6.2. Primeri družbenega vpliva

Poročilo o primeru družbenega vpliva št. 1
Ime vpliva: Razvoj elektroporatorja in razvoj metod elektroporacije
Raziskovalna podlaga: Vključuje večdesetletno raziskovalno delo **Fakultete za elektrotehniko UL** na področju razvoja visokofrekvenčnih, visokovoltnih pulznih generatorjev za elektroporacijo in zajema: • **Razvoj nove generacije elektroporatorjev**, ki omogočajo generiranje 1–3 µs bipolarnih pulzov, kar bistveno zmanjša mišično kontrakcijo in bolečino pri terapiji v primerjavi s 100 µs–100 ms pulzi, značilnimi za obstoječe naprave. • **Prve človeku namenjene študije** visokofrekvenčne elektroporacije, izvedene v sodelovanju s kliničnimi partnerji (Onkološki inštitut Ljubljana), ki potrjujejo učinkovitost in zmanjšanje bolečine pri aplikaciji tehnologije HF-EP. • **Razvoj laboratorijskih prototipov**, ki so bili uporabljeni v številnih biomedicinskih raziskavah že pred komercializacijo, kar je ustvarilo stabilno znanstveno in metodološko podlago za podjetje mPOR. Nadalje raziskovalna podlaga vključuje razvoj metod elektroporacije (elektrokemoterapije, genskega elektroprenosa), s katerimi se ukvarjajo na **Veterinarski fakulteti UL**, ki zajemajo: • **Biofizikalno karakterizacijo:** Definicija parametrov za reverzibilno elektroporacijo, ki omogoča vnos hidrofilnih citostatikov (bleomicin, cisplatin) brez sistemske toksičnosti. • **Genski elektroprenos (GET):** Raziskave vnosa plazmidne DNA, ki kodira citokine (npr. IL-12), za sprožitev lokalnega in sistemskega protitumorskega imunskega odziva. • **Transkriptomsko analizo:** Uporaba metod transkriptomike (Lisec et al., 2024) za personalizirano predvidevanje terapevtskega odziva *in vivo*. • **Translacijske modele:** Razvoj protokolov na velikih živalih (psi, konji), ki so zaradi spontane etiologije tumorjev reprezentativni za humano medicino.
Opis vpliva: FE raziskovalna ekipa svoje znanje prenaša na tuja podjetja in raziskovalne institucije že vrsto let. V letu 2021 pa se je odločila, da bo še dodatno okrepila razvoj s sodelovanjem preko **odcepljenega podjetja mPOR** (https://mpor.eu/about-us/), ki ga je ustanovila UL s ciljem prenesti prebojno elektroporacijsko tehnologijo iz laboratorija v klinično in industrijsko uporabo. Leta 2022 je podjetje sklenilo **licenčno pogodbo z UL**, ki omogoča sistematičen prenos znanstvenega znanja ter nadaljnji razvoj in proizvodnjo elektroporacijskih naprav. Trenutno je družbeni učinek najbolj opazen v napredku v raziskovalnih zmogljivostih: laboratorijski visokofrekvenčni elektroporator L-POR omogoča nove vrste raziskav, saj je edini komercialni sistem, ki omogoča celoten spekter visokofrekvenčnih bipolarnih pulzov. Potencial za prihodnji vpliv predstavlja prehod v klinično uporabo, pri čemer se UL FE povezuje z UL VF. Ciljne skupine družbenega vpliva so raziskovalne institucije z infrastrukturo za biomedicinske poskuse, zdravstvene ustanove (Onkološki inštitut Ljubljana), zagonske in mednarodne industrijske družbe na področju medicinskih naprav ter globalna znanstvena skupnost, ki proučuje elektroporacijo. Raziskovalni dosežki UL VF so neposredno privedli do vpeljave elektrokemoterapije (ECT) in GET kot rutinskih metod na Klinikah UL VF. Klinični in družbeni učinki: • Terapevtska učinkovitost: Uspešna kontrola neoperabilnih tumorjev (ploščatocelični karcinom, sarkoidi) povečuje dobrobit živali in zmanjšuje finančno breme lastnikov. • Standardizacija: Vpeljava Standardnih operativnih postopkov (SOP), ki zagotavljajo varnost in ponovljivost posegov v splošni veterinarski praksi.

- Izobraževanje: Priprava in izvajanje delavnice na temo elektroporacije v veterini, ki deluje na mednarodni ravni, udeleženci pa so iz Slovenije in tujine (Italije, Švedske, Velike Britanije, Združenih držav Amerike, Brazilije ...).

Translacijski vpliv na humano medicino (One Health):

- Kardiologija: Rezultati na konjih so služili kot znanstvena osnova za razvoj nelinearne ireverzibilne elektroporacije pri zdravljenju atrijske fibrilacije pri ljudeh, pri čemer se UL VF povezuje z UL FE.
- Onkologija: GET protokoli pri psih so neposredno vplivali na zasnovo humanih kliničnih študij za zdravljenje melanoma. Poleg tega so prav dolgotrajne izkušnje in rezultati pri uporabi genskega elektroprenosa interlevkina 12 (IL-12) pri zdravljenju tumorjev pri psih omogočali izvedbo prve klinične študije v humani medicini, kjer so uporabili genski elektroprenos IL-12 za zdravljenje tumorjev pri ljudeh.

Infrastruktura in gospodarstvo:

- Eksperimentalni center: Vzpostavitev unikatne infrastrukture za velike laboratorijske živali omogoča industriji (farmacija, medicinske naprave) izvajanje predkliničnih študij po najvišjih standardih.
- Sodelovanje pri optimizaciji medicinskih generatorjev impulzov, ki so zdaj prisotni na globalnem trgu.

Podkrepitev in morebitna odmevnost:

Medijska odmevnost

- Metoda za zdravljenje raka, srčne aritmije in redkih bolezni. Delo, 11. 5. 2023. https://www.delo.si/novice/znanoteh/metoda-za-zdravljenje-raka-srcne-aritmije-in-redkih-bolezni
- Slovenci orali ledino na področju elektroporacije – kje smo danes? Pressnews.si, 21. 2. 2023. https://o-sta.si/32852/slovenci-orali-ledino-na-podrocju-elektroporacije-kje-smo-danes
- mPOR je bil leta 2022 **finalist tekmovanja Slovenski Start:up leta**, kar potrjuje visoko stopnjo inovativnosti in tržni potencial podjetja. https://www.startup.si/sl-si/novica/spoznaj-mpor-finalista-za-slovenski-start-up-leta-2022
- Podjetje je prejelo več nagrad, med drugim **Best Digital Innovation 2022**, kar je neodvisno priznanje strokovne javnosti. https://tourism4-0.org/edih-digi-si-community-days/

Uporabniški dokazi in aplikativnost

- Naprave L-POR so od prvega prototipa uporabljene na **Onkološkem inštitutu Ljubljana** in v Laboratoriju za biokibernetiko UL FE.
- Podjetje mPOR je v tujino prodalo že 9 L-POR naprav (5 v ZDA, 3 v EU in 1 na Kitajskem). Gre za vodilna podjetja na področju elektroporacije v svetu, kar dokazuje pomembnost znanja UL pri razvoju nove generacije terapevtskih elektroporatorjev, kar bo pozitivno vplivalo na paciente v prihodnjih letih.
- Obseg obravnave na klinikah ULVF: V obdobju 2021–2025 je bilo z metodami ECT in GET zdravljenih več kot 400 pacientov z več kot 80-odstotno terapevtsko uspešnostjo.
- Prenos znanja: Izvedba letnih delavnic za veterinarje (osma v letu 2026), ki se jih udeležujejo predvsem specialisti veterinarske onkologije, je prispevala k razširitvi metode na nacionalni in mednarodni veterinarski mreži. Za izvedbo delavnic v letu 2024 in 2026 smo pridobili dovoljenje za izdajo mikrodokazila UL preko projekta ULTRA Zdravila za napredna zdravljenja. V omenjenem projektu smo sodelovali tudi kot predavatelji na drugih dogodkih in šolah.
- Strateška partnerstva: Raziskovalci UL VF so nepogrešljivi pri validaciji novih medicinskih naprav v sodelovanju z Onkološkim inštitutom, UKC Ljubljana in drugimi članicami UL, s katerimi sestavljamo »konzorcij« v okviru razpisa UL za t. i. veliki interdisciplinarni projekt z naslovom *Kardio EP – Eksperimentalna in klinična srčna (elektro)fiziologija ter celična in genska terapija z elektroporacijo*.

- Globalna vpetost: Aktivno sooblikovanje evropskih smernic in vabljena predavanja na vodilnih svetovnih kongresih veterinarske (letni kongres ESVONC) in humane onkologije, pri čemer aktivno sodelujejo mladi raziskovalci in doktorski študentje na vseh ravneh raziskovanja od predkliničnih študij do implementacije in prenosa znanja.

Poročilo o primeru družbenega vpliva št. 2

Ime vpliva: Programska oprema QuNex

Raziskovalna podlaga:

QuNex (*Quantitative Neuroimaging Environment & Toolbox*) je **celovit, odprtokodni raziskovalni programski paket**, ki je nastal v **Laboratoriju za kognitivno nevroznanost (Mind & Brain Lab), Filozofska fakulteta UL**, v tesnem sodelovanju s **Fakulteto za računalništvo in informatiko UL** ter mednarodnimi partnerji, zlasti Univerzo **Yale**.

Razvoj programske opreme sega v začetke raziskovalnega dela **prof. dr. Grege Repovša** na področju procesiranja in analize nevroslikovnih podatkov ter prepoznane potrebe po orodju, ki omogoča transparentno in ponovljivo analizo obširnega niza podatkov. Razvoj programske opreme je potekal v okviru raziskovalnih projektov UL in Univerze Yale, predvsem kot odraz aktualnih raziskovalnih potreb za oblikovanje odgovorov na aktualna raziskovalna vprašanja. Ob pridružitvi **prof. dr. Jureta Demšarja** v razvojno ekipo (2018) sta se pospešila razvoj infrastrukture in integracija novih orodij.

QuNex temelji na **znanstveno preverjenih metodah nevroslikovne obdelave** in je podprt z obsežnimi objavami, med drugim tudi z odmevnim izvirnim znanstvenim člankom v reviji *Frontiers in Neuroinformatics* (2023), kjer sta med vodilnimi avtorji Demšar in Repovš. Članek predstavlja platformo kot integrirano rešitev za reproduktibilno analizo multimodalnih nevroslikovnih podatkov ter opisuje njene temeljne algoritme in arhitekturo.

Razvojna podlaga obsega:

- metodološke rešitve za **organizacijo, standardizacijo in obdelavo velikih nevroslikovnih podatkov**,
- nove pristope k **visokozmogljivemu, paralelnemu procesiranju** na sistemih HPC,
- integracijo širokega nabora analitskih orodij preko **SDK razširitvenih modulov**,
- večletno sodelovanje s kliničnimi in mednarodnimi raziskovalnimi skupinami.

Opis vpliva:

QuNex je zasnovan kot ekosistem za **celovito obdelavo nevroslikovnih podatkov**, kar omogoča enotno, ponovljivo analizo podatkov, ki so sicer razpršeni med različne metode, organizacijske sheme ali raziskovalne tradicije. Namenjen je obdelavi in analizi podatkov iz različnih nevroslikovnih modalitet (npr. MRI, PET …). Njegov cilj je zagotoviti **reproducibilne, integrirane in visokozmogljive analitične procese** za raziskave možganov.

Poleg področja znanstvenega proučevanja je programska oprema uporabna na področjih:

- razvoja farmakoloških in drugih vrst terapij in terapevtskih pristopov za preprečevanje, spremljanje in zdravljene bolezni možganov, kot so duševne motnje in nevrodegenerativne bolezni; ter
- v sklopu individualizirane medicine za diagnostiko, spremljanje in načrtovanje individualiziranega zdravljena možganskih bolezni (**personalizirana medicina**). Pri personalizirani medicini so nevroslikovni podatki ter pravilno delo z njimi ključnega pomena. QuNex ponuja podporo za ta segment personalizirane medicine.

QuNex je brezplačen za uporabo v raziskovalne namene in podpira raziskovalce pri:

- **standardizaciji velikih podatkovnih zbirk**,
- izvedbi predprocesiranja in preverjanja kakovosti podatkov,
- integraciji podatkov več modalnosti (fMRI, EEG, difuzijsko slikanje),
- generiranju analitičnih značilk za translacijske in klinične študije,
- izvajanju kompleksnih analiz na lokalnih ali oblačnih HPC-okoljih.

Direktni uporabniki so:

- mednarodne raziskovalne skupine na področjih nevroznanosti, psihiatrije in biomedicine,
- klinični raziskovalci, ki analizirajo multimodalne podatke za potrebe translacijskih študij,
- industrijski partnerji, ki analizirajo učinkovitost svojih terapij/zdravil.

UL kot imetnik intelektualne lastnine sodeluje v **licenciranju programske opreme** podjetjem v tujini, ki delujejo na področju farmacije in nevroznanosti.

Učinki QuNexa so večplastni:

- **pospešuje klinično translacijo**, ker omogoča obdelavo in integracijo podatkov iz kliničnih kohort po enotnih postopkih,
- **omogoča obdelavo izjemno velikih podatkovnih sklopov** (>10.000 skeniranj), kar ima dolgoročen vpliv na razvoj novih diagnostičnih orodij in terapevtskih smernic.

Vpliv je daljnosežen, saj QuNex že uporabljajo nevrotehnološka in farmacevtska podjetja na mednarodni ravni. Prav tako Qunex podpira mednarodne konzorcije, implementiran pa je v številnih institucionalnih zbirkah podatkov in projektih, ki jih financirata NIH in ARIS.

Podkrepitev in morebitna odmevnost:

- Uradna spletna stran QuNex. https://qunex.yale.edu/
- GitHub repozitorij (ULJ-Yale) z več kot 5.700 vnosov, kar dokazuje dejansko aktivno, mednarodno soudeležbo pri razvoju kode. https://github.com/orgs/ULJ-Yale/repositories
- Sklenjenih več licenčnih pogodb s podjetji iz tujine, kar dokazuje uporabnost tehnologije za farmacevtsko in nevrotehnološko industrijo.
- Aktivni forum s številnimi vprašanji in podanimi odgovori o uporabi QuNex. https://forum.qunex.yale.edu/
- Uporablja se tudi kot temeljna programska oprema v obširnem projektu Transcend. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41519104/
- V sklopu mednarodnega projekta Cloud-Based Big Neuroimaging Data Resource for Harmonized Research on Neuropsychiatric Symptoms in Alzheimer's Disease, ki ga je vodil Harvard in na katerem je sodelovala UL, je bil QuNex uporabljen kot glavno orodje za procesiranje podatkov MRI. https://reporter.nih.gov/project-details/10838116
- Platforma QuNex je bila uporabljena v obsežnih NIH-projektih in mednarodnih konzorcijih, kar dodatno potrjuje njen globalni vpliv.

Poročilo o primeru družbenega vpliva št. 3

Ime vpliva: ArcLub ONE

Raziskovalna podlaga:

Raziskovalna podlaga ArcLub ONE tehnologije izhaja iz večletnega sistematičnega raziskovalnega dela na **Fakulteti za strojništvo UL**. Tehnologija ArcLub ONE je rezultat raziskovalnega dela **prof. dr. Francija Pušavca, asist. dr. Luka Sterleta, asist. dr. Damirja Grguraša in sodelavcev**, ki so razvili inovativni sistem za **dovod kapljevite faze kriogenega medija (LCO_2) in mazalnega medija v rezalno cono** pri obdelavi težko obdelovalnih kovin.

Tehnologija temelji na potrjenih znanstvenih spoznanjih in podeljenem **evropskem patentu** *Sistem za enokanalno dovajanje hladilnega in mazalnega medija (št. patenta:* EP3744422).
https://patents.google.com/patent/EP3744422A1/en?oq=EP3744422

ArcLub ONE združuje **kriogeno hlajenje** in **minimalno količino mazanja (MQL)** v integriran, precizno krmiljen proces, kar omogoča:

- znižanje rezalnih temperatur,
- podaljšanje življenjske dobe (obstojnosti) orodja do 3x,
- povečanje produktivnosti in zmanjšanje stroškov odrezavanja do 50 %,
- trajnostno in okolju prijaznejše rezanje, skladno z usmeritvami EU za zmanjševanje rabe olj in maziv.

Kompleksnost raziskovalne podlage se kaže v:

- eksperimentalnih validacijah rezalnih sil, temperaturnih profilov in obrabe,
- razvoju algoritmov za krmiljenje pretoka LCO_2 in MQL,
- večletnem interdisciplinarnem sodelovanju (strojništvo, materiali, senzorske tehnologije),
- podpori evropskih inovacijskih platform (EIT Manufacturing) in vključitvi v mednarodne razvojne projekte.

Opis vpliva:

Družbeni vpliv izhaja iz dejanske potrebe industrije po: bistveno učinkovitejših, okolju prijaznejših in stroškovno konkurenčnih metod obdelave težko obdelovalnih materialov (npr. titan, superzlitine).

Tehnologija ArcLub ONE (https://www.youtube.com/watch?v=zRJKQ0-b6Os) omogoča **čisto kriogeno odrezavanje**, kar prinaša pomembne okoljske koristi, zmanjšuje rabo hladilno-mazalnih tekočin in povečuje delovno varnost.

Raziskovalna ekipa je v sodelovanju z industrijskimi partnerji validirala uporabo v realnih proizvodnih okoljih, EIT Manufacturing pa je prepoznal potencial in nudil podporo pri približevanju trgu, kar je vpliv še okrepilo. Da bi bila tehnologija široko dostopna industriji, je bilo leta 2025 ustanovljeno **odcepljeno podjetje ArcLub Systems, d. o. o. (**https://www.arclubsystems.com/**)**, s pomočjo katerega zagotavljamo eksponentno večanje vpliva tehnologije, uvajanje tehnologije v industrijsko uporabo in ustvarjanje dolgoročnih partnerstev z industrijo. UL je s podjetjem sklenila **licenčno pogodbo** za uporabo patenta in know-howa, kar podjetju omogoča nadaljnji razvoj in nastop na trgu.

Uporabniki tehnologije so predvsem **napredna proizvodna podjetja, CNC-centri in orodjarne**, ki obdelujejo zahtevne kovinske materiale, kot so nerjavna jekla ter titanove in nikljeve zlitine, pri katerih klasične metode hlajenja niso dovolj učinkovite. Poleg njih tehnologijo uporabljajo tudi **visokotehnološki industrijski sektorji** (letalska, vesoljska, medicinska in avtomobilska industrija), ki potrebujejo natančno, stabilno in trajnostno obdelavo kovin. Tako se tehnologija validira v realnih industrijskih okoljih. Namenjena je podjetjem, ki želijo zmanjšati obrabo orodja, povečati produktivnost, izboljšati kakovost obdelave in preiti na okolju prijaznejše, čistejše postopke odrezavanja.

Potencial za povečanje družbenega vpliva je velik, saj prve zadovoljne stranke kažejo na delovanje tehnologije, hkrati pa se povečuje povpraševanje po tej tehnologiji. Več kot bo uporabnikov, večji bo okoljski in gospodarski vpliv tehnologije v družbi.

Podkrepitev in morebitna odmevnost:

Podjetja ArcLub Systems izkazuje:

- Sodelovanje z globalno korporacijo SECO na temo obdelave implantatov iz Ti-zlitine (čistost), izvedba eksperimentov in predstavitev rezultatov.
- Sodelovanje z enim od glavnih proizvajalcev implantatov Johnson&Johnson (Irska), testiranje obdelovalnosti 3D tiskanih izdelkov.
- Češkemu podjetju TAJMAC, ki proizvaja obdelovalne stroje, smo prodali en sistem. Sledilo je naročilo nadgradnje sistema.
- Za slovenski podjetji UNIOR in HIDRIA izvajamo pilotno serijo obdelave alu izdelkov, prodali smo jim en sistem.

Odmevnost in mednarodne validacije:

- ArcLub One predstavlja **primer dobre prakse UL**, saj je bil vključen v predstavitve na mednarodnih dogodkih (npr. ARIS in SPIRIT Slovenija) kot reprezentativen prebojni prototip UL FS.
- Samo odlična ideja ni dovolj za zmago: Predstavitev tehnologije na IRT Forumu. Revija IRT 3000, 1. 9. 2021.
- Video: Tehnologija Arclub One - zeleno odrezavanje kovin. Mojaobcina.si, 2022. https://www.mojaobcina.si/ljubljana/novice/video-tehnologija-arclub-one---zeleno-odrezavanje-kovin.html
- Slovenska znanstvena startupa zmagovalca evropskega tekmovanja. Dnevnik, 27. 11. 2020. https://www.dnevnik.si/novice/posel/slovenska-znanstvena-startupa-zmagovalca-evropskega-tekmovanja-2210898/
- Former EIT Jumpstarter winner triumphs at Manufacturing Days. EIT Community Jumpstarter, 25. 6. 2021. https://eitjumpstarter.eu/former-eit-jumpstarter-winner-triumphs-at-manufacturing-days/
- https://www.eitmanufacturing.eu/news-events/activities/cryo-mql/

Nagrade:

- Prvo mesto na tekmovanju **EIT Manufacturing BoostUp! RIS** 2021 za kategorijo Create. https://www.eit.europa.eu/news-events/news/eit-manufacturing-boostup-ris-2021-two-day-ride-outstanding-manufacturing
- Prvo mesto na tekmovanju **EIT Jumpstarter Grand Final** 2020 za kategorijo **EIT Manufacturing**. https://www.eit.europa.eu/news-events/news/winners-announced-eit-jumpstarter-grand-final
- **Prvo mesto rektorjeve nagrade UL za naj inovacijo 2020** za kategorijo raziskovalci. https://www.tromba.si/zmagovalci-rektorjeve-nagrade-za-naj-inovacijo-univerze-v-ljubljani-2020/

Poročilo o primeru družbenega vpliva št. 4

Ime vpliva: SLOfit – od nacionalnega sistema spremljanja telesne zmogljivosti v otroštvu in mladosti do vseživljenjskega spremljanja telesne zmogljivosti ter zgodnjega prepoznavanja zdravstvenega tveganja; vse to z aktivnim vključevanjem javnosti.

Raziskovalna podlaga:

Družbeni vpliv raziskovalnega programa **Bio-psihosocialni konteksti kineziologije (P5-0142)** na Fakulteti za šport Univerze v Ljubljani, ki proučuje 24-urno gibalno vedenje in telesno zmogljivost z vidika zdravja, gibalne učinkovitosti ter vpliva različnih dejavnikov na njun razvoj v vseh življenjskih obdobjih, temelji na večdesetletnem znanstvenoraziskovalnem delu UL FŠ.

Raziskovalna podlaga temelji na štirih desetletjih sistematičnega spremljanja telesne zmogljivosti slovenskih otrok in mladostnikov, bolj poznanem pod imenom Športnovzgojni karton, nadgrajenih z digitalno raziskovalno infrastrukturo SLOfit ter spletno aplikacijo Moj SLOfit, ki zdaj omogočata vseživljenjsko spremljanje telesne zmogljivosti in 24-urnega gibalnega vedenja. Na tej raziskovalni osnovi skupina razvija znanstveno utemeljene interpretacije podatkov, individualizirana poročila za uporabnike, priporočila za vedenjske spremembe ter strokovne in javnozdravstvene intervencije.

V letu 2025 pa je opisano raziskovalno podlago za krepitev družbenega vpliva še dodatno nadgradila z več medsebojno povezanimi raziskovalnimi in razvojnimi projekti ter dejavnostmi. Med njimi je treba posebej izpostaviti začetek edinstvenega znanstvenoraziskovalnega projekta z naslovom Pot v odraslost: razkrivanje dinamike razvoja mladostnikov v Sloveniji. Raziskava, ki bo trajala vse do leta 2027, je eden najambicioznejših poskusov, da bi razumeli, kako telesna zmogljivost že v otroštvu in mladosti vpliva na zdravje ter kakovost življenja v odrasli dobi. In kar je najpomembneje – projekt temelji na **dejavnem sodelovanju vseh odraslih prebivalcev Slovenije.**

Pomembno vlogo v evropskem znanstvenoraziskovalnem prostoru pa še naprej krepijo s projektoma **SmartCHANGE** in **JAPrevent** ter nadgradnjo evropske platforme **FitBack**.

Opis vpliva:

Jedro družbenega vpliva projekta predstavlja spletna platforma SLOfit, ki posameznikom omogoča vseživljenjsko spremljanje telesne zmogljivosti in od leta 2025 tudi bolj poglobljen vpogled v 24-urno gibalno vedenje odraslega – količino posameznikovega spanja, sedenje in telesne dejavnosti, s priporočenimi vrednostmi ter razlago o njihovem vplivu na zdravje. S tem je raziskovalna skupina vzpostavila učinkovito povratno zanko med meritvijo, razumevanjem, spremembo vedenja in ponovnim spremljanjem učinkov.

Ciljne skupine vpliva so bile zelo široke: otroci in mladostniki, starši, učitelji, športni pedagogi, odrasli prebivalci, izvajalci meritev, zdravstveni delavci in športni strokovnjaki, lokalne skupnosti, mediji ter nacionalni odločevalci. Prav v tej razvejani uporabniški mreži je ena največjih vrednosti projekta SLOfit: znanstveno znanje ni namenjeno zgolj raziskovalcem, temveč je prevedeno v obliko, ki jo lahko razumejo, uporabljajo in soustvarjajo različni deli družbe.

Družbeni vpliv projekta se kaže na štirih ravneh.

Prva raven – **neposreden vpliv na posameznike**. V sistem Moj SLOfit je do danes vključenih več kot 279.000 registriranih uporabnikov, med njimi več kot 11.700 odraslih merjencev in več kot 472.850 mladoletnih merjencev (82 % osnovnih in 35 % srednjih šol). Posameznik je s SLOfit sistemom dobil brezplačne meritve in možnost preventivnega spremljanja telesne zmogljivosti.

Druga raven – **vpliv na strokovno in institucionalno prakso**. Sistem SLOfit je vpet v delo učiteljev, športnih pedagogov, merilcev, trenerjev, zdravnikov in drugih strokovnjakov. Do danes je v sistem vključenih več kot 3.500 učiteljev, 529 izvajalcev meritev ŠVK ter 176 aktivnih zunanjih izvajalcev meritev SLOfit odrasli v vseh slovenskih regijah. To pomeni, da raziskovalna infrastruktura ne deluje le kot podatkovna baza, temveč kot strokovna mreža, ki raziskovalna spoznanja vsakodnevno prenaša v šole, lokalna okolja, preventivne programe in delo z odraslimi.

Tretja raven – **vpliv na javno razumevanje zdravja in gibanja**. Skupina SLOfit z vsebinami na portalu slofit.org sistematično komunicira z javnostjo z:

1. Več kot 360 brezplačnimi strokovnimi, a lahko razumljivimi SLOfit nasveti v 28 kategorijah.

2. Štirimi tematskimi e-revijami SLOfit nasvet (80 let revije Ciciban – preplet zgodovine, gibanja in zgodnjega razvoja otroka, Kritična analiza e-učbenika ŠPORT – recenzija in opozorilo stroki o tveganjih napačne digitalizacije in spodbuda k premišljeni uporabi, Ples skozi starost (1/2): razvoj ritma in gibanja pri mlajših otrocih, Ples skozi starost (2/2): kognitivne koristi plesa v srednjem in poznejšem življenjskem obdobju); ~ 4.500 bralcev/objav, najbolj brani članki pa dosegajo tudi več kot 30.000 bralcev/objavo.
3. Tradicionalnimi mediji: v letu 2025 >140 objav (TV, radio, tisk, splet); teme: dolgoživost, sedenje, telesna zmogljivost, zdrav življenjski slog. ~ 12 objav na mesec.
4. Družbena omrežja v letu 2025: FB SLOfit: 1,846 mio. ogledov, 92.270 interakcij; IG: 410 sledilcev, 45 objav; YT: 286.269 ogledov, 480 videovsebin.
5. Redno sodelovanje z najstarejšima otroškima revijama Ciciban/Cicido: 40 novih SLOfit nasvetov (skupaj že 100) + brezplačna tematska e-revija SLOfit nasvet; >5.000 bralcev + simpozij (420 udeležencev), prispevek simpozija, predstavitev sodelovanja na 38. posvetu učiteljev športne vzgoje Slovenije, predavanje je objavljeno v zborniku posveta.
6. Redno sodelovanje v Oddaji Krompir na RTV SLO: 23 tednov, 25 gibalnih izzivov v živo (ali na priklic), sodelovalo je 13 strokovnih članov skupine SLOfit in sedem osnovnih šol po Sloveniji; digitalna razširitev vsebin na SLOfit družbenih omrežjih in kanalih TV SLO (FB: @cisthudo, Instagram: @cist_hudo, TikTok: @cist_hudo, portal: https://cist-hudo.rtvslo.si/krompir).
7. ŠVK 2025 novinarska konferenca: 3. 6. 2025, tema *Šport kot protiutež nasilju*; pokroviteljica dogodka predsednica RS dr. Nataša Pirc Musar; široka medijska pokritost.
8. Razvoj inovativnega koncepta Hudo dobre igre: vključenih 22 srednjih šol in več tisoč dijakov; izveden pilotni proces razvoja iger, strokovna usposabljanja za učitelje in mentorje, vzpostavitev digitalne knjižnice gibalnih iger (v slovenščini znotraj YT SLOfit/v angleščini na samostojnem YT kanalu GameON!) + izpeljava tekmovanja v Hudo dobrih igrah ter predstavitev projekta širši javnosti na festivalu zMIGAJ! v Mariboru.

Četrta raven – **vpliv na širše družbene procese in odločevalsko okolje**.

Raziskovalna skupina je v letu 2025 nadaljevala spremljanje posledic postcovidnega obdobja na telesno zmogljivost otrok in mladostnikov ter ugotovila, da se zmogljivost še ne vrača na predkoronsko raven. Na podlagi teh ugotovitev je bila med drugim podprta izvedba pilotnega projekta **zMIGAJ!**, v katerem skupina deluje kot strokovni partner in spremlja učinke intervencije (vključenih 22 srednjih šol in dijaških domov po Sloveniji).

S kampanjo **ODKLOPI.NET** pa je znanstvena spoznanja o škodljivih učinkih pretirane rabe zaslonov povezala z javno razpravo (zbranih več kot 14.470 podpisov) in političnim odzivom (novela Zakona o osnovni šoli). **To je eden najjasnejših primerov, kako se lahko raziskovalna podlaga prevede v širši družbeni premik: od podatkov in opozoril do javne peticije, medijske mobilizacije in priprave zakonodajnih sprememb.**

Pomemben del družbenega vpliva znanstvenega dela skupine SLOfit in projekta SLOfit vse življenje je tudi **delovanje po načelih odprte znanosti in občanske znanosti**. Podatki, interpretacije, nasveti, medijske objave in številne vsebine so v celoti brezplačno javno dostopni, uporabniki pa niso le pasivni prejemniki rezultatov, temveč aktivni soustvarjalci sistema.

Potencial za krepitev vpliva v prihodnosti je izjemen. Denimo raziskava **Pot v odraslost** odpira novo poglavje razumevanja povezav med telesno zmogljivostjo v otroštvu in zdravjem v odraslosti. Nadgradnje platforme Moj SLOfit omogočajo še bolj personalizirano preventivno delovanje. Mednarodne mreže, kot sta FitBack in sodelovanje v evropskih projektih, pa pomenijo, da se dober model družbenega vpliva, razvit na UL FŠ, ne uporablja le v Sloveniji, temveč ima potencial postati referenčni primer tudi širše v evropskem prostoru.

Podkrepitev in morebitna odmevnost:

V sistem Moj SLOfit je vključenih več kot 279.000 registriranih uporabnikov, skoraj 473.000 mladoletnih merjencev in več kot 11.700 odraslih merjencev. V sistem je vključenih tudi več kot 3.500 učiteljev, 529 izvajalcev meritev ŠVK in 176 aktivnih zunanjih izvajalcev meritev SLOfit odrasli v vseh slovenskih regijah. Takšen obseg presega raven običajne raziskovalne diseminacije in kaže na dejansko institucionalizirano uporabo raziskovalnih spoznanj v družbi.

Pomemben dokaz vpliva predstavlja tudi **vpetost v nacionalni šolski in javni prostor**. V SLOfit šolarji je bilo vključenih 82 % osnovnih šol in 35 % srednjih šol, kar potrjuje izjemen doseg sistema v izobraževalnem prostoru. Pilotni projekt **zMIGAJ!** (v katerega je vključenih 22 srednjih šol in dijaških domov) dodatno kaže, da raziskovalne ugotovitve niso ostale pri diagnozi problema, temveč so bile prenesene v konkretno intervencijo za mladostnike.

Vpliv močno potrjujeta **medijska odmevnost in javna prepoznavnost**. V letu 2025 je bilo zabeleženih več kot 140 objav v tradicionalnih medijih, povprečno približno 12 mesečno, pri čemer so o raziskovalnih vsebinah skupine poročali osrednji slovenski mediji, vključno z RTV Slovenija, POP TV, STA, Delo, Večer, 24ur.com, MMC, Siol.net, N1 in drugimi. Poleg tega je skupina redno sodelovala v oddaji **Krompir** na TV Slovenija, kjer je v 23 tednih predstavila 25 gibalnih izzivov za otroke in družine.

Dodaten zunanji dokaz predstavljajo **dosegi digitalne komunikacije**. Facebook stran SLOfit je v letu 2025 dosegla 1.846.250 enkratnih ogledov objav in 92.270 interakcij, YouTube kanal pa 286.269 ogledov videovsebin in 800 naročnikov. Portal **SLOfit nasvet** je z več kot 360 strokovno preverjenimi prispevki dosegal približno 4.500 bralcev na objavo, najbolj brane vsebine pa več kot 30.000 ogledov.

Močan kazalnik družbenega vpliva je tudi **odziv uporabnikov in vključenost skupnosti**. V letu 2025 je bilo izvedenih pet brezplačnih usposabljanj za nove merilce SLOfit odrasli s skoraj 130 udeleženci.

Posebej pomemben zunanji in neodvisno preverljiv pokazatelj vpliva je **kampanja ODKLOPI.NET**. Peticijo za zakonsko omejitev uporabe zasebnih telefonov v šolah je podpisalo 14.470 ljudi, kampanja pa je sprožila politični odziv in pripravo novele Zakona o osnovni šoli. To predstavlja neposredno sled vpliva raziskovalno podprtih spoznanj v javni razpravi in oblikovanju politik.

Odmevnost primera potrjuje tudi **mednarodna dimenzija**. Skupina sodeluje v evropskih projektih SmartCHANGE in JAPrevent, vodi razvoj v okviru mreže FitBack, sodeluje v mednarodnih podatkovnih mrežah NCD Risk Factor Collaboration, Active Healthy Kids Global Alliance, **COSI in DE-PASS** ter s tem potrjuje, da ima njen raziskovalni in družbeni model pomen tudi izven nacionalnega okolja.

Poročilo o primeru družbenega vpliva št. 5

Ime vpliva: Razvoj in klinična uporaba avtologne celične imunoterapije za napredno zdravljenje kastracijsko odpornega raka prostate

Raziskovalna podlaga:

Družbeni vpliv izhaja iz raziskovalnega dela, ki je potekalo v okviru raziskovalnega programa *Celična fiziologija* (P3 310), ki ga vodi akad. prof. dr. Robert Zorec in poteka na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani (Inštitut za patološko fiziologijo, Laboratorij za nevroendokrinologijo – molekulska celična fiziologija) in na Celici, biomedicinskem centru, v Tehnološkem parku Ljubljana ter v sodelovanju z drugimi raziskovalnimi in kliničnimi ustanovami. Raziskovalna platforma programa *Celična fiziologija* je bila ključna za razvoj in uporabo nove celične imunoterapije za napredno avtologno zdravljenje.

Ključna raziskovalna podlaga so znanstveni članki:

- Gabrijel M., Kreft M., Zorec R. (2008) *Monitoring lysosomal fusion in electrofused hybridoma cells.*
- Biochim Biophys Acta. 1778(2):483–90. doi: 10.1016/j.bbamem.2007.10.013. PMID: 17996722:
- Gabrijel M., Bergant M., Kreft M., Jeras M., Zorec R. (2009) *Fused late endocytic compartments and immunostimulatory capacity of dendritic-tumor cell hybridomas*. J Membr Biol. 29(1):11-8. doi: 10.1007/s00232-009-9171-7. PMID: 19418087:
- Chowdhury H. H., Hawlina S., Gabrijel Blatnik M., Trkov Bobnar S., Kreft M., Lenart G., Cukjati M., Kopitar A. N., Kejžar N., Ihan A., Ležaič L., Grmek M., Kmetec A., Jeras M., Zorec R. (2021). *Survival of castration-resistant prostate cancer patients treated with dendritic-tumor cell hybridomas is negatively correlated with changes in peripheral blood CD56bright CD16– natural killer cells.* Clinical and Translational Medicine, 11(8): e505. PMID: 34459140:

Raziskava odseva znanstveno delo, ki se je začelo skoraj desetletje pred zaključkom klinične študije z uporabo avtologne celične imunoterapije za napredno zdravljenje, pripravljene iz pacientovih lastnih dendritičnih in tumorskih celic. Študija je analizirala varnost, izvedljivost in klinične imunološke spremembe po aplikaciji terapije ter pokazala statistično značilno povezavo med spremembami subpopulacij imunskih celic NK in medianim preživetjem bolnikov. Pri tem ni bilo hudih neželenih dogodkov v zvezi z zdravljenjem, kar je ohrabrujoče.

Objave predstavljajo znanstveno validacijo mehanizma delovanja avtologne celične imunoterapije ter identificira potencialni imunološki biomarker, povezan s kliničnim izidom. Gre za translacijsko usmerjeno znanstveno raziskovalno delo, ki združuje temeljno celično fiziologijo, patofiziologijo, patobiologijo, imunologijo in klinično urologijo-onkologijo ter je nastala z neposrednim vključevanjem raziskovalcev UL MF prek programa *Celična fiziologija*.

Opis vpliva:

Družbeni vpliv izhaja iz dejanskega prenosa raziskovalnih rezultatov v klinično prakso. Na podlagi raziskovalne podlage je bila avtologna celična imunoterapija uporabljena pri bolnikih s kastracijsko odpornim rakom prostate.

Prenos znanja je potekal v več fazah: razvoj in optimizacija procesa elektrofuzije plazemske membrane in fuzije heterolognih lizosomov iz različnih celičnih tipov, kar je temelj za pripravo celičnega zdravila za napredno zdravljenje in umestitev v regulatorno okolje priprave in uporabe zdravil za napredno zdravljenje, izvedba in nadzor klinične študije in njihovo spremljanje na UKC urologija.

Gre za primer razvoja prvega inovativnega zdravila v Republiki Sloveniji, ki je tudi vzpostavil model translacijske poti od laboratorija do klinične uporabe znotraj slovenskega zdravstvenega sistema ter okrepil kompetence na področju naprednih celičnih terapij. S tem je država pridobila konkurenčno prednost in spodbudo za nadaljnji razvoj na področju precizne personalizirane medicine.

Povezava med raziskovalno podlago in družbenim vplivom je neposredna: brez znanstvene validacije imunološkega mehanizma in identifikacije biomarkerjev klinična uporaba terapije ni mogoča in predstavljeni primer kaže, da je to možno narediti v Sloveniji kot zgled velikim sistemom v tujini.

Potencial za nadaljnjo krepitev vpliva se kaže v nadaljnjem razvoju personaliziranih imunoterapevtskih pristopov in razširitvi kliničnih raziskav. Kaže pa tudi na upravičenost vlaganja v znanstvene raziskave, saj se rezultati uporabijo v dobrobit davkoplačevalcem.

Podkrepitev in morebitna odmevnost:

Raziskovalna podlaga je objavljena v mednarodnih recenziranih revijiah: *Biochim Biophys Acta, J Membr Biol., Clinical and Translational Medicine*, kar predstavlja ne le znanstveno utemeljene procese, ampak tudi platformo za inovativnost, ki se je tudi udejanjila z izvedbo kliničnega preskušanja do validacije in-vitro rezultatov na klinični ravni.

Družbeni pomen raziskave je bil dodatno potrjen s podelitvijo Puhove nagrade Republike Slovenije leta 2025, ki se podeljuje za vrhunske dosežke z izkazanim širšim družbenim pomenom. Nagrada predstavlja neodvisno nacionalno priznanje translacijskega dosežka in njegovega vpliva na razvoj biomedicine v Sloveniji.

Dosežek je bil predstavljen v več nacionalnih medijih (časopisni članki, radijske in televizijske oddaje), kar potrjuje prepoznavnost in zanimanje širše javnosti za razvoj napredne celične terapije. Medijsko poročanje predstavlja zunanjo sled vključevanja raziskovalcev v širše družbene procese ter razpravo o razvoju personalizirane medicine.

Sled vpliva je zaznavna tudi v klinični uporabi terapije ter v vzpostavitvi strokovnih in infrastrukturnih pogojev za razvoj naprednih celičnih terapij v Sloveniji, kar presega zgolj znanstveno objavo in predstavlja trajnejši institucionalni učinek.

Poročilo o primeru družbenega vpliva št. 6

Ime vpliva: Pilotni projekt za vzpostavitev javno dostopne zbirke taktilnih znanstvenih ilustracij

Raziskovalna podlaga:

Interdisciplinarni projekti oblikovanja didaktičnih gradiv za slepe in slabovidne so v Sloveniji deficitarno področje, redko strokovno domišljeni, strateško vodeni in dolgoročno zastavljeni. Raziskovalne vrzeli in posebnosti področja smo v prvi fazi proučevali v okviru *Mednarodne poletne šole Kaverljag: Morski organizmi za slepe in slabovidne*, ki je poleg UL ALUO združila štiri partnerske izobraževalne institucije oziroma akademije, Center ilustracije in društvo Kaverljag ter bila kot sestavni del raziskovalnega programa Vizualna pismenost (P5-0452) izvedena leta 2024. Analiza obstoječega stanja na področju didaktičnih gradiv za slepe in slabovidne v Sloveniji je bila nadgrajena in objavljena v dvojezični znanstveni monografiji *Ilustriranje nevidnega: oblikovanje za vključujočo družbo* (Založba UL in UL ALUO, 2025), ki je izšla tudi v odprtem dostopu (https://doi.org/10.51938/9789612976439, https://doi.org/10.51938/9789612975920). Znanstvena monografija je obravnavala pomen inkluzivnega oblikovanja s posebnim poudarkom na dostopnosti znanstvene ilustracije za slepe in slabovidne, pri čemer so rezultati raziskave potrdili hegemonijo vida v zahodni družbi ter potrebo po raziskovanju načinov prevajanja vizualnih vsebin za osebe z okvarami vida.

Opis vpliva:

S pilotnim projektom za vzpostavitev zbirke taktilnih znanstvenih ilustracij smo želeli nadaljevati in razširiti dosedanje delo na področju taktilne znanstvene ilustracije za slepe in slabovidne. Naše predhodne raziskave so ugotovile, da so interdisciplinarni projekti oblikovanja didaktičnih gradiv za slepe in slabovidne v Sloveniji popolnoma deficitarno področje, saj za osebe z okvarami vida ni poskrbljeno. V letu 2025 pa smo izvedli izbor in tehnično pripravo digitalnih datotek za izdelavo v 3D-tisku, opravili smo primerjalno analizo podobnih projektov v tujini z analizo obstoječih mednarodnih baz ter se ukvarjali z organizacijo, razporeditvijo in selekcijo datotek in tematik, ki bi jih lahko vključevali v prihodnosti. Začeli smo tudi sestavljati elemente za DIY kit v obliki natančnih navodil in smernic ter pisati besedila za objavo na spletu. Preverjali smo tehnične možnosti objave baze na spletu UL ALUO.

Proces prenosa znanja:

- Raziskava → eksperimentalne delavnice → testiranje z uporabniki.
- Razstava kot javna validacija metode.
- Publikacija metodologije.
- Vključitvi v kurikulum ALUO UL, smer Ilustracija.
- Ekipa vzpostavlja javno dostopno spletno zbirko.

Družbeni učinek:

- Slepi in slabovidni so z ogledom in tipanjem razstavljenih ilustracij pridobili tipno izkušnjo morskih organizmov, znanstveno korektne informacije in možnost oblikovanja mentalnih predstav.
- Zmanjšala se je izključenost slepih in slabovidnih iz naravoslovnih vsebin.
- Simulacija motenj vida je omogočila izkustveno in bolj empatično izobraževanje študentov, ki bodo lahko bolj usposobljeni za naslavljanje in upoštevanje inkluzivnega oblikovanja.

Strukturni učinek:

- Metodološki standard.
- Trajna integracija vsebin v pedagoški proces.
- Odprta zbirka → decentralizacija produkcije (šole lahko same tiskajo).

Načrti za prihodnost: Vzpostavlja se javno dostopna spletna zbirka, odprte so možnosti za mednarodno replikabilnost modela.

Podkrepitev in morebitna odmevnost:

Članki in znanstvena monografija *Ilustriranje nevidnega: oblikovanje za vključujočo družbo* (Založba UL in UL ALUO, 2025)

- Odprtje razstave Kaj gledam, kaj vidim: Morski organizmi za osebe z motnjami vida, Kultura, RTV SLO, 10. 9. 2024, članek; https://365.rtvslo.si/arhiv/kultura/175071342
- Tadeja Lukanc, Z znanstveno ilustracijo do slepih, Dnevnik, 30. 7. 2024, članek https://www.dnevnik.si/2683356/kultura/vizualna-umetnost/z-znanstveno-ilustracijo-do-slepih/.
- Petra Mezinec, Organizme iz našega morja skušajo približati slepim in slabovidnim, 2. 8. 2024, članek, https://primorske.svet24.si/plus/7-val/organizme-iz-nasega-morja-skusajo-priblizati-slepi/.
- M. K., Kaj gledam, kaj vidim: Življenje pod morsko gladino za osebe z motnjami vida, 10. 9. 2024; članek, https://www.rtvslo.si/kultura/vizualna-umetnost/kaj-gledam-kaj-vidim-zivljenje-pod-morsko-gladino-za-osebe-z-motnjami-vida/720619 in https://www.rtvslo.si/dostopno/clanki/kaj-gledam-kaj-vidim-zivljenje-pod-morsko-gladino-za-osebe-z-motnjami-vida/720655.
- Znanstvena monografija Ilustriranje nevidnega: oblikovanje za vključujočo družbo (UL ALUO, 2025) v slovenskem in angleškem jeziku, ki s prispevki opozarja na pomen socialne vključenosti in prikazuje, kako lahko premišljeno oblikovanje izboljša kakovost življenja. Poleg praktičnih vidikov (kot so opisi procesov, analiza rezultatov in primeri dobrih praks) znanstvena monografija ponuja tudi teoretične analize znanstvene ilustracije in oblikovanja za slepe in slabovidne ter podaja natančna priporočila za nadaljnje delo na tem področju.
- Morski organizmi skozi oči in roke slepih in slabovidnih, ObalaPlus, članek, https://obalaplus.si/morski-organizmi-skozi-oci-in-roke-slepih-in-slabovidnih/.

Seznam razstav, preko katerih so bili raziskovalni rezultati disemenirani onstran akademske znanstvene skupnosti:

- Kaj gledam in kaj vidim: Morski organizmi za osebe z motnjami vida, Galerija Centra ilustracije, Ljubljana, 10. 9.–6. 10. 2024, razstava. Obiski institucij, šol in vodstva po razstavi.
- Kaj gledam in kaj vidim: Morski organizmi za osebe z motnjami vida, Galerija Insula, Izola, 10. 10.–6. 11. 2024, razstava.
- Festival hrane za možgane, Kongresni trg, Ljubljana, maj 2025, razstava.
- Taktilne ilustracije v programu slavnostnega odprtja Centra za osebe z okvaro vida v Novi Gorici, 15. 10. 2025, pop-up razstava. V sodelovanju z Medobčinskim društvom slepih in slabovidnih Nova Gorica (MDSS NG).
- Kaj gledam in kaj vidim – Morski organizmi za osebe z motnjami vida, 17. 10.–31. 12. 2025, Taktilna galerija, Mercator center Nova Gorica, razstava. V sklopu programa Evropske prestolnice kulture GO! 2025 v sodelovanju z Goriškim muzejem in Medobčinskim društvom slepih in slabovidnih Nova Gorica (MDSS NG).
- Razstava Ilustriranje nevidnega: oblikovanje za vključujočo družbo. Morski organizmi za ljudi z okvaro vida, v okviru razstave *Novembra smo II*., 12. 11.–30. 11. 2025, UL Filozofska fakulteta, Ljubljana. Več: https://www.aluo.uni-lj.si/objava/novembra-smo-drugic/.

Druge objave v medijih:

- Na robu teme je svetloba, 6. 10. 2025, sodelovanje pedagogov in študentov v podcastu Medobčinskega društva slepih in slabovidnih Nova Gorica; https://open.spotify.com/episode/4VE2R1X2q7y0oPkVEPNJlN.
- Na robu teme je svetloba, 9. 2. 2026, Pogovor s študenti, ki so bili vključeni v projekt Ilustriranje nevidnega, podcast Medobčinskega društva slepih in slabovidnih Nova Gorica.
- Neva Zajc, Znanstvena monografija, Radio Koper, Popoldanski program, radijska oddaja, 20. 10. 2025.

- Lea Širok, Pol ure kulture, Ilustriranje nevidnega: oblikovanje za vključujočo družbo in Projekt Kaverljag: ilustracija za slepe in slabovidne, Radio Koper, 23. 10. 2025, podcast; sodelovala sta Petra Černe Oven in Aleš Sedmak.
- Sonja Pungertnik, Luč v temi, 14. 12. 2025, 21:00, radijska oddaja, Radio Ognjišče, https://avdio.ognjisce.si/oddaja/ura_2025_12_14_21. @13'40". Sodelovala sta Petra Černe Oven in Aleš Sedmak.
- Nedeljska reportaža, Petra Medved, Taktilna znanstvena ilustracija za slepe in slabovidne, radijska oddaja, Radio Slovenija, 11. 1. 2026, https://prvi.rtvslo.si/podkast/nedeljska-reportaza/96/175188980.

Poročilo o primeru družbenega vpliva št. 7

Ime vpliva: HIDRA: z globokim učenjem podprte napovedi nivoja morske gladine in obalnih poplav

Raziskovalna podlaga:

HIDRA je večletni interdisciplinarni raziskovalni projekt na presečišču **umetne inteligence in oceanografije**, ki je pokazal, da lahko **globoke nevronske mreže** zanesljivo napovedujejo **dinamiko višine morske gladine za več dni v prihodnost** ter v več scenarijih (npr. v napovedi poplav) presegajo natančnost in bistveno zmanjšajo računsko zahtevnost v primerjavi s klasičnimi **numeričnimi oceanskimi modeli** (npr. NEMO, SCHISM). HIDRA je rezultat sodelovanja **UL FRI (ViCoS)**, Agencije Republike Slovenije za okolje (**ARSO)** in **Morske biološke postaje NIB**.

Temeljni doprinosi projekta so:

- **HIDRA 1.0**: model za severni Jadran, ki po natančnosti in hitrosti prekaša numerični model **NEMO**.
- **HIDRA2**: nova arhitektura z ločenimi enkoderji za atmosfero/plimo/SSH in izboljšanim sklopom, ki presega tako HIDRA1 kot tudi modela **NEMO** in **SCHISM**.
- **HIDRA-T**: **transformerska** različica z dodatnimi izboljšavami zlasti v ekstremnih repih porazdelitve.
- **HIDRA3**: **večtočkovna (multi-point) ansambelska** arhitektura, ki **uvaja skupni geofizikalni enkoder** ter naslavlja dve ključni težavi prakse: **okvare mareografov** (napoved kljub izpadom senzorjev) in **pomanjkanje zgodovinskih podatkov**. Demonstrirana na hkratnem napovedovanju na več lokacijah vzdolž jadranske obale.
- **HIDRA-D: prvi model za gosto napovedovanje dinamike morja.** Gre za najnovejšo različico, ki poleg več točk, opremljenih z merilnimi napravami, napoveduje višine v vseh točkah Jadrana. Stranski učinek je medsebojna kalibracija vseh merilnih postaj s satelitskimi meritvami in geoidom hkrati, kar je bil do sedaj izjemno težak problem. Hkrati gre za prvo tovrstno kalibracijo postaj vzdolž jadranske obale.
- ARSO je vključen v evropski projekt **Destination Earth on Demand Extremes**, v katerem so člani raziskovalne skupine integrirali metodo HIDRA v produktni paket Evropske agencije za napovedovanje vremena (ECMWF). S tem sta bili omogočeni širša analiza in raziskava, ki je dodatno izboljšala delovanje metode v realnih pogojih. V naslednji fazi omenjenega projekta bodo različice HIDRE implementirane za celotno evropsko obalo.

Recenzirane znanstvene objave in mednarodne predstavitve:

- L. Žust, A. Fettich, M. Kristan, and M. Ličer, *HIDRA 1.0: deep-learning-based ensemble sea level forecasting in the northern Adriatic,* Geoscientific Model Development, vol. 14, pp. 2057–2074, 2021.
- M. Rus, A. Fettich, M. Kristan, and M. Ličer, *HIDRA2: deep-learning ensemble sea level and storm tide forecasting in the presence of seiches – the case of the northern Adriatic,* Geoscientific Model Development, vol. 16, pp. 271–288, 2023.
- M. Rus, H. Mihanović, M. Ličer, and M. Kristan, *HIDRA3: a deep-learning model for multipoint ensemble sea level forecasting in the presence of tide gauge sensor failures,* Geoscientific Model Development, vol. 18, pp. 605–620, 2025.
- M. Rus, A. Fettich, M. Kristan, and M. Ličer, *HIDRA-T – A Transformer-Based Sea Level Forecasting Method,* in Proc. ERK, 2023.
- M. Rus *et al.*, *HIDRA3: A Robust Deep-Learning Model for Multi-Point Sea-Surface Height and Storm Surges Forecasting,* presented at the 55th International Liège Colloquium on Ocean Dynamics, 2024.
- M. Rus *et al.*, *HIDRA3: A Robust Deep-Learning Model for Multi-Point Sea-Surface Height Forecasting,* EGU General Assembly, 2024.
- M. Rus, Ličer, M. Kristan, HIDRA-D: deep-learning model for dense sea level forecasting using sparse altimetry and tide gauge data«, Geoscientific Model Development,(accepted) 2026.
- Barzandeh, A., et al.: Application of the HIDRA2 deep-learning model for sea level forecasting along the Estonian coast of the Baltic Sea, Ocean Science, 21, 1315–1327, https://doi.org/10.5194/os-21-1315-2025, 2025.
- M. Ličer, Strategic Lecture at European Meteorological Society Meeting 2025, https://vimeo.com/1117551389

Opis vpliva:

Hidra napoveduje dvigovanje gladine morja, ki je v zadnjih 30 letih naraslo za 10–15 cm, vsako leto pa še za dodatne 4 mm.

Znanje se prenaša prek:

- **izboljšane poplavne varnosti prek vsakodnevnih operativnih napovedi** (pilot/operativni prikazi za Koper in širši Jadran),
- **odprtokodne programske opreme,** ki omogoča široko uporabo,
- **usposabljanj**.

Ciljne skupine:

- **Javne službe**: ARSO (opozorila pred obalnimi poplavami), Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, obalne občine. Evropska agencija za srednjeročno napovedovanje vremena (ECMWF), s čimer se ciljne skupine razširijo na celotno Evropo.
- **Gospodarstvo in logistika**: upravljavci pristanišč (Koper, Trst), upravljavci pomorskih poti in terminalov (načrtovanje vplivov nizkih/visokih vod na plovbo/operacije), obalni turizem.
- **Okoljska in prostorska politika**: načrtovalci obalne infrastrukture, zavarovalnice, podjetja z obalnimi objekti (cenitev tveganj).
- **Znanost in izobraževanje**: meteorologi/oceanografi, podatkovni znanstveniki; širše – študenti in javnost.

Ključne koristi in spremembe v praksi.

- **Hitrejše in stroškovno učinkovitejše napovedovanje**: HIDRA dosega ali presega natančnost vodilnih numeričnih modelov, vendar z več velikostnimi redi **nižjo računsko kompleksnostjo**; to omogoča **lokalni/robni izračun** (npr. na strežnikih občin) in **večkrat dnevno izvajanje ansamblov** za boljšo oceno negotovosti.
- **Bolj zanesljive storitve v realnem svetu**: **HIDRA3** ohrani napovedi tudi **ob izpadih mareografov**, kar neposredno zmanjšuje operativno tveganje (kritično za opozorilne sisteme).
- **Napovedovanje ekstremov**: izboljšave v **repih porazdelitve** (nevihtni naraščaji) podpirajo **odzive civilne zaščite** in **odločitve pristanišč** (zapiranje, preusmeritve, zaščitni ukrepi).
- **Družbena ozaveščenost in dostopnost**: poljudni prispevki (Alternator) pojasnjujejo lokalna tveganja (projekcije dviga gladine, pričakovana pogostost poplav) in vlogo AI – podlaga za **sprejemanje preventivnih ukrepov** in **komunikacijo tveganj** z javnostjo. Vsakourne napovedi HIDRE so prosto dostopne na spletnih straneh laboratorija ViCoS – omogočen je pregled tudi preteklih meritev in napovedi. S tem se krepi zaupanje javnosti v AI ter jo ozavešča o napakah in potencialni zmotljivosti modelov.

Podkrepitev in morebitna odmevnost:

Skupni ogledi člankov na GMD:

- Članki HIDRA1, HIDRA2. HIDRA3 in HIDRA-D so na spletnih straneh revije GMD prejeli skupno več kot 12.500 ogledov.

Javne napovedi:

- Urne napovedi z aktualnimi podatki ARSO: https://vicoslab.github.io/hidra-visualization/sl/

Repozitoriji reproducljive kode:

- HIDRA2 GitHub repository – odprtokodni model, vključuje izvorno kodo, uteži, podatke za validacijo. [Online]. Available: https://github.com/rusmarko/HIDRA2
- HIDRA3 GitHub repository – koda, predtrenirani modeli, testni sklopi za 11 lokacij in standardizacijski parametri. [Online]. Available: https://github.com/rusmarko/HIDRA3
- HIDRA3 Zenodo release (v1.01) – arhivirana koda in artefakti z DOI. [Online]. Available: https://zenodo.org/records/12578025; https://github.com/rusmarko/HIDRA-D

Poljudnoznanstveni prispevki in odmevnost v medijih:

- M. Ličer, L. Žust, and M. Kristan, *Prepletanje umetne inteligence in fizike pri napovedovanju obalnih poplav,* Alternator, 2021.
- M. Kristan, Podobe znanja, Radio Slovenija 1, https://ars.rtvslo.si/podkast/podobe-znanja/526/175028445

- M. Kristan, Radiosfera, https://prvi.rtvslo.si/podkast/radiosfera/173251633/175110750