NAČRT RAVNANJA Z RAZISKOVALNIMI PODATKI

OBRAZEC ARIS 2.0

0	Splošne informacije	
0.1	**Šifra projekta**	J2-70075
0.2	**Naziv projekta**	Prenosni elektrokemijski biosensor za hitro in občutljivo spremljanje poliaminov (BIOCHECK),
0.3	**Datum začetka in konca projekta**	1. 3. 2026 - 28. 2. 2029
0.4	**Opis projekta z vidika ravnanja z raziskovalnimi podatki**	Temeljni cilj projekta BIOCHECK je razvoj prenosnega elektrokemijskega biosenzorja za občutljivo, selektivno in stabilno določanje poliaminov (PA), spermina in spermidina, ki predstavljata pomembna biomarkerja različnih patoloških stanj v bioloških vzorcih. Biosenzor bo zasnovan na komercialno dostopnih sitotiskanih elektrodah, modificiranih s kompozitnim sklopljenim materialom NiOOH-$Ni(OH)_2$-Ni in nanodelci prusko modrega (PB), funkcionaliziranih z encimoma poliamin oksidazo (PAO) in spermin oksidazo (SMO). Encimska oksidacija poliaminov tvori vodikov peroksid (H_2O_2), katerega elektrokemijska detekcija omogoča kvantifikacijo ciljnih analitov. Ključni izziv predstavlja razvoj prenosnega biosenzorja z nizko mejo zaznave, visoko selektivnostjo in stabilnim delovanjem v kompleksnih bioloških vzorcih. Raziskovalna hipoteza temelji na razvoju novih receptorskih elementov za učinkovito detekcijo H_2O_2. Elektrokatalitska aktivnost PB bo izboljšana z uporabo nanomaterialov na osnovi NiOOH/$Ni(OH)_2$–Ni z deformirano kristalno mrežo oziroma površinskimi napakami, ki bodo pospešili prenos elektronov in zmanjšali energijsko bariero elektrokatalitske reakcije. Ker je stabilnost plasti PB v nevtralnem mediju omejena, bo ta dodatno zaščitena s prevodnim polimerom, ki bo izboljšal njeno mehansko in elektrokemijsko stabilnost ter hkrati predstavljal primerno površino za imobilizacijo encimov PAO in SMO. Glavni cilji projekta so: (i) razvoj novih elektrokatalitskih materialov za detekcijo H_2O_2, (ii) izdelava in optimizacija elektrokemijskega biosenzorja ter (iii) njegova analitska validacija v bioloških vzorcih. Projekt obravnava ključne znanstvene izzive na področju sinteze funkcionalnih materialov, modifikacije površin in analitske kemije. Raziskovalni podatki bodo nastajali v vseh fazah projekta, od sinteze in karakterizacije materialov do izdelave biosenzorja, elektrokemijskih meritev in analitske validacije. Zbirani bodo numerični eksperimentalni podatki, spektroskopske in

		mikroskopske meritve, elektrokemijski odzivi, kromatografski rezultati, difraktogrami, kalibracijske krivulje, laboratorijski zapisi, eksperimentalni protokoli, programsko ustvarjeni rezultati ter pripadajoči metapodatki. Karakterizacija materialov bo izvedena z metodami FTIR, Ramanske spektroskopije, XRD, SEM, TEM z EDS, elektrokemijske lastnosti bodo določene s ciklično voltametrijo (CV), diferencialno pulzno voltametrijo (DPV), kronoamperometrijo (CA) in elektrokemijsko impedančno spektroskopijo (EIS), analitska validacija biosenzorja pa bo izvedena z metodo LC-MS/MS.
0.5	**Šifra vodje projekta**	56791
0.6	**Ime in priimek vodje projekta**	Dr. Jelena Vujančević
0.7	**Ime in priimek osebe, ki je v RO zadolžena za podporo pri ravnanju z raziskovalnimi podatki**	Zala Dvornik
0.8	**Ime in priimek odgovorne osebe za ravnanje z raziskovalnimi podatki pri projektu**	Dr. Jelena Vujančević
0.9	**Elektronski naslov odgovorne osebe za ravnanje z raziskovalnimi podatki pri projektu**	jelena.vujancevic@ijs.si
0.10	**Različica in datum NRRP**	verzija 1.0 (13. 8. 2026)
1	**Povzetek in opis raziskovalnih podatkov**	
1.1	**Ali boste pri projektu ponovno uporabili že obstoječe podatke (lastne ali tuje)?**	☒Da ☐Ne Projekt BIOCHECK bo pri načrtovanju, razvoju in validaciji biosenzorske platforme ponovno uporabil obstoječe raziskovalne informacije in referenčne podatke iz javno dostopnih virov. Uporabljeni bodo podatki iz znanstvene literature, vključno z objavljenimi fizikalno-kemijskimi lastnostmi materialov na osnovi $NiOOH/Ni(OH)_2$–Ni in nanodelcev prusko modrega, opisanimi elektrokemijskimi postopki ter referenčnimi analitskimi metodami za detekcijo poliaminov. Za primerjavo in validacijo razvitega biosenzorja bodo uporabljeni tudi referenčni podatki in uveljavljene analitske metode, vključno z LC-MS/MS meritvami, kjer bodo te na voljo. Ponovno uporabljeni podatki bodo služili kot podpora pri interpretaciji rezultatov, oceni učinkovitosti razvitega sistema ter zagotavljanju primerljivosti, sledljivosti in ponovljivosti novo pridobljenih eksperimentalnih podatkov.

1.2	**Katere vrste podatkov boste ustvarili oz. ponovno uporabili in v katerih formatih bodo shranjeni?**	Projekt BIOCHECK bo ustvarjal in ponovno uporabljal različne vrste raziskovalnih podatkov, nastalih pri razvoju in validaciji elektrokemijskega biosenzorja na osnovi kompozitnih materialov NiOOH/Ni(OH)$_2$–Ni in nanodelcev PB, funkcionaliziranih z encimoma PAO in SMO. Novi raziskovalni podatki bodo pridobljeni z laboratorijskimi poskusi, ki bodo vključevali sintezo in karakterizacijo nanomaterialov, pripravo in modifikacijo sitotiskanih elektrod, imobilizacijo encimov, elektrokemijske meritve ter validacijo biosenzorja v realnih bioloških vzorcih. Za primerjavo, interpretacijo in validacijo rezultatov bodo uporabljeni tudi obstoječi referenčni podatki, objavljeni podatki iz znanstvene literature ter uveljavljene analitske metode. V okviru projekta bodo nastajali numerični podatki (elektrokemijski odzivi, kalibracijske krivulje, parametri občutljivosti, meje zaznave in statistične analize), besedilni podatki (eksperimentalni protokoli, laboratorijski zapisi, standardni operativni postopki in metapodatki), slikovni podatki (SEM, TEM z EDS ter fotografije vzorcev), spektroskopski podatki (FTIR in Ramanska spektroskopija), difraktogrami (XRD), kromatografski podatki (LC-MS/MS) ter grafični prikazi (diagrami, grafi in analizni rezultati). Podatki bodo shranjeni v strukturiranih in standardiziranih formatih, ki omogočajo dolgoročno arhiviranje, strojno berljivost in ponovno uporabo. Kjer bo mogoče, bodo uporabljeni odprti oziroma nelastniški formati, kot so CSV, TXT, TIFF, PNG, JPG, JPEG in PDF, PSSESSION medtem ko bodo preglednice in dokumentacija shranjene tudi v formatih XLSX in DOCX. Surovi podatki, pridobljeni z uporabo specializiranih analitskih instrumentov (npr. FTIR, Raman, XRD, SEM, TEM in LC-MS/MS), bodo zaradi zagotavljanja sledljivosti ohranjeni tudi v izvornih formatih instrumentov. Kadar bo tehnično izvedljivo, bodo ti podatki dodatno izvoženi v odprte formate za lažjo izmenjavo, dolgoročno dostopnost in ponovno uporabo.
1.3	**Kakšna je pričakovana velikost podatkov, ki jih nameravate ustvariti oz. ponovno uporabiti?**	☐0–10 GB ☒ 10–100 GB ☐100–1000 GB ☐ >1000 GB
2	**Shranjevanje in varnostno kopiranje podatkov**	
2.1	**Kje bodo podatki med izvajanjem projekta shranjeni in varnostno kopirani?**	Podatki, pridobljeni v okviru projekta BIOCHECK, bodo med izvajanjem projekta shranjeni na varnih strežnikih Instituta Jožef Stefan (IJS), ki jih bo upravljala institucionalna IT služba. Delovni podatki bodo med raziskovalnim procesom organizirani v strukturiranih mapah z ustrezno

		označenimi različicami datotek, kar bo zagotavljalo sledljivost in preprečevalo izgubo podatkov. Surovi podatki, pridobljeni z analitskimi instrumenti (npr. FTIR, Raman, XRD, SEM, TEM, LC-MS/MS in elektrokemijske meritve), bodo poleg lokalnega shranjevanja na računalnikih instrumentov preneseni na varno osrednjo lokacijo za dolgoročno hrambo in nadaljnjo obdelavo. Dostop do podatkov bo omejen na člane raziskovalne skupine glede na njihove vloge in potrebe pri izvajanju projekta.
2.2	**V katerem zaupanja vrednem repozitoriju bodo objavljeni podatki v skladu z načelom »odprti, kolikor je mogoče, zaprti, kolikor je nujno?**	Raziskovalni podatki bodo objavljeni v zaupanja vrednih repozitorijih, kot sta DiRROS (https://dirros.openscience.si/info/index.php/slo/) in Zenodo (https://zenodo.org/). Ti repozitoriji podpirajo ravnanje z raziskovalnimi podatki v skladu z načeli FAIR, zagotavljajo njihovo dolgoročno hrambo, bogate metapodatke ter dodeljujejo trajne identifikatorje (DOI), s čimer zagotavljajo dolgoročno dostopnost, najdljivost in citiranje raziskovalnih podatkov.
3.	**Zagotovitev podatkov na način FAIR prek repozitorijev**	
3.1	**Ali bodo vsi podatki odprto dostopni, upoštevajoč načelo „odprti, kolikor je mogoče, in zaprti, kolikor je nujno”? Če ne bodo, pojasnite posebnosti glede dostopa.**	☒Da ☐Ne Podatki, ustvarjeni v okviru projekta BIOCHECK, bodo obravnavani v skladu z načelom »odprti, kolikor je mogoče, in zaprti, kolikor je nujno« ter z načeli FAIR. Kjer ne bo omejitev zaradi intelektualne lastnine, znanstvene objave ali drugih upravičenih razlogov, bodo raziskovalni podatki objavljeni v odprtem dostopu. Določeni podatkovni nabori pred zaključkom postopkov zaščite intelektualne lastnine ali pred objavo znanstvenih rezultatov začasno ne bodo javno dostopni. Omejitev dostopa je potrebna predvsem zaradi ohranjanja znanstvene novosti rezultatov, možnosti patentne zaščite in zagotavljanja pravic objave v znanstvenih revijah. Vsi morebitni zadržki glede dostopa bodo jasno dokumentirani, vključno z razlogi in predvidenim trajanjem omejitve. Projekt ne vključuje človeških udeležencev, osebnih podatkov ali drugih občutljivih informacij, zato niso predvidene omejitve zaradi varstva osebnih podatkov ali etičnih zahtev. Neobjavljeni podatki bodo med izvajanjem projekta shranjeni na varnih institucionalnih strežnikih Instituta Jožef Stefan z nadzorovanim dostopom in rednim varnostnim kopiranjem. Dostop do teh podatkov bo omogočen le pooblaščenim članom projektne skupine. Podatki, ki bodo podlaga za znanstvene objave, bodo po zaključku ustreznih postopkov objavljeni v zaupanja vrednih repozitorijih za raziskovalne podatke, kot sta

		DiRROS in/ali Zenodo, z dodeljenimi trajnimi identifikatorji (DOI). Javno dostopni podatki bodo pripravljeni v odprtih in interoperabilnih formatih, kot so CSV, TXT, TIFF, PNG, JPG, JPEG in PDF skupaj z ustreznimi metapodatki in dokumentacijo. Surovi podatki, pridobljeni z uporabo specializiranih analitskih instrumentov (npr. FTIR, Raman, XRD, SEM, TEM, LC-MS/MS), bodo zaradi zagotavljanja sledljivosti ohranjeni tudi v izvornih formatih instrumentov. Kjer bo mogoče, bodo izvoženi v standardizirane odprte formate, primerne za dolgoročno shranjevanje in ponovno uporabo.
3.2	**Kako boste omogočili uporabljivost vaših raziskovalnih podatkov (metapodatki, ključne besede, programska oprema, licence, drugo)?**	Projekt BIOCHECK bo zagotavljal skladnost z načeli FAIR skozi celoten življenjski cikel raziskovalnih podatkov. Podatki bodo shranjeni v zaupanja vrednih repozitorijih (npr. DiRROS in/ali Zenodo) ter opremljeni z ustreznimi metapodatki, ki bodo opisovali eksperimentalne postopke, uporabljene metode, instrumentacijo, pogoje meritev, obdelavo podatkov in nadzor kakovosti. Objavljeni nabori podatkov bodo opremljeni s trajnim identifikatorjem (DOI), standardiziranimi ključnimi besedami in mednarodno priznano znanstveno terminologijo, kar bo omogočalo njihovo lažje iskanje, interoperabilnost in ponovno uporabo. Ključne besede bodo med drugim vključevale elektrokemijske biosenzorje, poliamine (spermin, spermidin), nanomateriale, NiOOH-Ni$(OH)_2$-Ni, prusko modro, PAO, SMO ter uporabljene analitske tehnike. Vsak nabor podatkov bo spremljala ustrezna dokumentacija (eksperimentalni protokoli, opisi vzorcev, parametri instrumentov, podatkovni slovarji in opisi spremenljivk). Za izboljšanje sledljivosti bodo uporabljene enotne konvencije poimenovanja datotek, nadzor različic in standardizirana struktura map. V skladu z načeli FAIR bo vsakemu podatkovnemu setu, shranjenemu v repozitoriju, priložena datoteka ReadMe (.txt), ki bo vsebovala ključne informacije o provenienci in izvoru podatkov, opis podatkovnega seta, ključne besede ter informacije o licenciranju in pogojih uporabe podatkov. Podatki bodo, kadar bo to mogoče, objavljeni v odprtih in strojno berljivih formatih (npr. CSV, TXT, TIFF, PNG, JPG in PDF). Če bodo posamezni podatki zaradi instrumentacije na voljo le v lastniških formatih, bodo obdelani podatki izvoženi tudi v odprte formate, skupaj z informacijami o potrebni programski opremi za dostop.
3.3	**Kakšne postopke zagotavljanja kakovosti raziskovalnih podatkov boste uporabili?**	V projektu BIOCHECK bodo postopki zagotavljanja kakovosti raziskovalnih podatkov (QA) vključeni v vse faze življenjskega cikla podatkov, od načrtovanja eksperimentov in pridobivanja podatkov do njihove

		obdelave, analize, dokumentiranja in arhiviranja. Cilj bo zagotoviti natančnost, zanesljivost, sledljivost in ponovljivost vseh ustvarjenih podatkov. Eksperimentalno delo bo izvedeno v skladu s standardiziranimi laboratorijskimi protokoli in uveljavljenimi analitskimi metodami. Instrumenti za karakterizacijo materialov in elektrokemijske meritve bodo redno kalibrirani in preverjani v skladu z zahtevami proizvajalcev ter internimi postopki laboratorija. Meritve bodo, kjer bo ustrezno, izvedene z uporabo ponovitev, kontrolnih vzorcev in kalibracijskih standardov za zmanjšanje eksperimentalnih napak. Kakovost podatkov bo dodatno zagotovljena z uporabo strukturirane organizacije datotek, nadzorom različic, standardiziranimi imeni datotek ter shranjevanjem ustreznih metapodatkov. Eksperimentalni postopki, pogoji meritev, identifikacija vzorcev, parametri instrumentov in postopki obdelave podatkov bodo dokumentirani v laboratorijskih zapisih in spremljajoči dokumentaciji, kar bo omogočilo sledljivost od surovih do končnih podatkov. Pred objavo ali arhiviranjem bodo podatkovni nabori pregledani glede popolnosti, konsistentnosti in morebitnih napak. Kritični rezultati biosenzorske platforme bodo dodatno preverjeni z neodvisnimi analitskimi metodami, kjer bo to mogoče. Podatki bodo pred objavo oziroma arhiviranjem tudi interno pregledani s strani več članov raziskovalne skupine. Pri objavi podatkovne zbirke oziroma baze podatkov v obliki znanstvenega članka ali ob objavi znanstvenega članka, ki vsebuje povezane podatke, bo kakovost podatkov dodatno preverjena v okviru znanstvene recenzije.
4.	**Etični in pravni vidiki**	
4.1	**Ali boste med izvajanjem projekta obdelovali, hranili, ustvarili ali ponovno uporabili občutljive osebne podatke oziroma posebne vrste osebnih podatkov?**	☐ Da ☒ Ne Projekt BIOCHECK ne vključuje zbiranja, obdelave, shranjevanja, ustvarjanja ali ponovne uporabe občutljivih osebnih podatkov oziroma posebnih vrst osebnih podatkov v skladu z GDPR in ZVOP-2. Raziskave so usmerjene v razvoj elektrokemijskega biosenzorja za detekcijo poliaminov (spermina in spermidina) ter vključujejo sintezo in karakterizacijo nanomaterialov, izdelavo elektrod, encimsko funkcionalizacijo in validacijo senzorske platforme. Eksperimentalno delo bo temeljilo na uporabi laboratorijsko pripravljenih vzorcev in umetnega urina in sline. Projekt zato ne bo zahteval zbiranja osebnih identifikatorjev, pridobivanja informiranih privolitev ali

		izvajanja postopkov anonimizacije oziroma psevdonimizacije osebnih podatkov.
4.2	**Kako bo med raziskavo poskrbljeno za varnost podatkov in zaščito občutljivih podatkov?**	Projekt BIOCHECK ne vključuje zbiranja ali obdelave občutljivih osebnih podatkov oziroma posebnih vrst osebnih podatkov. Kljub temu bodo uvedeni ustrezni tehnični in organizacijski ukrepi za zagotavljanje varnosti, celovitosti in zaupnosti raziskovalnih podatkov v skladu z institucionalnimi postopki Instituta Jožef Stefan, načeli FAIR ter veljavnimi smernicami za upravljanje raziskovalnih podatkov. Raziskovalni podatki, vključno s surovimi meritvami, obdelanimi podatkovnimi nabori, laboratorijskimi zapisi, eksperimentalnimi protokoli, slikovnimi in spektroskopskimi podatki ter metapodatki, bodo shranjeni na varnih institucionalnih strežnikih IJS z rednim varnostnim kopiranjem in nadzorovanim dostopom. Dostop do neobjavljenih podatkov bo omejen na pooblaščene člane projektne skupine prek institucionalne avtentikacije. Glavna tveganja predstavljajo morebitna izguba podatkov, tehnične napake, nepooblaščen dostop ali prezgodnje razkritje raziskovalnih rezultatov in potencialne intelektualne lastnine. Ta tveganja bodo zmanjšana z rednim varnostnim kopiranjem, nadzorom različic datotek, strukturirano organizacijo podatkov in ustreznim upravljanjem uporabniških dovoljenj. Podatki bodo pred javno objavo zaščiteni v skladu s postopki upravljanja intelektualne lastnine in pravili dobre raziskovalne prakse. Po zaključku postopkov objave oziroma zaščite rezultatov bodo podatki, namenjeni deljenju, arhivirani v ustreznih raziskovalnih repozitorijih v skladu s strategijo odprtega dostopa projekta.
5.	**Drugi raziskovalni rezultati**	
5.1	**Ali boste poleg podatkov ustvarili ali ponovno uporabili tudi druge raziskovalne rezultate?**	☒ Da ☐ Ne Poleg raziskovalnih podatkov bo projekt BIOCHECK ustvaril tudi druge raziskovalne rezultate v digitalni in fizični obliki, ki bodo podpirali razvoj, validacijo in nadaljnjo uporabo razvite biosenzorske platforme. Digitalni rezultati bodo vključevali eksperimentalne protokole, standardne operativne postopke, postopke priprave in funkcionalizacije elektrod, metode imobilizacije encimov, analitske postopke, dokumentacijo metapodatkov, programsko obdelavo podatkov ter znanstvene publikacije. Kjer bo mogoče, bodo ti rezultati ustrezno dokumentirani in deljeni v skladu z načeli FAIR. Rezultati, ki ne bodo omejeni zaradi zaščite intelektualne lastnine ali zaupnosti, bodo po zaključku

		ustreznih postopkov dostopni raziskovalni skupnosti prek primernih kanalov za izmenjavo znanja. Rezultati s potencialno intelektualno vrednostjo bodo pred javno objavo ustrezno zaščiteni.
6.	**Finančna sredstva**	
6.1	**Kakšni bodo stroški ravnanja s podatki in drugimi rezultati projekta po načelih FAIR in kako bodo kriti?**	Upravljanje raziskovalnih podatkov v projektu BIOCHECK ne bo predstavljalo večjih dodatnih finančnih obremenitev, saj Institut Jožef Stefan razpolaga z ustrezno informacijsko infrastrukturo za varno hrambo podatkov, redno varnostno kopiranje, arhiviranje ter zagotavljanje informacijske varnosti. Stroški bodo povezani predvsem s pripravo podatkov za objavo, izdelavo metapodatkov, dokumentiranjem, kuriranjem ter oddajo podatkovnih zbirk in spremljajoče dokumentacije v zaupanja vredne repozitorije. Večina teh aktivnosti bo izvedena v okviru obstoječih institucionalnih zmogljivosti in financirana iz sredstev projekta. To vključuje uporabo strežniške infrastrukture, IT podpore, laboratorijskih informacijskih sistemov ter institucionalnih repozitorijev. Objava podatkov v repozitorijih, skladnih z načeli FAIR (npr. DiRROS in/ali Zenodo), praviloma ne bo povzročala dodatnih stroškov, saj so te storitve že zagotovljene v okviru obstoječe raziskovalne infrastrukture. Ustrezna priprava podatkov in objava v repozitorijih bo obsegala predvidoma 0,1 FTE raziskovalnih ur.

Uporabljene kratice:

- IT – informacijska tehnologija
- NRRP – načrta ravnanja z raziskovalnimi podatki
- ZVDAGA – Zakon o varstvu dokumentarnega in arhivskega gradiva ter arhivih
- ZVOP-2 – Zakon o varstvu osebnih podatkov