje električnih omrežij z velikim deležem razpršene proizvodnje električne energije iz alternativnih in obnovljivih virov energije, kjer je vsak porabnik električne lahko hkrati tudi proizvajalec;
- infrastruktura na področju trajnostnega graditeljstva, ki vključuje razvoj energetske učinkovitih metod in tehnologij, ki izboljšujejo energetska učinkovitost procesov, izdelkov in snovi. V Sloveniji je več akterjev iz različnih sektorjev, ki raziskujejo in inovirajo na teh področjih. V ta kontekst spada tudi koncept pametnega mesta, ki za podporo izvajanja mestnih storitev uporablja integrirane informacijske in komunikacijske tehnologije (IKT). Zaradi težnje po približevanju k pametnim mestom se predvsem na področju pametne logistike, mobilnosti in oskrbovalnih verig, ki je eno glavnih v smislu zadovoljevanja človekovih materialnih in nematerialnih potreb, dogajajo velike spremembe. Tehnologije na področju prometa in prevoza so že na tehnološko visoki ravni, tik pred praktično uporabo. V skladu z načrti za Družbo 5.0, ki bo prijazna uporabniku, ki bo skrbela za trajnostni razvoj, kakovost življenja ipd., ki bo utemeljena na tehnologiji in donosnem poslovnem modelu, ter ob upoštevanju sprejetih standardov je treba pripraviti nabor medsebojno povezanih ciljev, ki bodo omogočili pripravo omrežja storitev in ukrepov, ki bodo omogočali doseganje zastavljenih ciljev, in kompromisne rešitve, ki bo poskrbela, da bo skupen cilj čim bližje optimalni rešitvi;
- infrastruktura za uvajanje in preskušanje inovativnih (eko)tehnologij in procesov za trajnostno ravnanje z materiali za potrebe na področju energetske učinkovitosti v gradbeništvu in

kmetijstvu. Raziskovalna infrastruktura mora omogočati razvoj metod za povečanje izkoriščenosti konvencionalnih virov energije (energentov) in zmanjšanje negativnega okoljskega vpliva uporabe teh virov (okoljska čistost) ter tehnologij za trajnostno gradnjo in sonaravno bivanje.

3.3 Naravoslovne znanosti in inženirstvo

3.3.1 Napredni materiali in tehnologije

V okviru tega področja se bo še naprej spodbujal razvoj raziskovalne infrastrukture za raziskave materialov, in sicer na področjih:

- infrastrukture za sintezo, študij, karakterizacijo in kontrolo snovi oziroma njihovih lastnosti na ravni atomov in molekul (nanoraven), vključno z metodami na osnovi laserskih žarkov, ter infrastrukture za raziskave transporta in lokalizacije nanostrukturiranih umetnih in bioloških materialov v navezavi z njihovo interakcijo z živo naravo ter infrastrukture za razvoj, sintezo ter kemijsko in fizikalno karakterizacijo novih »pametnih« materialov na kovinski osnovi. Na tem področju deluje v Sloveniji več raziskovalnih skupin, predvsem v okviru Instituta Jožef Stefan, Univerze v Ljubljani in v Mariboru ter Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko, raziskovalni rezultati pa vplivajo na tehnološki razvoj na vrsto področij, med drugim predvsem v energetiki (vodikove tehnologije) in IKT;
- integrativnega okolja za uresničevanje skupnih R&R projektov (industrijskega in visokošolskega ter raziskovalnega sektorja), ki lahko vodijo do tehnoloških prebojev. Infrastruktura na tem področju bo omogočala interdisciplinarni pristop akterjev z različnimi ozadji, da poslovno usmerjene projekte usmerijo v razvoj (novih) podjetniških organizacij in poslovnih modelov, torej k transformaciji inovativne ideje od vrhunskega bazičnega znanja do industrijskega prototipa in tržnega produkta ter formiranja spin-off podjetij;
- infrastrukture za analitične zmogljivosti za raziskave anorganskih, predvsem pa organskih materialov, pri čemer je potreben pristop, ki omogoča vpogled v njihovo strukturo in kemijsko sestavo, pri tem pa jih ne poškoduje, kot so: (1) presečna in vrstična elektronska mikroskopija ter različne tipalne mikroskopije, ki se uporabljajo v praktično vseh znanstvenih vedah, ter (2) infrastruktura visokoenergijskih fokusiranih žarkov (ionski pospeševalnik), ki omogoča elementno in izotopsko mapiranje bioloških tkiv, raziskave na področju dinamike vodika v snoveh, v fuzijskih raziskavah, v raziskavah lastnosti arheoloških in umetniških objektov ipd., kontrolirano premikanje žarka pa omogoča tudi obdelovanje snovi na nanometrski ravni po vnaprej izdelanem načrtu.

Na tem področju so bili v obdobju 2009–2013 sofinancirani tudi trije centri odličnosti: (1) Center odličnosti nanoznanosti in nanotehnologije (NiN), Center odličnosti Napredni nekovinski materiali s tehnologijami prihodnosti (NAMASTE) ter Center odličnosti Polimerni materiali in tehnologije (PoliMaT). Vlaganja v nadgradnjo nacionalne infrastrukture na tem področju v preteklem obdobju so zajeta tudi v kontekstu integracije v mednarodni RI projekt CERIC, ki so opisana v 2. poglavju.

3.3.2 Nano, kvantni ter fotoniki materiali in tehnologije

Gre za novo prednostno področje, ki je ločeno od ostalih materialov ter predstavlja področje nano, kvantnih in fotoniki materialov ter tehnologij. Mikro- in nanoelektronske ter ftonske tehnologije so temeljno gonilo najsodobnejšega tehnološkega razvoja in globoko posegajo na prav vsa področja človeške dejavnosti. Ni tehnološko naprednega izdelka ali servisa, ki ne bi temeljil na vsaj eni od teh treh tehnologij. EU je te tehnologije že pred časom umestila med ključne omogočitvene tehnologije (KET), njihova prisotnost v posameznih državah pa je nedvomen pokazatelj tehnološke razvitosti in globalne konkurenčnosti.

V primerjavi z drugimi evropskimi državami Slovenija zaostaja pri financiranju kvantnih tehnologij (QT). QT prepletajo različne raziskovalne discipline (kvantna fizika, optika, elektrotehnika, računalništvo) ter industrijske dejavnosti (merjenje in testiranje, kontrolni sistemi, laserska tehnika, komunikacije, računalniška strojna in programska oprema). Za krepitev sektorja QT je EU zagnala desetletni krovni projekt Quantum Flagship s proračunom, ki presega milijardo evrov in združuje več kot 5.000 raziskovalcev. Splošno se QT deli na štiri stebre: (1) računalništvo, (2) simulatorji, (3) komunikacija, (4) senzorji in metrologija. Raziskovalni in tehnološki potencial QT v Sloveniji se povečuje

na vseh štirih stebrih ter je prepoznan na nacionalni in mednarodni ravni. Socialni in ekonomski vplivi so številni: varna komunikacija, obramba, kmetijstvo, UI, finance, kibernetska varnost, logistika. Omogočiteni dejavniki QT so ustrezna infrastruktura, razvoj kadrov in povezava tehnologij (nanomateriali, fotonika, UI). Naprave, ki temeljijo na uporabi posameznih kvantnih delcev in na izkoriščanju kvantne prepletenosti, imajo visok potencial za prelomne tehnološke spremembe. Razvoj znanosti na tem prednostnem področju bo prispeval k reševanju najbolj kompleksnih izzivov prihodnosti. Področja posebnega nacionalnega pomena so na primer komunikacije, ki jim ni mogoče prisluškovati, različne naprave, ki temeljijo na kvantnih pojavih, za uporabo v mikro-, nano- ter kvantni elektroniki in računalništvu, inercialna navigacija znotraj stavb, v ozkih soteskah, jamah, tunelih in pod morsko gladino, hitro reševanje najtežjih optimizacijskih problemov v transportu in logistiki, učinkovite simulacije kompleksnih materialov z izboljšanimi lastnostmi (boljša gnojila, prevodniki z manjšimi izgubami ipd.) in velikih biološko pomembnih molekul za nova zdravila, senzorje za natančno neinvazivno diagnostiko v zdravstvu in za okoljski monitoring, med drugim tudi za zgodnje zaznavanje potresov. Preboj je mogoče doseči le z interdisciplinarnostjo, ki povezuje znanost o materialih, kemijo, fiziko, umetno inteligenco, modeliranje in analize velikih količin podatkov s številnimi vidiki znanosti o življenju. Zahteva razvoj tehnike sinteze in analize materialov, s katerimi je mogoče doseči nove večfunkcionalne lastnosti. Z uporabo kvantnih računalnikov lahko drastično izboljšamo učinkovitost nekaterih pristopov UI (npr. strojnega učenja), ki temeljijo na optimizaciji, po drugi strani pa z uporabo UI lahko izboljšamo proces kvantnega računanja (npr. z uporabo strojnega učenja za popravljanje kvantnih napak). Ključna oprema, potrebna za razvoj področja: opremljanje laboratorija za hladne atome in razvoj nove laserske krmilne tehnike ter laboratorija za kvantno optiko in kvantne telekomunikacije, ekipa za kvantno računalništvo in ključni He3 hladilnike kot infrastruktura za razvoj kvantnih naprav in eksperimentalne kvantne fizike. Zagotoviti je treba tudi potrebe po ustrezni splošni infrastrukturi: prostori brez prahu in s kontrolirano temperaturo, ščitenje pred EM motnjami, izolacija od vibracij, optične mize, dostop do kvantnih računalnikov in njihova povezava z visokozmogljivim računalništvom (računske in podatkovne zmogljivosti) za umetno inteligenco in druge izbrane probleme. Kvantna optika in fotonika se uveljavljata kot tehnologiji prihodnosti v svetovnem merilu, saj sta ključna elementa prihajajočih informacijskih tehnologij (kvantno računalništvo, komunikacije, kriptografija in visoko zmogljiv internet), senzorjev z danes nepredstavljivo resolucijo in občutljivostjo (npr. senzorji za avtonomno mobilnost) ter kvantnih simulatorjev (simulacije multifunkcionalnih materialov, reakcijskih mehanizmov, razvoja novih učinkovin). Področje je v Sloveniji v hitri rasti tako na ravni osnovne znanosti kot tudi aplikativne. Oprema za podporo tem področjem je zahtevna, brez nje pa razvoj tega področja ni mogoč. Predlagamo podporo zlasti infrastrukturi za valovno tehnologijo s tehnološkimi zmogljivostmi za raziskave in razvoj naprednih optičnih vlaken, valovnih struktur, mikrofluidnih sistemov in podobnih struktur, za kar je že bil izkazan precejšen interes, tako s strani akademske sfere kot tudi gospodarstva.

Fotonika v kombinaciji z mikro- in nanoelektroniko spada med fokusne tehnologije za razvoj pametnih mest in pametnih zgradb in domov, saj velika večina senzorskih in regulacijskih naprav sloni na fotonskih detektorjih in izvorih. Poleg tega je fotonika, ki je osnova delovanja kabelskih in brezžičnih optičnih komunikacijskih omrežij, osrčje vseh aktualnih informacijsko-komunikacijskih tehnologij. Kvantna fotonika oziroma manipulacija procesov s posamičnimi fotoni trenutno predstavlja tudi eno od najobetavnejših usmeritev v razvoju kvantnih komunikacijskih sistemov. Zelo hitro se omenjene tehnologije širijo tudi na področje medicinske diagnostike in terapij, saj omogočajo hitre, precizne in brezkontaktne postopke. Tudi sinteza kompleksnih novih materialov in finalizacija številnih visokotehnoloških proizvodov sloni na manipulaciji, regulaciji ter mikro- in nanostrukturiranju materialov z optičnimi metodami. Fotonika z mikro- in nanoelektroniko spada med prednostna področja S4. Gre za področje, kjer že obstajajo močne povezave in sodelovanje med akademskim in visokotehnološkim industrijskim sektorjem.

3.3.3 RI za aplikacije v vesolju

Uporaba vesoljskih tehnologij postaja čedalje bolj pomemben in dostopen del vsakdana. Širi se tako v načinih aplikacije kot v obsegu uporabnikov. Slovenija je pridružena članica Evropske vesoljske agencije (ESA) in sodelujoča država članica v evropskem vesoljskem programu. V tem okviru sodeluje tudi pri oblikovanju vesoljske politike na ravni EU ter pri projektih, kot so Galileo in Copernicus. V okviru širitve in hitre rasti vesoljskega sektorja v Evropi in svetu tudi v Sloveniji nastajajo in se razvijajo podjetja, ki bodisi uporabljajo tehnologije, ki jih omogoča vesoljska in pripadajoča zemeljska infrastruktura, bodisi te tehnologije razvijajo.

Leta 2020 je Slovenija s satelitoma Nemo-HD (CO Vesolje-SI) in Trisat (Univerza v Mariboru) pridobila razvojnoraziskovalno infrastrukturo, ki omogoča razvoj in preizkušanje novih vesoljskih tehnologij v

realnem vesoljskem okolju ter v laboratorijih za simulacije orbitalnih fizikalnih pogojev na Zemlji. Slovenija ima vzpostavljeno osnovno infrastrukturo zemeljskih postaj za satelitske komunikacije, testiranje in integracijo satelitskih komponent ter zmogljivosti za procesiranje satelitskih podatkov. Na nacionalni ravni potrebujemo raziskovalno infrastrukturo, ki povezuje obstoječe zmogljivosti in znanje ter stabilne pogoje za vzdrževanje in dolgoročni razvoj doseženih zmogljivosti. Omogočiti je treba vključenost naših raziskovalcev in raziskovalcev v programih ESA ter spodbujati sodelovanje v Obzorju Evropa, EUSPA in hitro rastočih »new space« ekonomijah. Doseči je treba kritično maso raziskovalcev, interdisciplinarnost raziskav in povezljivost s slovensko industrijo in ESA tudi za zahtevnejše projekte ter pospeševati nastajanje novih podjetij na tem področju.

Raziskovalna infrastruktura za vesoljske aplikacije mora med drugim omogočati: (1) preskušanje vesoljskih tehnologij v realnem vesoljskem okolju in s simulacijo ekstremnih fizikalnih pogojev, ki veljajo v vesolju, (2) raziskave in razvoj novih materialov, zanimivih za vesoljske tehnologije, (3) razvoj novih senzorjev ter (4) razvoj novih tehnologij za satelitsko in stratosfersko komunikacijo.

Omenjene cilje podpira vsaj posredno tudi področje astrofizike, ki daje osnovo mnogim bazičnim raziskavam (osnovni delci), visokotehnološki industriji (optika, komunikacije, umetna inteligenca) in zaradi unikatnih izzivov podpira tudi razvoj najinovativnejših tehnologij. V Sloveniji imamo visokokakovostno raziskovalno in pedagoško jedro z veliko povezavami s tujino (ESA). V ta sklop spada tudi že obstoječe sodelovanje v mednarodnem projektu CTA.

Vlaganja v izgradnjo tovrstne raziskovalne infrastrukture in v vzdrževanje že obstoječih zmogljivosti se pričakuje v kombinaciji nacionalnih prispevkov in možnosti, ki jih omogoča sodelovanje Slovenije v ESA ter programih in projektih EU.

3.4. Okolje

3.4.1 Okoljske znanosti

Okoljske znanosti je težko predstaviti popolnoma ločeno in brez vsake povezave z drugimi prednostnimi aplikativnimi področji, saj so okoljski dejavniki in posledice prisotni v praktično vsaki aplikativni znanosti ali družbenem segmentu. Horizontalno na to vplivajo tudi globalne podnebne spremembe in izjemni naravni pojavi (npr. potres, poplava, požar, žled, plazovi, cunamiji), ki lahko ogrožajo življenja in povzročajo gmotno škodo velikih razsežnosti. Tako gre pri okoljskih znanostih za tesne povezave s področji energetike, urbanizma, kmetijstva in gozdarstva, industrije, zdravja in hrane idr. Kot ključno raziskovalno infrastrukturo izpostavljamo:

- infrastrukturo za reševanje okoljskih problemov (raz-onesnaževanje oz. kemija okolja). Taka infrastruktura omogoča tehnološke raziskave masne bilance onesnažil v industrijskih procesih, pri izgorevanju fosilnih goriv, kroženju elementov in hranil v čistilnih napravah, tehnologije za odstranjevanje onesnažil iz odpadkov in kontaminiranih področij, postopke za desulfurizacijo plinov ter spremljanje in preprečevanje nastanka škodljivih plinov in njihovo odstranjevanje v izpušnih sežigalnih napravah, ponovno rabo odpadnih surovin ipd. Nadgradnja tovrstnih infrastruktur bo omogočila karakterizacijo onesnažil in nove laboratorijske simulacije ter razvoj tehnologij in metod za manjše in raz-onesnaževanje okolja. V ta kontekst sodi tudi t. i. zelena kemija, v katero spada načrtovanje procesov, reagentov in materialov z upoštevanjem načel atomske ekonomije, učinkovitih katalitskih metodologij v primerjavi s stehiometričnimi reagenti, imobilizacija reagentov in katalizatorjev, varnejši reakcijski mediji (voda, ionske tekočine) namesto hlapnih organskih topil, izvajanje reakcij brez uporabe topil ter načrtovanje takih kemijskih procesov, ki porabijo čim manj energije in puščajo za seboj najmanjšo možno količino odpadkov. Pomembno je tudi razvijati metode in procese, ki omogočajo uporabo biomase in njeno pretvorbo v uporabne kemikalije in materiale;
- infrastrukturo za ovrednotenje odpornosti družbe na izjemne naravne pojave. Razvijati je treba podatkovne baze, visokozmogljiva računska okolja, senzorje za zajem podatkov o stavbah in grajenem okolju, orodja za zajem velikih podatkov ter različne opazovalnice za testiranje komponent grajenega okolja na različne ekstremne naravne pojave. Z vzpostavitvijo tovrstne raziskovalne infrastrukture bodo vzpostavljeni pogoji za zagotavljanje visokokakovostnih informacij s tega področja, ki bodo osnova za vzpostavitev novega vrednostnega sistema ter posledično priprave in izvedbe ukrepov za izboljšanje odpornosti skupnosti na izjemne naravne pojave pri različnih deležnikih, vključno s spremembo zakonodaje na tem področju. To bi razširilo koncept pametnih mest in skupnosti od normalnih pogojev še na področje zagotavljanja odpornosti skupnosti na reakcije pri izjemnih naravnih pojavih;

- infrastrukturo na področju trajnostnega upravljanja gozdov, zlasti v povezavi s podnebnimi spremembami in z drugimi aktualnimi globalnimi izzivi. Ta je za Slovenijo kot relativno zelo gozdnato državo nacionalnega pomena. Dobro so definirani predvideni znanstveni cilji na področju podnebnih sprememb, gozdnih ekosistemov in biodiverzitete, izobraževalni vidik pa se omejuje bolj na usposabljanje samih raziskovalcev za uporabo modernih metodologij in orodij. Rezultati bodo koristni za boljše gospodarjenje z gozdovi, pa tudi za oblikovalce področnih politik v okviru kmetijskega, okoljskega in gospodarskega sektorja. Pri tem gre zlasti za nadgradnjo raziskovalne infrastrukture: baze podatkov, vzdrževanje raziskovalnih ploskev, referenčnih vzorcev genskih bank in druge potrebne raziskovalne opreme;
- infrastrukturo za raziskavo povezave okoljskih dejavnikov na zdravje. Okoljski faktorji predstavljajo okoli 25 % pogojev (stresorjev) za obolelost sodobnega prebivalstva z nenalezljivimi boleznimi. Področna podpora raziskovalna infrastruktura je v Sloveniji razpršena in posledično je okrnjen tudi dostop do vrhunskih raziskovalnih infrastruktur, ki bi omogočal izvajanje raziskav svetovnega razreda. Evropsko prebivalstvo je zaradi svoje prehrane, izdelkov, vode, zraka, zaprtih prostorov in poklicev izpostavljeno številnim kemikalijam in mešanicam. V mnogih primerih vpliv tega na zdravje še ni znan. Prebivalci so izpostavljeni tudi hrupu, vročini, onesnaževanju zraka in stresu. Raziskovalna infrastruktura bi pripomogla k napredku znanstvenih spoznanj, razvoju novih tehnologij in prenosu rezultatov v vsakodnevno prakso. Tovrstna RI bi povezovala obstoječo infrastrukturo (zlasti IJS, UKC LJ in NIB) ter s tem podpirala in povezovala raziskave in znanja iz okoljske in analize kemije, toksikologije in ekotoksikologije, ocene izpostavljenosti okolja in ljudi, ocene tveganja, epidemiologije, biostatistike in bioinformatike ter okoljskega in farmakokinetičnega modeliranja.

Vlaganja v infrastrukturo na tem področju so večinoma zajeta tudi v omenjena vlaganja v mednarodne infrastrukturne projekte na področju okolja eLTER, EPOS in LifeWatch, ki so opisana v 2. poglavju.

3.5 Podatkovna, računalniška in digitalna RI

3.5.1 Računalniška omrežja, storitve računalniškega oblaka in visokozmogljivo računalništvo

Količina digitalnih podatkov, ki jih pri svojem delu ustvarjajo in obdelujejo raziskovalci na domala vseh področjih raziskovanja, strmo narašča. Posledično se povečujejo tudi potrebe po bolj zmogljivih računalniških omrežjih in zmogljivi superračunalniški infrastrukturi na nacionalni ravni in na ravni javnih raziskovalnih in infrastrukturnih zavodov. Povečevanje potreb v raziskovalnem procesu po informacijskih storitvah zahteva stalna vlaganja v informacijske storitve in infrastrukturo. Poleg razvoja informacijskih infrastruktur za znanost z investicijskim vlaganjem je na nacionalni ravni treba zagotoviti tudi sodelovanje pri razvoju, vzdrževanju in upravljanju teh infrastruktur.

Omrežne povezave za javne raziskovalne organizacije v Sloveniji zagotavlja javni zavod Arnes. Vse javne raziskovalne organizacije v Sloveniji so v skupno omrežje povezane prek optičnih povezav v lasti Republike Slovenije in v upravljanju Arnesa. Hrbtenično omrežje javnega zavoda Arnes, ki povezuje različne kraje, pa je zagotovljeno prek najetih povezav pri komercialnih ponudnikih. Prav tako so pri komercialnih ponudnikih najete mednarodne povezave do vseevropskega raziskovalnega in izobraževalnega omrežja GÉANT.

Zaradi povečevanja količine podatkov v raziskovalnih procesih in informatizacije raziskovalnih procesov bo treba slovenskim raziskovalcem zagotoviti varne, stabilne in zmogljive storitve računalništva v oblaku. Za potrebe slovenske raziskovalne skupnosti bodo morali infrastrukturni javni zavodi na nacionalni ravni zagotoviti računalniške storitve v oblaku na vseh treh ravneh: infrastruktura kot storitev (angl. IaaS), platforma kot storitev (angl. PaaS) in programska oprema kot storitev (angl. SaaS). Nacionalna infrastruktura računalništva v oblaku mora raziskovalcem omogočiti nemoteno izvajanje raziskovalnih nalog ter sodelovanje v mednarodnih raziskovalnih infrastrukturah, konzorcijih in projektih. Raziskovalci v Sloveniji so se za potrebe obdelave velikih količin podatkov na superračunalnikih začeli povezovati že leta 2009, ko je Institut Jožef Stefan skupaj z Arnesom vzpostavil Slovensko iniciativo za nacionalni GRID (SLING). Vzpostavljena iniciativa je postala tudi nacionalna platforma za povezovanje v mednarodne povezave in infrastrukture na področju superračunalništva. SLING se je preoblikoval v konzorcij Slovensko nacionalno superračunalniško omrežje in kot platforma za sodelovanje tudi odločilno prispeval k uspešni realizaciji projekta HPC RIVR. Prek konzorcija SLING slovenski raziskovalci sodelujejo v mednarodnih aktivnostih: EGI, PRACE, CECAM ter tudi v EuroCC (Nacionalnemu kompetenčnemu centru v okviru EuroHPC). V letu 2021 so na javnem infrastrukturnem zavodu IZUM vzpostavili superračunalnik Vega, ki je delno sofinanciran s strani EuroHPC JU, evropskega skupnega podjetja za superračunalništvo. Z vzpostavitvijo superračunalniškega

nacionalnega centra na zavodu IZUM so slovenski raziskovalci dobili možnost dostopa do ustrezne raziskovalne superračunalniške infrastrukture. Do zdaj vzpostavljeno nacionalno in mednarodno sodelovanje ter zagotovljena nacionalna superračunalniška infrastruktura tvorijo podlago za vzpostavljanje nacionalnega centra za superračunalništvo na javnem infrastrukturnem zavodu IZUM, razvoj komplementarne superračunalniške infrastrukture za javnih raziskovalnih zavodih, nadaljevanje nacionalnih in mednarodnih aktivnosti SLING, dvig kompetenc za obdelavo velepodatkov pri slovenskih raziskovalcih in povezovanje s kvantnim računalništvom.

3.5.2 Hranjenje in dostop do raziskovalnih rezultatov

V raziskovalnem procesu se ustvarja velika količina raziskovalnih podatkov, publikacij, programske opreme, laboratorijskih beležk, raziskovalnih protokolov, interaktivnih in večpredstavnih gradiv idr. Če so raziskave financirane z javnimi sredstvi, morajo biti tudi njihovi rezultati odprti in dostopni javnosti. V Sloveniji je zato treba sistemsko urediti in povezati raziskovalno infrastrukturo za hranjenje in dostop do rezultatov raziskav, če hočemo doseči, da bodo raziskave ponovljive in bo omogočena ponovna uporaba njihovih rezultatov v novih raziskavah. Zagotoviti je treba odprto dostopnost in trajno hranjenje rezultatov raziskav, financiranih z javnimi sredstvi. Vzpostaviti je treba porazdeljen sistem podatkovnih arhivov in repozitorijev, ki bo lahko za hranjenje raziskovalnih podatkov uporabljal skupen diskovni prostor na javnem zavodu ARNES in superračunalniškem sistemu Vega, ki je nameščen na zavodu IZUM. Pomembno je tudi povezati porazdeljen sistem arhivov in repozitorijev z infrastrukturo SLING, da bodo lahko raziskovalci na tej infrastrukturi procesirali raziskovalne podatke, zaganjali odprto dostopno programsko opremo in delovne tokove, ki so rezultati predhodnih raziskav. Tak porazdeljen sistem repozitorijev in arhivov mora biti povezljiv s sistemom SICRIS ter z raziskovalnimi infrastrukturami na ravni EU, s čimer se bosta povečali prepoznavnost in odmevnost (citiranost) slovenske znanosti v svetu. Narodna in univerzitetna knjižnica (NUK), ki od leta 2005 razvija t. i. Digitalno knjižnico Slovenije (portal dLibsi) za dostop do slovenske pisne kulturne dediščine, je že leta 2006 poskrbela tudi za enoten odprt in prost dostop do znanstvenih publikacij. Vzpostavljen je tudi portal za oddajo elektronskih publikacij (SVAROG) v repozitorij, ki ga bo treba le prilagoditi potrebam arhiviranja gradiv znanstvenoraziskovalnih ustanov in univerz. Digitalna knjižnica Slovenije je že povezana z osrednjim bibliografskim servisom COBISS in sistemom za spremljanje raziskovalne dejavnosti SICRIS. Povezljivost obeh sistemov s sistemom SICRIS bo povečala transparentnost in učinkovitost vrednotenja znanstvenega dela (takojšnja prosta dostopnost celotnih besedil referenc v prijavah projektov).

Za potrebe delovanje ekosistema odprte znanosti je bila leta 2013 vzpostavljena nacionalna infrastruktura odprtega dostopa. Infrastrukturo sestavljajo šest repozitorijev in nacionalni portal, ki agregira metapodatke ter deloma vsebine iz repozitorijev in drugih virov. Repozitoriji so povezani s COBISS.SI in SICRIS prek repozitorija dCOBISS, ki na podlagi agregiranih podatkov o odprtih objavah v repozitorijih omogoča financierjem preverjanje skladnosti pogodbenih obveznosti z dejansko odprtostjo znanstvenih objav. Nacionalni portal openscience.si agregira vsebine iz repozitorijev in drugih slovenskih zbirk za potrebe združevalnega iskalnika, priporočilnega sistema in preverjanja podobnosti vsebin.

V Sloveniji deluje 13 repozitorijev in podatkovnih arhivov, ki omogočajo hranjenje raziskovalnih podatkov. Nekateri podatkovni arhivi so področni (Arhiv družboslovnih podatkov, CLARIN.si, SIDIH, Sistory, Bioportal, eGeologija), ostali pa so ali institucionalni (repozitoriji slovenskih univerz), medinstucionalni (repozitorija DIRROS in REVIS) ali pa so del podatkovne infrastrukture javne uprave (OPSI, podatkovni portal NIJZ in siStat). Nekateri arhivi so v vzpostavljanju (npr. ELIXIR) ali pa imajo podatke dosegljive v podatkovnih bazah, ki so nastale v projektih (npr. različne spletne strani na ZRC SAZU). Podatkovne baze niso javno objavljene in jih ni mogoče uporabiti v drugih projektih. Večina repozitorijev in podatkovnih arhivov ima del podatkovnih naborov dosegljivih v odprtem dostopu, del pa je dosegljiv samo prijavljenim uporabnikom ali samo na lokaciji arhiva. Certificirana s strani Core Trust Seal sta dva podatkovna arhiva (Arhiv družboslovnih podatkov in CLARIN.si). Ta arhiva imata vzpostavljene procese za podporo življenjskemu ciklu raziskovalnih podatkov.

Večina raziskovalnih organizacij v okviru projektov zbira podatke, ki jih ne shranjuje v podatkovnih arhivih ali repozitorijih. Raziskovalni podatki, financirani z javnimi sredstvi, morajo biti v čim večji meri odprti in dostopni s čim manj omejitvami. Odprte podatke mora biti mogoče poiskati, do njih dostopati, jih ovrednotiti in razumeti, morajo biti ponovno uporabljivi in po možnosti interoperabilni, skladno z določenimi standardi kakovosti. Raziskovalni podatki morajo biti pripravljeni in odprto dostopni, kolikor je mogoče, na način, da sta zagotovljena čim širša ponovna raba in izkoriščanje za raziskovalne in druge namene. Če je potrebno zaradi izjem pravne in etične narave ali iz drugih legitimnih razlogov, je mogoče podatke deliti v reguliranem dostopu z omejitvami. Odprto naj bodo podatki dostopni čim prej

po nastanku, najpozneje pa ob zaključku projekta ali ob prvi objavi znanstvene publikacije. Če želimo omogočiti hitrejšo objavo rezultatov raziskav, je treba v repozitorijih nacionalne infrastrukture odprtega dostopa implementirati procese za podporo odprtim recenzijam.

Nacionalni bibliografski sistem COBISS je temelj delovanja slovenskega informacijskega sistema o raziskovalni dejavnosti SICRIS. Bibliografije raziskovalcev vsebujejo številne, normativno urejene metapodatke o znanstvenih delih slovenskih raziskovalcev. Pomembno bo zagotoviti nadgradnjo zapisov v COBISS z metapodatki o rezultatih raziskav v skladu z uveljavljenimi metapodatkovnimi standardi. Treba je dopolniti tudi tipologijo COBISS, da bo zajela vse vrste rezultatov raziskav.

Posamezne sisteme znotraj nacionalnega ekosistema odprte znanosti je treba ustrezno certificirati glede na zahteve, ki jih postavlja EOSC, in jih vključiti v kataloge storitev EOSC. Prav tako je treba skladno z zahtevami Evropskega oblaka za odprto znanost (European Open Science Cloud, EOSC) zagotavljati kompatibilnost, kakovost in interoperabilnost metapodatkov, storitev, delovnih tokov in digitalnih objektov, hranjenih v nacionalni infrastrukturi. Za uspešno enolično identifikacijo rezultatov raziskav je treba po vzoru drugih držav vzpostaviti nacionalni sistem za dodeljevanje trajnih identifikatorjev. Sistem za dodeljevanje trajnih identifikatorjev mora biti skladen s politikami in arhitekturo PID (Persistent Identifier), ki jo predlaga EOSC, da bomo zagotovili interoperabilnost in izmenjavo digitalnih objektov znotraj ekosistema storitev EOSC. Slovenskim raziskovalcem je treba omogočiti dostop do vseh storitev, ki jih ponuja EOSC prek enotnega uporabniškega vmesnika znotraj nacionalnega ekosistema odprte znanosti.

3.5.3 Umetna inteligenca za znanost

S povečanimi zmoglostmi samodejnega učenja in pridobivanja znanja iz vse večjih količin razpoložljivih podatkov postaja v tem kontekstu aktualna in se pospešeno razvija tudi uporaba umetne inteligence (UI) v znanosti, predvsem uporaba metod strojnega učenja za analizo znanstvenih podatkov in odkrivanje znanstvenih zakonitosti. Še bolj pomemben vidik je uporaba semantičnih tehnologij za opis in shranjevanje obstoječega znanja ter dostop do znanstvenih podatkov in modelov. To bi omogočilo višjo stopnjo avtomatizacije znanosti ter tudi ustrezno podporo odprti in ponovljivi znanosti. S tem pristopom bi pri nas (slovenski znanstveniki so med vodilnimi v Evropi) pospešili razvoj bolj učinkovite in produktivne znanosti ter razvoj in uporabo novih tehnologij, kar bi dolgoročno pozitivno vplivalo na gospodarstvo in družbo sploh. UI je prepoznana kot ena najpomembnejših omogočitvenih tehnologij prihodnosti z neposrednim vplivom na različna področja pametne specializacije od tovarn prihodnosti prek pametnih stavb in mest do praktično vseh drugih področij. Strojno učenje namreč omogoča učinkovito procesiranje velikih količin podatkov in avtomatsko pridobivanje pomembnih informacij, ki jih ti podatki vsebujejo. Za ta namen je potrebna tudi zelo zmogljiva računalniška in druga infrastruktura, ki omogoča zbiranje in procesiranje tovrstnih podatkov.

Področje UI tlakuje pomembne rešitve za izboljšanje prilagodljivosti sodobne družbe in gospodarstva na nepričakovane spremembe (npr. naravne katastrofe) in dolgoročno skrb vzbujajoče trende (npr. demografska gibanja), kot so na primer robotizacija, pametne tovarne in drugi koncepti Industrije 4.0 in Družbe 5.0. Njihovi sestavni deli so tudi optimizacijski procesi, ki omogočajo večkriterijsko optimizacijo glede na ekonomska, okoljska, energetska in varnostna merila. Omogočitveni sklad tehnologij interneta stvari (IoT), obdelave masivnih podatkov (angl. big data) in lokacijske analitike (LA) ter UI omogočajo realno-časoven zajem podatkov, njihovo samodejno zlivanje ter izdvajanje značilnic za napovedovanje in optimizacijo obnašanja entitet v realnem svetu.

UI je tudi osnova tudi za t. i. digitalne dvojčke, ki predstavljajo kopijo fizičnih objektov, človeka, sistema ali procesov, ki je zmožna predstaviti njihove relevantne statične in dinamične lastnosti v virtualnem svetu. Razvoj digitalnih dvojčkov spada med najpomembnejše razvojne trende, ki omogočajo implementacijo procesov podatkovno-podprtega odločanja, ki se namesto na človekovo intuicijo zanaša na statistična dejstva in vzorce, odkrite z metodami UI. V ta kontekst spada tudi razvoj novih radarskih tehnologij za daljinsko opazovanje površja Zemlje, ki jih ni mogoče doseči z optičnimi senzorji, njihove aplikacije pa pripomorejo k zaznavanju podnebni in geoloških razmer ter oceno stanja na površju Zemlje in pod njim. Eden od ključnih temeljev digitalizacije in digitalne preobrazbe, ki naslavlja gospodarske in negospodarske subjekte oziroma sodobne izzive družbe kot celote, so tudi sodobne oblačne tehnologije oziroma arhitekture računalništva v oblaku (angl. cloud-native), robnega (angl. edge) in meglenega (angl. fog) računalništva.

Raziskovalci v Sloveniji dosegajo na področju UI odlične rezultate, za nadaljnji razvoj pa je pomembno zagotoviti ustrezno kritično maso raziskovalne infrastrukture, ki vključuje visokozmogljivo računalniško strojno in programsko opremo, periferno strojno opremo (senzorji, aktuatorji, roboti, avtonomna vozila, ustrezni testni poligoni ipd.) in seveda visoko usposobljen podporni kader.

3.6 Zdravje in hrana

3.6.1 Biotehnologija, biomedicina in biološki viri

Razumevanja osnovnih bioloških procesov na ravni človeka, živali in rastlin ter razumevanje biotske raznovrstnosti so med najpomembnejšimi znanstvenimi in družbenimi izzivi novega tisočletja ter so tudi osnova za razvoj raziskovanja na področju biotehnologije, biomedicine in zdravja. Prav tako nam razumevanje teh procesov omogoča bolj odgovorno družbeno upravljanje. Sodobne znanstvene in razvojne raziskave na tem področju gradijo na poznavanju vrste genomov, vključno s človeškim, na razvoju računalništva in materialov ter na njih temelječih novih tehnologijah. Sodobne tehnologije, znanje in instrumenti, uporabljeni v raziskovalnih procesih na področju biotehnologije, biomedicine in farmacevtike, prispevajo k celostnemu razumevanju življenjskih procesov, varovanju pred boleznimi ter njihovemu učinkovitemu in uspešnemu zdravljenju. Sodobne raziskave na tem področju povezujejo znanje in pristope različnih ved, od molekularne, strukturne in celične biologije do biotehnologije, vključno s kemijsko in biološko sintezo, svetlobno in elektronsko mikroskopijo, masno spektroskopijo, rentgensko difrakcijo, NMR in drugimi analitskimi metodami, do funkcijske genomike, proteomike, metabolomike, sistemske biologije in medicine ter bioinformatike. Pri tem zahtevajo tudi dostop do široke in urejene zbirke bioloških virov. Pogosto so znanstvena odkritja na teh področjih prenesena v industrijo ali klinično prakso, kjer razvoj tehnologij pomembno prispeva k bolj kakovostnemu življenju posameznikov in varovanju okolja. Proces prenosa v prakso je lahko dolgotrajen, ponuja pa izjemne donose, zaposlovanje visoko kvalificirane delovne sile in hkrati pomembno prispeva k uresničevanju nizkoogljične družbe.

Prednostno so najprej potrebna vlaganja v razvoj raziskovalne infrastrukture na področju biomedicine, vključno s pogenomsko infrastrukturo, in biotehnologije. V Sloveniji na področju biomedicine in biotehnologije delujeta tudi dve mednarodno pomembni farmacevtski podjetji Krka in Lek, hitro pa se razvijajo tudi manjša visokotehnološka podjetja. V obdobju 2009–2013 sta bila na tem področju sofinancirana tudi dva centra odličnosti: Center odličnosti za integrirane pristope v kemiji in biologiji proteinov (CIPKeBiP) in NMR center odličnosti za raziskave v biotehnologiji, farmaciji in fiziki snovi (CO EN-FIST), ki sta okrepila bazo znanja in raziskovalno infrastrukturo na tem področju. Z obstoječo raziskovalno opremo na tem področju upravljajo zlasti Institut Jožef Stefan, Kemijski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za farmacijo ter Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani ter Medicinska fakulteta Univerze v Mariboru. Na področju medicine in zdravja postajajo vse bolj aktualne zlasti raziskave na področju genomike, posamezno celičnih analiz, osebne medicine in sistemske medicine, s ciljem uvajanja v klinično prakso, na primer z vzpostavljanjem klinično uporabnih delotokov (tudi del translacijske medicine).

Biološki viri predstavljajo osnovno sredstvo raziskovalcem na mnogih področjih ved o življenju in okolju, pomembni pa so tudi za pedagoški proces. V Sloveniji so rastlinski, živalski in mikrobn viri, glivne in virološke zbirke, herbariji, zbirke DNA, njihovi geni in produkti ter baze podatkov o živih zbirkah in-situ (npr. gozdni genski rezervati) zelo razpršeni in slabo povezani. Upravljajo jih predvsem Biotehniška fakulteta, Kmetijski inštitut, Gozdarski inštitut, Nacionalni inštitut za biologijo, Medicinska fakulteta in klinične inštitucije (UKC Ljubljana, UKC Maribor) ter Inštitut za sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo Znanstveno-raziskovalnega središča Koper Univerze na Primorskem. Te in druge biološke vire je treba povezati, tehnološko nadgraditi in mednarodno integrirati. Treba jih je tehnično in metodološko izpopolniti na način, da bodo izpolnjevali sodobne varnostne zahteve in ukrepe tako do operaterjev kot do okolja, ob tem pa upoštevali veljavna etična merila.

Na področju medicine in javnega zdravja je treba vzpostaviti organizirane zbirke človeških vzorcev DNA, kjer je dovoljeno sekvenciranje celotnih genomov, tudi genomov zdrave populacije (nacionalni referenčni genom) v skladu z zakonodajo, etičnimi dovoljenji, soglasji preiskovancev in ob upoštevanju GDPR. To je nujno za aktivacijo Slovenskega genomskega projekta, ki bi bil po obsegu primerljiv z nacionalnimi genomskimi projekti razvitejših evropskih držav. Zastavljeni cilj je sekvenciranje približno 1 % slovenske populacije (bolnikov in zdravih prostovoljcev), kar pomeni okoli 20.000 slovenskih človeških genomov, pri čemer znašajo materialni stroški za sekvenciranje enega genoma okvirno 1.000 evrov, k temu pa je treba prišteti še človeške vire (FTE) in ustrezno opremo, ki se obnavlja vsakih pet let. Prav tako je cilj v smislu biodiverzitete ter avtohtonih rastlinskih in živalskih vrst sekvenciranje več 1.000 predstavnikov izbranih rastlinskih, živalskih in mikrobnih vrst.

Slovenija sodeluje v evropski pobudi »1+milijonov genomov« (1+MG), ki združuje 22 držav EU, Združeno kraljestvo in Norveško, s ciljem, da bi bilo do leta 2022 v EU za raziskovalne namene na voljo vsaj 1 milijon sekvenciranih človeških genomov. Slovenske raziskovalne skupine se vključujejo v

pobudo na področju biodiverzitete European Reference Genome Atlas (ERGA) in so aktivne tudi na drugih področjih, ki zahtevajo genomske infrastrukturne zmogljivosti. V skladu z evropsko pobudo za 1+MG in projektom Beyond 1 Million Genomes (B1MG), ki postavlja evropsko genomsko infrastrukturo za medicino, so v povezavi z genomiko in translacijsko medicino zelo aktualna predvsem področja redkih bolezni, raka in kompleksnih bolezni, vse bolj pa tudi zbiranje podatkov o zdravi populaciji (nacionalni referenčni genom). Genomika in funkcijska genomika prinašata potencial za revolucijo na področju preučevanja življenja z več zornih kotov: razvoja bolj ciljno usmerjenih ter prilagojenih prognostičnih in diagnostičnih orodij, zdravil, terapij in posegov, razumevanje biodiverzitete, omogočanje napredka na področju kmetijstva in varovanja okolja. Slovenske raziskovalce iz različnih raziskovalnih skupin na področju preučevanja genomov koordinira Medicinska fakulteta UL. Pri nas trenutno še ni vzpostavljena primerna infrastruktura za zmogljivo sekvenciranje genomov na način, da bi bila dostopna za slovenske raziskovalce. Večina raziskovalcev zato najzmogljivejše analize genomov opravlja v tujini. Za slovensko znanost ima tako stanje več negativnih posledic, na primer zmanjšana je mednarodna konkurenčnost slovenskih raziskovalcev, sredstva za razvoj in delovanje nacionalne znanosti se uporabljajo za nakup storitev na infrastrukturnih v drugih državah, brez ustrezne infrastrukture ni mogoče vzpostavljati specifičnih znanj na področju preučevanja genomov, zmanjšana pa je tudi možnost inovacijskega potenciala slovenske znanosti. Infrastruktura za genomiko bi morala obsegati najmanj naslednje zmogljivosti: zbiranje in hrambo vzorcev, visokozmogljivo analizo genomov (sekvenciranje), hrambo in analizo podatkov. Ta infrastruktura mora delovati na načelih odprte infrastrukture za odprto znanost. Do vzpostavljene infrastrukture morajo imeti vsi slovenski raziskovalci dostop po enakih pogojih. Infrastruktura za genomiko mora biti financirana na način, da uporabniki (raziskovalci) ne nosijo stroškov analize genomov, dostop do infrastrukture pa je omogočen predvsem na podlagi izkazane raziskovalne odličnosti.

Potrebni so tudi vložki v infrastrukturo za varovanje in krepitev zdravja, s čimer so povezani zdrava prehrana, redna gibalna aktivnost, zmanjševanje sedentarnosti, kakovosten spanec in skrb za duševno zdravje. Vse to prispeva k ohranjanju zdravja oziroma boljšemu zdravju in počutju, večji kakovosti življenja in vzdržnosti zdravstvenih sistemov. Z ustrezno preventivo v vseh življenjskih obdobjih lahko preprečimo razvoj prenekaterih bolezni ali stanja, ki so v sodobni družbi vse pogostejša. Preventiva za zdravje je pomembna v vseh življenjskih obdobjih.

Vlaganja v nadgradnjo nacionalne infrastrukture na tem področju so v preteklem obdobju zajeta zlasti v kontekstu integracije v mednarodne RI projekte ELIXIR, EATRIS in EuBI, nadgraditi pa jo bo treba tudi s sodelovanjem v mednarodnih projektih BBMRI, EMBRC in Instruct, ki so opisani v 2. poglavju.

3.6.2 Varna in zdrava hrana

Varnost hrane in njen vpliv na zdravje posameznikov in splošno zdravstveno stanje družbe postaja vedno bolj pomembno in interdisciplinarno področje. Odpira biološka, sociološka in antropološka vprašanja, ki v Evropi dosegajo visoko prioriteto. V Sloveniji je treba povezati relativno številčno skupino raziskovalcev in institucij, ki opravljajo raziskovalne dejavnosti na tem področju, kot so Univerza v Ljubljani (Biotehniška fakulteta, Fakulteta za zdravstvo, Medicinska fakulteta, Veterinarska fakulteta in NVI pri slednji), Univerza na Primorskem, Univerza v Mariboru (Medicinska fakulteta, Fakulteta za kmetijstvo), Institut Jožef Stefan in Kemijski inštitut, pa tudi Inštitut za varovanje zdravja, kar bo omogočilo krepitev sposobnosti prenosa in obvladovanja specifičnih novih tehnologij ter razvoj novih tehnologij in rešitev na področju hrane. Raziskovalna infrastruktura mora omogočiti raziskave in razvoj:

- za kakovost in varnost živil, ki bodo zadovoljevala višje standarde na področju hrane in prehrane:
 - procesov in bioprocessov s potencialom rešitev za hitrejši tehnološki preboj za nove izdelke in usluge;
 - hrane v relaciji do navad potrošnikov, za omogočanje novih rešitev za obvladovanje problemov na področju hrane in prehrane;
- hrane v relaciji do zdravja, ki postavlja nove paradigme razumevanja hrane in obeta nova spoznanja:
 - v tem kontekstu imajo ključen strateški pomen področja kmetijstva, gozdarstva in veterine. Sodobna in trajnostna kmetijska proizvodnja, tako rastlinska kot tudi živalska, upravljanje gozdov in zdravje živali so ključnega strateškega pomena za vsako državo. Oskrba prebivalstva z zdravo hrano, pridelano s sodobnimi in do okolja prijaznimi tehnologijami, mora biti v središču prihodnjih raziskav in trajnostnega razvoja, kar zahteva ustrezen razvoj in nadgradnjo znanja in raziskovalne infrastrukture na področju sodobnega kmetijstva, razvoj tehnologij trajnostne pridelave hrane ter skrbi za okolje in zdravje prebivalstva. Za spodbujanje gospodarsko

relevantnega in trajnostnega razvoja kmetijstva, gozdarstva in veterine je bistven prenos odličnega znanja v inovacije oziroma do uporabnikov. Primarni cilji so torej na eni strani raziskovalni, po drugi pa se iščeta predvsem tehnološki transfer in krepitev sodelovanja z industrijo.

Pomembna bo tudi vzpostavitev interdisciplinarne raziskovalne infrastrukture s področja živilstva, prehrane in zdravja, ki bo omogočila sodelovanje raziskovalcev z različnih znanstvenih področij pri reševanju odprtih problemov, povezanih z zdravjem in prehrano, zlasti s področij živilstva, prehrane, družbenih ved in informatike. Imela bo visok aplikativni potencial za sodelovanje z gospodarstvom, zlasti z živilsko industrijo. V Sloveniji imamo široko mrežo partnerjev iz akademske in raziskovalne sfere, pa tudi iz bolnišnic, NIJZ in podjetja na tem področju. Cilje je povezati heterogene vire podatkov o živilih in prehranskih podatkih (tako z vidika sestave kot tudi varnosti), prehranskih navadah in telesni aktivnosti prebivalcev Slovenije in bolnikov, o zdravju prebivalcev RS (z vidika genomike in okoljskih vplivov) ter družbenih vidikih prehrane in zdravja pri nas in jih tudi mednarodno ovrednotiti.

Vlaganja v infrastrukturo na tem področju so zajeta tudi v omenjena vlaganja v mednarodni infrastrukturni projekt METROFOOD na področju varne in zdrave hrane, ki so opisana v 2. poglavju.

4. Povezave med NRRI in Strategijo pametne specializacije

V nadaljevanju sledi predstavitev in opredelitve povezav med NRRI 2030 in Strategijo pametne specializacije, ki je nujna podlaga za sofinanciranje iz sredstev Evropske kohezijske politike kot enega pomembnejših virov za (so)financiranje področja RI v Sloveniji.

Strategija pametne specializacije predstavlja temelj za osredotočena razvojna vlaganja na področjih, kjer ima Slovenija kritično maso znanja, kapacitet in kompetenc ter inovacijski potencial za umestitev na globalnih trgih in s tem krepitev svoje prepoznavnosti.

Leta 2015 je Vlada Republike Slovenije sprejela Slovensko strategijo pametne specializacije (S4) kot izvedbeni dokument do takrat sprejetih strateških dokumentov, kot so bili Strategija razvoja Slovenije 2006–2013, RISS 2011–2020, Slovenska industrijska politika (SIP), Digitalna agenda ter s posameznih vidikov tudi druge strategije s področij varstva narave, energije, izobraževanja in podobno. Tako je S4 integrirala in konkretizirala usmeritve v enovit in konsistenten okvir, kar je omogočilo izvedbo usmerjenih in medsebojno dopolnjujočih se ukrepov.

S4 je bila v programskem obdobju 2014–2020 predhodni pogoj za sprostitev sredstev iz Operativnega programa za izvajanje Evropske kohezijske politike 2014–2020, in sicer na prednostni osi 1 »Mednarodna konkurenčnost raziskav, inovacij in tehnološkega razvoja v skladu s pametno specializacijo za večjo konkurenčnost in ozelenitev gospodarstva«. Na področju raziskovalnih infrastruktur je narekovala, da razvoj raziskovalnih infrastruktur sledi načrtom ESFRI in nacionalnemu načrtu razvoja raziskovalnih infrastruktur (NRRI 2011–2020), predvsem v smislu vzpostavitve osrednjih centrov ali partnerskih zmogljivosti, ki predstavljajo funkcionalno vključevanje slovenske infrastrukture v mednarodno infrastrukturo. Z vidika izvajanja oziroma črpanja sredstev evropske kohezijske politike je to pomenilo, da so bili podprti tisti projekti, ki so bili skladni z usmeritvami S4 in hkrati opredeljeni v NRRI 2011–2020.

Tako je bila za potrebe črpanja sredstev Evropske kohezijske politike 2014–2020 v okviru Revizije NRRI 2016 pripravljena prevedbena tabela, ki je izkazovala prekrivanje prednostnih področij med NRRI in S4. Izkazalo se je, da se kljub različnemu poimenovanju raziskovalna področja iz NRRI in S4 dejansko prekrivajo ter stremijo k istemu cilju, to je prioritizaciji prednostnih področij ob upoštevanju učinkovite uporabe raziskovalne infrastrukture, kjer so vzpostavljeni pogoji za pregleden in nediskriminatoren način dostopa do slednje tudi drugim raziskovalnim organizacijam in partnerjem, izvajanje neodvisnih raziskav, razvoj znanja in razumevanja, širok dostop in učinkovit prenos rezultatov raziskovalnega dela, pridobitev kompetenc za učinkovito vključevanje v mednarodne raziskovalne mreže in programe, privabljanje vrhunskih tujih raziskovalcev v Slovenijo in gospodarsko rast.

Tako so bili sofinancirani nekateri implementirani (landmarki) projekti NRRI, v katere je vključena in v njih dejavno sodeluje Republika Slovenija. Gre za projekte, ki so izkazali interes in potrebo po nadgradnji raziskovalne infrastrukture za nemoteno in kompetentno raziskovalno delo, tako v nacionalnem kot mednarodnem prostoru. Ti projekti so CERIC, CLARIN, DARIAH, EATRIS, ELIXIR, EPOS in LifeWatch ter so bili sofinancirani v okviru projekta RI-SI.

V okviru nadgradnje nacionalne infrastrukture je bil sofinanciran tudi nacionalni projekt s prednostnega nacionalnega področja visokozmogljivo računalništvo in omrežja, HPC RIVR, ki se je v nadaljevanju uspešno integriral v evropski projekt EuroHPC ter še dodatno nadgradil računske zmogljivosti na raven peta scale skozi projekt VEGA.

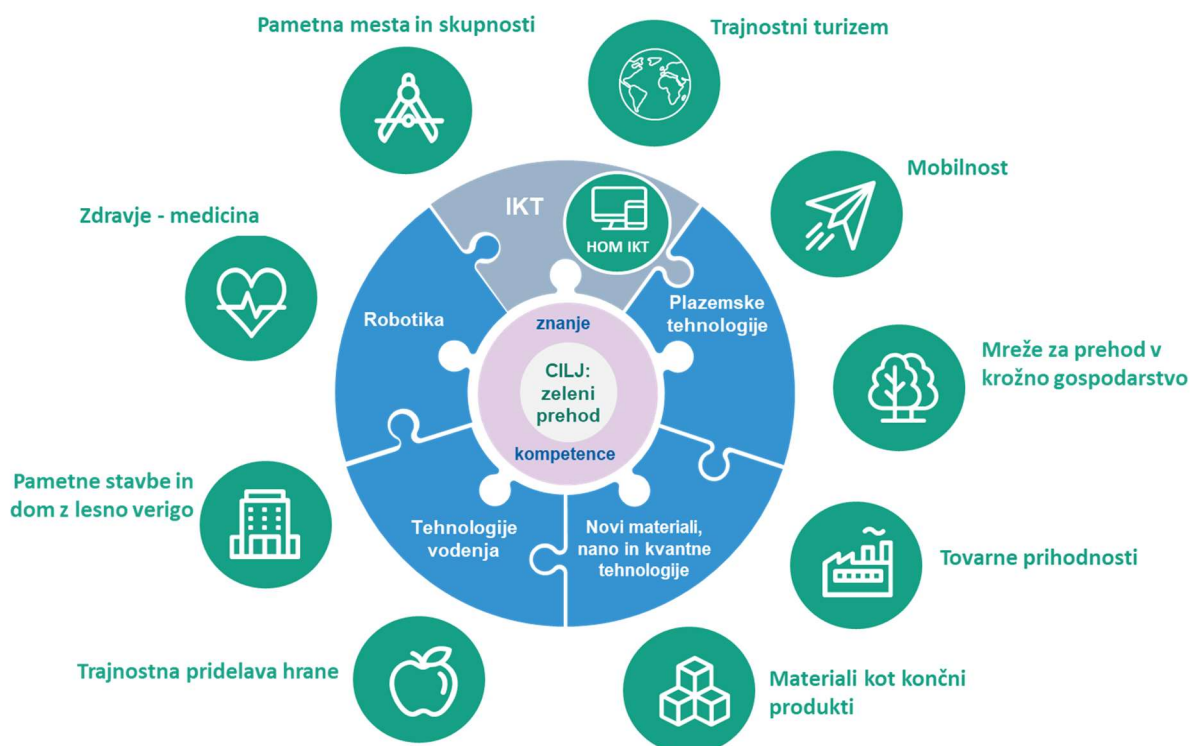
Strategija pametne specializacije ostaja podlaga za izvajanje Evropske kohezijske politike tudi v programskem obdobju 2021–2027. Evropski predpisi predvidevajo njeno prenovu in jo obravnavajo kot omogočilen pogoj za Cilj politike 1 »Pametnejša Evropa s spodbujanjem inovativne in pametne gospodarske preobrazbe«. Iz tega razloga so v Službi Vlade Republike Slovenije za razvoj in evropsko kohezijsko politiko v prvi polovici leta 2020 pristopili k prenovi S4 in jo poimenovali S5. Aktivnosti so bile usmerjene predvsem v prenovu nujno potrebnih analitičnih podlag in v proces podjetniškega odkrivanja (EDP). Skupaj s ključnimi resorji, Ministrstvom za gospodarski razvoj in tehnologijo (MGRT), Ministrstvom za izobraževanje, znanost in šport (MIZŠ) in Ministrstvom za javno upravo (MJU) ter vsemi devetimi SRIP-i (strateška razvojno-inovacijska partnerstva) so pripravili delovno gradivo, ki je bilo rezultat procesa podjetniškega odkrivanja v obdobju september 2020–februar 2021. Nadaljnje

osredotočenje oziroma prečiščenje fokusnih področij in njihovih produktivnih smeri je bilo opravljeno na podlagi kvantificiranih utemeljitev tržnih potencialov, ki so jih za predlagana fokusna področja in produktne smeri pripravili SRIP-i, ter tudi na podlagi predlogov in utemeljitev drugih relevantnih deležnikov iz javne razprave.

Prvotna S4 je strukturno temeljila na treh prednostnih področjih (Zdravo bivalno in delovno okolje, Naravni in tradicionalni viri za prihodnost, (S)Industrija 4.0) in devetih področjih uporabe (Pametna mesta in skupnosti, Pametne zgradbe in dom z lesno verigo, Mreže za prehod v krožno gospodarstvo, Trajnostna pridelava hrane, Trajnostni turizem, Tovarne prihodnosti, Zdravje – medicina, Mobilnost, Razvoj materialov kot končnih produktov), v okviru katerih so bila opredeljena fokusna področja in tehnologije ter produktne smeri.

V času priprave NRRI 2030 je bil dokument S5 še v procesu priprave, vendar pa so empirične podlage in izvajani proces podjetniškega odkrivanja (EDP) skozi osredotočenje in z namenom večjega poudarka prednostnih področij (kontinuiteta) utemeljili vitkejšo trinivojsko strukturo prioritizacije S5 z jasno osredotočenim ciljem in pogoji za doseg tega cilja.

Predvideni ustroj prenovljene S5 bo, kot prikazuje spodnja shema, ki v notranjem krogu prikazuje ključni cilj, ki je t. i. zeleni prehod, ki ga ni mogoče uresničiti brez ustreznih znanj in kompetenc ter tudi ne brez ustreznih in dovolj razvitih orodij, torej ključnih omogočevalnih tehnologij, vključno z IKT. Področja, na katerih Slovenija izkazuje kritično maso kapacitet in kompetenc za doseg tega cilja, predstavljajo zunanji 9 oz. 10 krogov prednostnih področij S5.



Vir: SVRK; Osnutek S5 2022

Z dosedanjim izvajanjem nacionalne razvojnoraziskovalne politike, nadgradnjo inovacijskega sistema RISS v povezavi s S4 je Sloveniji uspelo izboljšati raziskovalno-razvojno inovacijske pogoje, še vedno pa raven vlaganj ni zadovoljiv. V luči ambicije S5, da na nižnjih področjih preide od sledilca do soustvarjalca globalnih trendov, od dobavitelja komponent v pomembnega razvojnega partnerja in nosilca raziskovalno-razvojno-inovacijskih aktivnosti, seveda tudi proizvodnih dejavnosti z visoko dodano vrednostjo, znotraj globalnih verig vrednosti, je izrednega pomena, da se izboljša raziskovalni, razvojni in inovacijski ekosistem. V luči doseganja ciljev je predvidenih več ukrepov, med drugim krepitev naložb v raziskovalno infrastrukturo in raziskovalne kapacitete, še zlasti v navezavi z nacionalnimi

strateškimi razvojnimi prioritetami, kar je ključno za znanstveno odličnost in za izvajanje vrhunskih raziskav. Za doseganje kritične mase znanja, kapacitet in kompetenc, potrebnih za razvoj inovativnih in prebojnih proizvodnih procesov, je pomembna vključitev v mednarodni prostor. Iz tega naslova si je med drugim treba prizadevati za krepitev sodelovanja v evropskih in mednarodnih mrežah raziskovalnih infrastruktur (npr. v konzorcijih evropske raziskovalne infrastrukture) s posebno osredotočenostjo na prednostna področja S5, kjer se deležnikom omogoči dostop do vrhunske raziskovalne infrastrukture in možnost sodelovanja v raziskovalnih projektih. Ob tem je treba zagotoviti tudi ustrezno nacionalno raziskovalno infrastrukturo, v skladu z mednarodni zahtevami in standardi.

Z izvedbenega vidika je torej pomembno, da se posodobi prevedbena tabela na način, da se izpolnijo prednostna področja in dopolnijo mednarodni projekti, v katere je v vmesnem času vstopila Republika Slovenije. Tabela se bo uporabljala kot pripomoček pri prihodnjem sofinanciranju raziskovalne infrastrukture.

Tabela 2: Prekrivanje prednostnih področij med NRRI 2030 in S5

Znanstvena področja ESFRI	Mednarodni RI projekti po področjih, v katere je vključena RS	Nacionalna prednostna področja NRRI 2030	Prednostno področje S5
Družbene in kulturne inovacije	CESSDA, CLARIN, DARIAH, ESS, SHARE; E-RISH, GUIDE, OPERAS, RESILIENCE	Analiza družbenih skupin in procesov	Pametna mesta in skupnosti
		Humanistične RI	Trajnostni turizem
Naravoslovne znanosti in inženirstvo	Belle2, CERIC, CERN, CTA, FAIR, ILL	Napredni materiali in tehnologije	Materiali kot končni produkti
		Nano, kvantni ter fotoniki materiali in tehnologije	Mobilnost
		RI za aplikacije v vesolju	Pametna mesta in skupnosti
Okolje	EPOS, LifeWatch; eLTER	Okoljske znanosti	Mreže za prehod v krožno gospodarstvo
Zdravje in hrana	BBMRI, EATRIS, ELIXIR EuroBioimaging; METROFOOD, INSTRUCT, EMBRC	Biotehnologija, biomedicina in biološki viri	Zdravje-medicina
		Varna in zdrava hrana	Trajnostna hrana
Podatkovna, računalniška in digitalna RI	PRACE	Računalniška omrežja, storitve računalniškega oblaka in visokozmogljivo računalništvo	Tovarne prihodnosti; pametna mesta in skupnosti, trajnostni turizem, mobilnost, zdravje-medicina, trajnostna hrana
		Hranjenje in dostop do raziskovalnih rezultatov	
		Umetna inteligenca za znanost	
Energija		Trajnostni viri energije in energetska učinkovitost	Pametne stavbe in dom z lesno verigo

5. Načini financiranja

Financiranje velike raziskovalne infrastrukture predstavlja velik finančni zalogaj, zato sta potrebna pravilno načrtovanje sredstev in poznavanje vseh potencialnih virov. Poleg tega je pomembno, da se nadgradnja raziskovalne infrastrukture na nacionalnih prednostnih področjih obravnava kot prednostno (so)financiranje, ki mu sledi nadgradnja raziskovalne infrastrukture za potrebe delovanja v mednarodnih implementiranih NRRI projektih.

Raziskovalna infrastruktura se bo financirala iz različnih virov. V primeru implementiranih mednarodnih projektov bo treba, poleg sredstev za članarine, tudi nadalje zagotavljati vzdržno financiranje za nemoteno delovanje nacionalnih centrov (vozlišč) in njihovo ustrezno nadgradnjo, kar bo, predvidoma vsaj še v naslednji finančni perspektivi, dodatno okrepljeno s sredstvi iz strukturnih skladov. Načrtuje se umestitev prednostnih mednarodnih RI projektov v večletni finančni okvir za obdobje 2021–2027.

Sofinanciranje nadgradnje in delovanja velike raziskovalne infrastrukture je najprej predvideno iz sredstev Evropske kohezijske politike, in sicer Evropskega sklada za regionalni razvoj v okviru kohezijske politike kot ključne in najobsežnejše evropske naložbene politike za rast in delovna mesta, in sicer v okviru prednostne naloge 1 »Pametnejša Evropa s spodbujanjem inovativne in pametne gospodarske preobrazbe« in tudi prednostne naloge 10 »Sklad za pravičen prehod v premogovno intenzivnih regijah«, ki pa se bo predvidoma nanašal le na regiji Zasavje in Savinjsko – Šaleška.

Nadgradnja raziskovalne infrastrukture bo mogoča tudi prek regionalnih razvojnih programov oziroma procesov teritorialnega dialoga (dogovora za razvoj regij).

V okviru nadgradnje in vzpostavljanja ekosistema visokozmogljivega računalništva v evropskem prostoru bodo na voljo sredstva iz razpisov skupnega podjetja EuroHPC. Glede na že vzpostavljen visokozmogljivi računalnik Vega in potrebo po nadgradnji v prihodnjih letih se pričakuje, da bo Republika Slovenija kandidirala tudi na prihodnjih razpisih. Seveda bo v ta namen treba zagotoviti tudi del sredstev iz integralnega proračuna in/ali sredstev Evropske kohezijske politike.

V okviru mehanizma centraliziranega programa Obzorje Evropa se bodo z vlaganji v inovacije ter R&R poskušala vzporedno krepiti tudi prednostna področja, ki jih predvideva S5, še zlasti v delih, ki bodo predvidevala komplementarno financiranje v okviru instrumenta Teaming. Prav tako se bodo spodbujale tudi druge komplementarne sheme, ki bodo omogočale sinergije, prek katerih se bodo na evropski in nacionalni ravni krepili odličnost in inovativnost, povečevanje produktivnosti in posledično izboljšanje odpornosti in konkurenčnega položaja v globalnih verigah vrednosti najbolj produktivnega dela slovenskega gospodarstva, v povezavi z raziskovalno-izobraževalnimi ustanovami in drugimi akterji v okviru petorne vijačnice, s posebnim poudarkom na digitalizaciji in ozelenitvi področij ukrepanja.

Novi Zakon o znanstvenoraziskovalni in inovacijski dejavnosti (ZZrID) predvideva občutno povečanje sredstev. Integralna sredstva državnega proračuna, ki so znotraj finančnega načrta ministrstva, pristojnega za znanost in raziskave, namenjena za izvajanje znanstvenoraziskovalne dejavnosti, so tako določena v višini najmanj enega odstotka BDP. V okviru t. i. stabilnega financiranja znanstvenoraziskovalne dejavnosti je tako mogoče predvideti tudi dolgoročna vlaganja v opremo ter vzdrževanje in obratovanje.