



NAPREDNI PRODUKTI, STORITVE IN SISTEMI ZA PAMETNE KLINIKE





NAPREDNI PRODUKTI, STORITVE IN SISTEMI ZA PAMETNE KLINIKE

Ljubljana, Slovenija, 2026

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

614.21:004.8(082)

NAPREDNI produkti, storitve in sistemi za pametne klinike / [uredniški odbor Igor Kovač, Mojca Amon, David Kocman ; fotografije Uroš Zagožen, Matej Povše, arhiv avtorjev prezentacij]. – Ljubljana : Institut "Jožef Stefan", 2026

ISBN 978-961-264-345-4
COBISS.SI-ID 276616451

Publikacija: Napredni produkti, storitve in sistemi za pametne klinike

Izdajatelj: Institut »Jožef Stefan«

Uredniški odbor: doc. dr. Igor Kovač, doc. dr. Mojca Amon, izr. prof. dr. David Kocman

Grafična zasnova, oblikovanje in tisk: MARIDEA, komunikacijske in marketinške storitve

Fotografije: Uroš Zagožen, Matej Povše, arhiv avtorjev prezentacij

Cena: brezplačno

Ljubljana, maj 2026



Kazalo

		Laserski sistemi v medicini Primer: pomen parametrov laserskih pulzov za varnost laserskih posegov v oftalmologiji	32
Uvodna beseda	6	Napredne 3D tehnologije za medicino: HP MJF in industrijski FDM sistemi	34
Univerzitetni klinični center Ljubljana	8	3D tisk inženirske in biokeramike	36
Pametne klinike: od znanstvenih idej do medicine prihodnosti	10	Raziskave staranja cirkonijeve oksidne keramike v ustih	38
Medicina na pragu največje tehnološke preobrazbe v zgodovini	12	Robotika iz Kočevja v realnosti sveta medicine	44
Inovacije v medicini	14	Robotika v pametnih klinikah	47
		Humanoidni roboti so tu – možnosti uporabe v pametnih klinikah	50
NAPREDNI PRODUKTI ZA PAMETNE KLINIKE	17	Energijsko učinkoviti aktuatorji za nosljivo robotsko pomoč pri gibanju	53
AERODROPS – Naprava za določanje koncentracije respiratornih kapljic v zraku kot pomoč pri zmanjšanju bolnišničnih okužb	18	Uporaba plazemskih tehnologij v dentalni medicini	55
Uporaba hladne plazme za dezinfekcijo proti antibiotikom odpornih bakterij v vodi	21	Novi materiali za klinično in medicinsko področje	57
Hladna plinska plazma – vroča tema za inovacije v medicini	23		
Magnetnoresonančna mikroskopija kontaktnih leč za dojenčke	25	STORITVE ZA PAMETNE KLINIKE	61
Vlakna za podaljšano retencijo v ustni votlini in na drugih sluznicah	27	Telemedicina in podpora odločanju za zdravstveno osebje	62
TwinCatcher – Visokozmogljivo odkrivanje interakcij med beljakovinami	30	Pametne naprave in produkti v telemedicini	64
		Uporaba električne impedančne tomografije v respiratorni medicini	67

Funkcijsko mreženje v možganih	70	Povečanje izkoriščenosti kapacitet z uporabo digitalnega dvojčka in umetne inteligence	99
Genomi in velepodatki: Pot do medicine prihodnosti	73	Pametna digitalna klinika	
Spremljanje indeksov med sinhronizirano kardiorespiratorno rehabilitacijo	75	Optimizacija procesov z digitalnim dvojčkom	102
Razvoj genske terapije za CTNNB1 sindrom	77	Vzpostavitev digitalnega modela bolnišnice za simulacijo scenarijev in optimizacijo odločitev	104
Respiratorna fizioterapija		Inteligentno upravljanje energetskih tokov v bolnicah	106
Prehabilitacija – pilotni projekt	79	Dvigovanje učinkovitosti poslovanja skozi optimizacijo internih postopkov	109
Natančnost dentalnih posegov v mikrogravitaciji je primerljiva s pogoji na Zemlji	81	Regulativni vidik razvoja inovacij s poudarkom na vlogi uredbe REACH	111
Center za klinične raziskave: podpora raziskovalni dejavnosti UKC Ljubljana	83	Zasebnost pri znanstvenih raziskavah v medicini	114
SISTEMI ZA PAMETNE KLINIKE	89	Zdravo življenje v vesolju za zdravo življenje na zemlji	116
Digitalna preobrazba učenja kirurških spretnosti	85	Spletna in mobilna zdravstvena večjezična aplikacija ZVEJA	118
Suverena AI za pametno kliniko od infrastrukture do AI radiološkega asistenta	90	Načrtovanje operacij poprave aortne zaklopke v srčni kirurgiji	120
Od kliničnega besedila do strukturiranega pregleda pacienta s pomočjo umetne inteligence	92	Umetna inteligenca pri pooperativnem hlajenju in EKG	122
Umetna inteligenca v medicinski fiziki in kliničnih raziskavah	95		
Administrativna podpora in zdravstveno svetovanje na podlagi LLMjev	97		



Uvodna beseda

Spoštovani,

razvoj pametnih klinik postaja eno osrednjih stičišč sodobnega zdravstva, raziskav in tehnoloških inovacij. Učinkovito, zanesljivo in trajnostno delovanje zdravstvenih ustanov namreč vse bolj temelji na pre-mišljenem uvajanju naprednih rešitev, ki odgovarjajo na potrebe kliničnega okolja, zdravstvenega osebja in pacientov.



Dogodek Novi produkti, storitve in tehnologije za pametne klinike je bil zasnovan z namenom povezovanja

raziskovalnih organizacij, zdravstvenih ustanov in podjetij pri razvoju konkretnih rešitev za sodobno zdravstvo. Pri tem pomembno vlogo igrata SRIP Tovarne prihodnosti, ki povezuje raziskovalna in inovacijska znanja industrije in akademske sfere na področju naprednih proizvodnih sistemov in tehnologij, ter SRIP Pametna mesta in skupnosti, ki spodbuja razvoj digitalnih rešitev za kakovostnejše življenje in pametnejše storitve, tudi na področju zdravja.

Obe partnerstvi s povezovanjem gospodarstva, raziskovalne sfere in javnih institucij soustvarjata spodbudno okolje za nastanek rešitev z visoko dodano vrednostjo. Prav povezovanje kompetenc, idej in izkušenj ustvarja pogoje za prebojne rezultate. Podjetja, ki razvijajo, proizvajajo in tržijo napredne produkte in storitve, imajo pri tem ključno vlogo, saj predstavljajo most med raziskovalnimi dosežki in njihovo uporabo v praksi. Področje pametnih klinik zato ponuja izjemne priložnosti za nadaljnji razvoj, tako na področju digitalizacije in uvajanja novih tehnologij kot tudi pri izboljševanju kakovosti zdravstvenih storitev ter celostne obravnave pacientov.

Prispevki, zbrani v tem zborniku, odražajo znanje, razvojni potencial in pripravljenost na sodelovanje, ki jih premore slovenski prostor. Hkrati potrjujejo, da tovrstna srečanja niso zgolj priložnost za izmenjavo informacij, temveč predvsem prostor za vzpostavljanje novih partnerstev, oblikovanje skupnih idej in začetek konkretnih projektnih pobud. Takšni dogodki so pomemben korak k dolgoročnemu sodelovanju ter h krepitvi razvojnih verig z visoko dodano vrednostjo.

V nadaljevanju bo ključno, da prepoznane priložnosti nadgradimo s konkretnimi koraki – s pripravo projektnih predlogov, poglobljanjem razvojnega so-

delovanja ter vzpostavljanjem novih povezav med raziskovalnim, gospodarskim in kliničnim okoljem. Pomembno podporo pri tem nudijo tudi pisarne za prenos znanja in tehnologij, ki s strokovno pomočjo bistveno prispevajo k uresničevanju idej in njihovemu prehodu v prakso.



Ob tej priložnosti se iskreno zahvaljujem Univerzitetnemu kliničnemu centru Ljubljana kot

soorganizatorju dogodka, sodelujočim institucijam, govorcem in organizacijski ekipi za njihov dragocen prispevek k vsebini in izvedbi dogodka. Posebna zahvala velja tudi vsem udeležencem za aktivno sodelovanje, odprtost za povezovanje in pripravljenost soustvarjati rešitve za prihodnost zdravstva.

Naj bo ta zbornik spodbuda za nova partnerstva, nadaljnje razvojne korake ter učinkovito povezovanje znanja, raziskav in inovacij v korist pametnih klinik prihodnosti.

doc. dr. Igor Kovač

direktor SRIP Tovarne prihodnosti

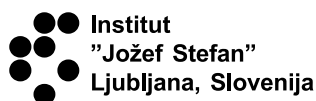


izr. prof. dr. David Kocman

direktor SRIP Pametna mesta in skupnosti



Center za razvojno inovacijsko partnerstvo,
Institut »Jožef Stefan«





Univerzitetni klinični center Ljubljana

Univerzitetni klinični center Ljubljana (UKCL) je največja in najpomembnejša zdravstvena ustanova ter največja klinična-raziskovalna ustanova ob raziskovalnem Inštitutu Jožef Stefan (IJS) v državi, kjer se na 250.000 m² površin 24 ur na dan izvaja klinično, raziskovalno in pedagoško delo.



Dosedanje sodelovanje med UKCL in IJS temelji na dolgoletni tradiciji interdisciplinarne

odličnosti, ki povezuje tehnologije od zgodovine razvoja MR do napredne uporabe AI in radiomike, genomike ter sodobnih biomaterialov z neposredno klinično validacijo. Kombinacija vrhunskega kliničnega okolja in raziskovalne izjemnosti omogoča hiter prenos inovacij v prakso ter potrjuje vlogo UKCL kot ključnega nacionalnega referenčnega partnerja za translacijske biomedicinske raziskave tudi v smeri pametnih klinik prihodnosti, z osredotočenostjo na digitalizacijo, napredne tehnologije in personalizirano medicino.

Poslanstvo UKC Ljubljana ni namreč le zagotavljanje neprekinjene dostopnosti do terciarnih storitev za skrbno in spoštljivo obravnavo najzahtevnejših pacientov iz Slovenije in širše regije ter kakovostne obravnave s celovito ponudbo zdravstvenih storitev vsem prebivalcem osrednjeslovenske regije. Na temeljih akademske odličnosti UKCL razvija medicinsko in zdravstveno stroko, vzgaja kadre in omogoča motivirajoč razvoj vsem zaposlenim. Kot stičišče naprednega kliničnega, raziskovalnega, razvojnega, inovacijskega in pedagoškega dela UKCL naslavlja naraščajoče in spreminjajoče se potrebe pacientov ter izboljšuje njihove zdravstvene izide iz leta v leto, iz dneva v dan.

UKCL sestavlja več kot 8500 zaposlenih, od tega cca. 1500 zdravnikov in cca. 1500 raziskovalcev, razporejenih v več kot 100 kliničnih oddelkov in centrov, združenih v 17 klinik in kliničnih inštitutov, ki letno opravijo kar 2 mio zdravstvenih obravnav. Tovrstna razvejnost in velik volumen bolnikov zagotavljata celostno zdravstveno obravnavo in ponujata raziskovalne možnosti na številnih področjih zdravstvene oskrbe, razvoja terapij, materialov ter analitičnih procesov. V letu 2025 je UKCL vodil 616 raziskovalnih projektov. Na nekaterih področjih pa UKCL s svojimi strokovnjaki kroji sam svetovni vrh zdravstvene stroke in razvoja. V letu 2025 smo posebno ponosni na sodelovanje v ra-

zvoju genske nadomestne terapije za redko bolezen in na uspešno transplantacijo srca pri 6 mesečnem dečku, kar tudi v svetovnem merilu UKCL uvršča med univerzitetne bolnišnice, ki omogočajo najkompleksnejša interdisciplinarna zdravljenja in najsodobnejše raziskovalne projekte.

Kot pridruženi član Univerze v Ljubljani in v tesnem sodelovanju z Medicinsko fakulteto Univerze v Ljubljani UKCL sebe vidi kot pomemben člen univerzitetnega telesa in njegovega nadaljnjega razvoja, saj na leto objavi cca. 500 člankov v vrhunskih mednarodnih revijah in s cca. 150 mentorji doktorandom skrbi za stalni akademski razvoj na medicinskem področju v državi. Raziskovalna dejavnost je podprta s cca. 2 % proračuna, ki se postopoma približuje 1 mrd. Eur, želja pa je, da bi se v sodelovanju s partnerji obseg investicij v raziskovalno dejavnost še bistveno povečal, saj izključno vrhunska raziskovalna dejavnost lahko zagotovi tudi vrhunsko zdravstveno obravnavo in obstoj ter razvoj univerzitetne bolnišnice.



Prepričani smo, da bomo v sodelovanju z IJS in v projektu SRIP ToP skupaj našli nove poti k nadgradnji raziskovalne

dejavnosti in akademske odličnosti ter ovrgli napačno percepcijo o zdravstvu, da le-ta predstavlja le strošek države, in dokazali, da univerzitetna bolnišnica takšnih strokovnih razsežnosti skupaj z raziskovalnimi partnerji nudi neizmeren potencial razvoja modernih medicinskih znanosti in terapij, ki predstavljajo enega najhitreje razvijajočih se gospodarskih panog, ter s tem tudi izjemno možnost gospodarskega razvoja.

Doc. dr. Marko Jug, dr. med.

generalni direktor UKC Ljubljana

univerzitetni
klinični center ljubljana
University Medical Centre Ljubljana





Pametne klinike: od znanstvenih idej do medicine prihodnosti

Če se za trenutek vrnemo v drugo polovico 19. stoletja, se pojavi preprosto fizikalno vprašanje: »Kako telo oddaja energijo zaradi svoje temperature?« Iz tega vprašanja se je rodil Stefan–Boltzmannov zakon, eden temeljnih zakonov fizike sevanja. Danes nam ta zakon pomaga razumeti delovanje zvezd, opisuje energijsko ravnovesje vesolja in predstavlja enega ključnih temeljev sodobne astrofizike. Toda zanimivo je, da ta ista fizika živi tudi v medicini. Ko danes uporabljamo medicinske senzorje, laserske tehnologije, termalne diagnostične sisteme ali infrardeče merilne naprave, je v njihovem ozadju še vedno ista fizikalna zakonitost, ki je bila nekoč zapisana kot čista znanstvena ideja. To nas uči pomembne lekcije znanstveni preboji se pogosto začnejo daleč od tam, kjer jih bomo nekoč uporabljali.

Znanost je potovanje. In eden najpomembnejših trenutkov na tej poti je tisti, ko tehnologija dobi svoj pravi pomen – pri človeku. Danes živimo v času, ko se medicina spreminja hitreje kot kadarkoli v zgodovini. Razvoj umetne inteligence, napredne senzorike, robotike, digitalnih dvojčkov, genomike, novih materialov in analitike velikih podatkov odpira povsem nove možnosti za razumevanje bolezni, diagnostiko in zdravljenje.

Bolnišnice zato postopoma postajajo pametne klinike – integrirani ekosistemi znanja, tehnologije in podatkov. Pametna klinika ni zgolj digitalizirana bolnišnica. Predstavlja okolje, kjer se prepletajo raziskave, tehnologija in klinična praksa ter skupaj omogočajo varnejše bolnišnično okolje in nwpredne tehnologije dezinfekcije; natančnejšo diagnostiko z uporabo umetne inteligence in novih slikovnih metod; stalni medicinski monitoring s pomočjo senzorike in telemedicine; inovativne pristope zdravljenja in rehabilitacije, ter napredne sisteme za spremljanje uspešnosti zdravstvenih ustanov.



V središču pametne klinike je vedno bolnik, tehnologija pa postaja orodje, ki medicini omogoča

večjo natančnost, učinkovitost in dostopnost. Razvoj takšnih sistemov ni mogoč brez povezovanja različnih znanstvenih in strokovnih področij. Prav zato je sodelovanje med raziskovalnimi institucijami, univerzami, industrijo in kliničnimi centri danes ključnega pomena.

Na eni strani imamo Institut »Jožef Stefan«, največjo nacionalno raziskovalno institucijo, kjer nastajajo novi modeli, materiali, algoritmi in tehnološke rešitve.

Na drugi strani pa Univerzitetni klinični center Ljubljana, največje klinično in akademsko medicinsko okolje v Sloveniji, kjer se te ideje srečajo z realnostjo bolezni, pacientov in vsakodneвне zdravstvene prakse.

Prava vrednost takšnega sodelovanja nastane v trenutku, ko se raziskovalni rezultat spremeni v boljšo diagnostiko, boljšo terapijo in boljšo možnost za bolnika.

Evropska raziskovalna politika to jasno prepozna. Programi, kot je Horizon Europe, poudarjajo, da veliki znanstveni preboji nastajajo v ekosistemih sodelovanja – med klinikami, raziskovalnimi inštituti, univerzami, tehnološkimi podjetji in javnimi institucijami.

Če se vrnemo k analogiji Stefanovega zakona, nobena tehnologija sama po sebi ne prinese preboja.

Ključ do uspeha je povezovanje. V tem kontekstu je izjemnega pomena tudi pobuda za krepitev raziskovalne dejavnosti v UKC Ljubljana, ki je bila deležna podpore vodstva ustanove. Eden od rezultatov tega

procesa je tudi vključitev UKC Ljubljana v raziskovalne pobude SRIP in sodelovanje z Institutom »Jožef Stefan«, kar dodatno krepi most med znanostjo in klinično prakso.

Strokovna delavnica »Napredni produkti, storitve in sistemi za pametne klinike« je pravzaprav odraz tega zavedanja. Predstavlja prostor srečevanja raziskovalcev, zdravnikov, inženirjev in industrijskih partnerjev, ki skupaj oblikujejo prihodnost zdravstvenih sistemov.

Tako kot nekoč, ko so znanstveni preboji nastajali z vizijo posameznikov in podporo širše družbe, tudi danes nastajajo znotraj skupnosti znanja in sodelovanja.

Pametne klinike niso zgolj vizija prihodnosti. Postajajo realnost – rezultat povezovanja znanosti, medicine in tehnologije v korist nas vseh – tu, zdaj ali jutri.

doc. dr. Mojca Amon

Mojca Amon je magistrica in doktorica znanosti, ki je v okviru raziskovalne skupine »Okoljska fiziologija« raziskovala vaskularni in presnovni odziv človeškega organizma na hipoksijo. Svoje raziskovalno delo je izvajala na IJS, na Odseku za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko. Deluje kot akademska sodelavka in raziskovalka ter kot koordinatorica raziskovalnega sodelovanja med institucijama UKCL in IJS.

 *Strokovna delavnica »Napredni produkti, storitve in sistemi za pametne klinike« je pravzaprav odraz tega zavedanja. Predstavlja prostor srečevanja raziskovalcev, zdravnikov, inženirjev in industrijskih partnerjev, ki skupaj oblikujejo prihodnost zdravstvenih sistemov.*

univerzitetni
klinični center ljubljana
University Medical Centre Ljubljana





Medicina na pragu največje tehnološke preobrazbe v zgodovini

Človeštvo je večino svoje zgodovine napredovalo s pomočjo materialnih inovacij. Od prvih kamnitih orodij in obvladovanja ognja, do kmetijske in industrijske revolucije ter elektrifikacije – razvoj je temeljil na izboljševanju fizičnih orodij, ki so človeku omogočala večjo učinkovitost in preživetje. Z računalnikom in internetom smo prvič dobili možnost nadzora nad informacijami, shranjevanjem podatkov in komunikacijo s pomočjo električnih tokov in svetlobe.



Danes pa smo priča prelomnemu trenutku: tehnologija ne spreminja več le našega okolja, temveč

posega v inteligenco in samo življenje. Strojno učenje, nevronske mreže, obdelava naravnega jezika in robotika preoblikujejo način, kako razumemo podatke, sprejemamo odločitve in izvajamo medicinske posege. Hkrati biološke tehnologije – od sekvenciranja DNK do urejanja genoma in sintetične biologije – odpirajo vrata aktivnemu oblikovanju življenja.

V medicini se ta preobrazba kaže v dveh oblikah inovacij. Evolucijske inovacije izboljšujejo obstoječe postopke in sledijo zahtevam uveljavljenih trgov. Disruptivne inovacije pa se začnejo kot navidezno manjvredne alternative – preprostejše, cenejše, dostopnejše. Sprva jih sprejme le nišna skupina uporabnikov, a prav te tehnologije pogosto preoblikujejo celotna področja. Tako so endovaskularni stent-grafti spremenili žilno kirurgijo, PCI je preoblikoval zdravljenje koronarne bolezni, TAVI je predrugačil zamenjavo aortne zaklopke, MitraClip pa zdravljenje mitralne insuficience. Photon-counting CT že nakazuje, da bo del diagnostike postal manj invaziven, hitrejši in bolj dostopen.

Podobna revolucija se dogaja tudi na področju končnega srčnega popuščanja, kjer mehanske podporne naprave – od LVAD-ov do popolnih umetnih src – postajajo ključni del sodobnega zdravljenja. Tehnologije, ki so bile nekoč rezervirane za redke bolnike in izjemne okoliščine, se razvijajo v smeri manjših, zanesljivejših in bolj biokompatibilnih sistemov. Napredki v senzoriki, baterijah, brezžičnem napajanju in algoritmih za samodejno prilagajanje pretoka omogočajo, da mehanska podpora postaja ne le most do transplantacije, temveč vse pogostejše trajna terapija, ki bolnikom vrača kakovost življenja.

Tudi tu disruptivne inovacije izpodrivajo tradicionalne paradigme – od izključno kirurških pristopov k hibridnim, personaliziranim in tehnološko podprtim rešitvam.

Zgodovina kaže, da vodilni akterji disruptivne inovacije pogosto najprej zavrnejo kot manjvredne. Šele ko nova tehnologija preseže standardne rezultate, jo poskušajo sprejeti – pogosto prepozno. Razlog ni v slabem vodenju, temveč v tem, da se vrednostni sistemi podjetij in ustanov oblikujejo okoli obstoječih izdelkov, standardov in pričakovanj strank. Disruptivne tehnologije pa zahtevajo povsem drugačne zmožnosti – tiste, ki so jih pionirji imeli ob svojem nastanku, a so jih kasneje izgubili.



Medicina danes stoji na pragu največje tehnološke preobrazbe v svoji zgodovini.

Združitev digitalnih

in bioloških tehnologij ne pomeni le izboljševanja zdravljenja, temveč preoblikovanje samega koncepta zdravja. Prihodnost bo pripadala tistim, ki bodo razumeli, da inovacije niso le orodja, temveč sprememba načina razmišljanja – in da disruptivne ideje pogosto začnejo tam, kjer jih večina še ne zna prepoznati.

prof. dr. Ivan Kneževič, dr. med.

strokovni direktor kirurške klinike UKC Ljubljana

univerzitetni
klinični center ljubljana
University Medical Centre Ljubljana



Inovacije v medicini



Ivan Knežević

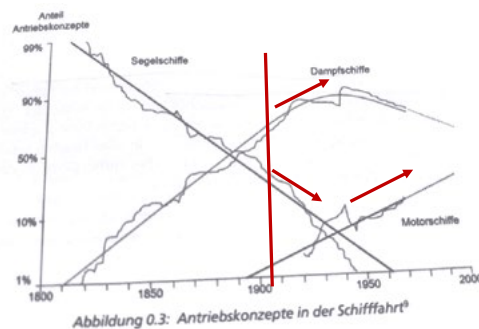
ivan.knezevic@kclj.si

Thomas W. Lawson

"Lucky Seven"



1902 – 1907



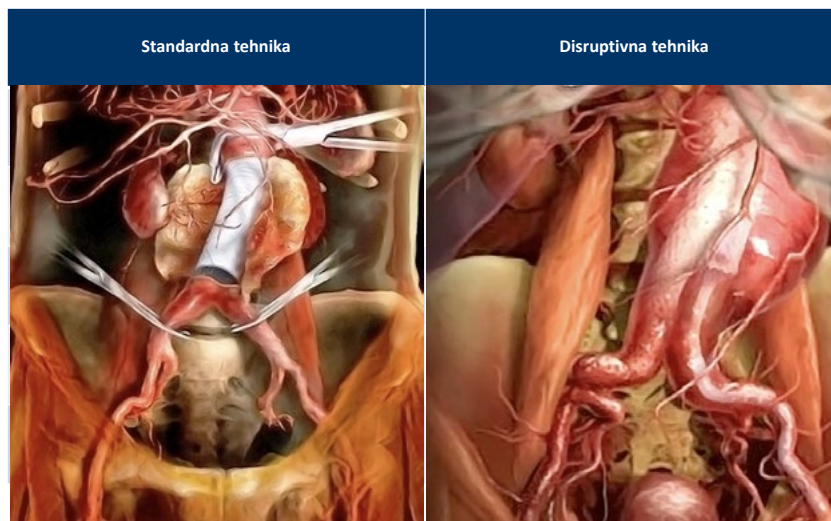
Koncepti ladijskega pogona,
1800 - 2000

C.M. Christensen: Innovator's Dilemma

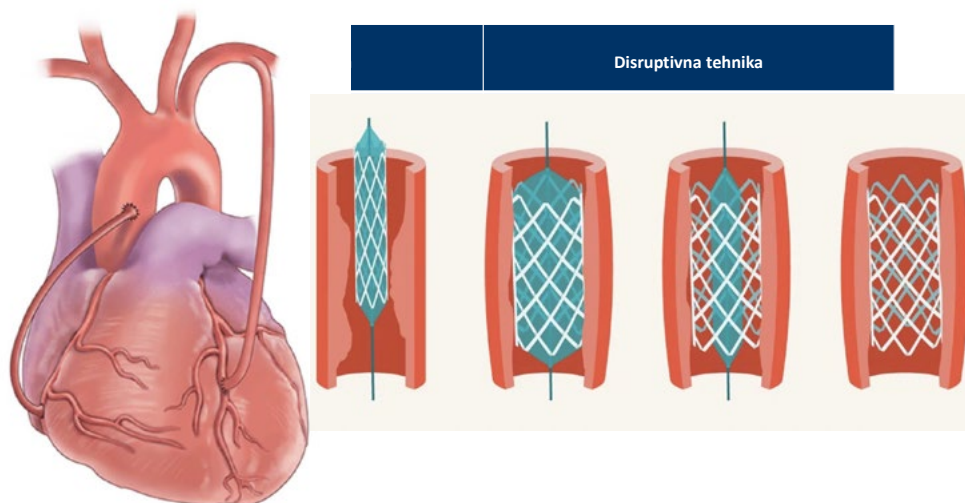
Evolucijske vs disruptivne tehnologije v medicini

Standardna tehnika	Disruptivna tehnika
Klasična žilna kirurgija	Endovaskularni stent-graft
CABG	PCI
Kirurška zamenjava aortne zaklopke	TAVI
Kirurška poprava mitralne zaklopke	MitraClip
Diagnostična koronarna angiografija	Photon-counting CT

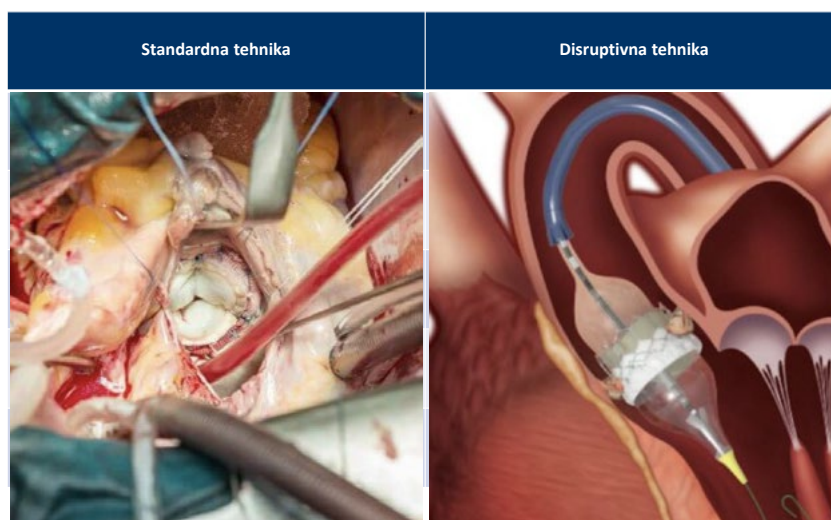
Evolucijske vs disruptivne tehnologije v medicini

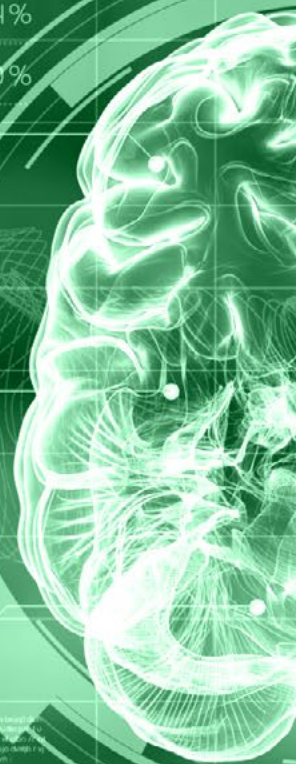
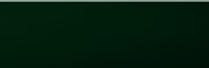
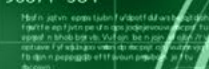


Evolucijske vs disruptivne tehnologije v medicini



Evolucijske vs disruptivne tehnologije v medicini







NAPREDNI PRODUKTI ZA PAMETNE KLINIKE

Tehnološke naprave, materiali
in diagnostične tehnologije

AERODROPS – Naprava za določanje koncentracije respiratornih kapljic v zraku kot pomoč pri zmanjšanju bolnišničnih okužb



Maja Remškar / maja.remskar@ijs.si



AERODROPS- Naprava za določanje koncentracije respiratornih kapljic v zraku kot pomoč pri zmanjšanju bolnišničnih okužb

Maja Remškar



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Pandemija COVID-19 je poudarila potrebo po ukrepih za zmanjševanje prenosa okužb po zraku.

eClinicalMedicine
Part of THE LANCET Discovery Science

2025

Interventions used to reduce infectious aerosol concentrations in hospitals—a review

Orlaine Brady^a, Faura Berrón^a, Rosaline De Norring^a, Cecilia Vindrola-Pedros^a,^{*} Signe Eyring-Johnson^a, Clark^a,^{*} Marissa K. Tsew^a, et al. [View more](#)

Affiliations & Notes¹ Article Info²

2022

nature > journal of exposure science & environmental epidemiology > editorials > article

Editorial | Published: 12 September 2022

Infectious disease transmission from bioaerosols

Byron D. Erath¹ & Andrea S. Ferro²

Metode za zmanjšanje koncentracije aerosolov v bolniških okoljih: prezračevanje, filtracija s HEPA filtri, nadzor nas smerjo toka zraka, uporaba UV svetlobe, kemikalij in nadtoka. Nadzor nad učinkovitostjo ukrepov: meritev delcev PM in CO₂, ter mikrobiološke raziskave.

Kaj še manjka?

- Modeli transporta aerosolov in tokov, ki jih povzročajo dihalne aktivnosti, ki lahko zagotovijo informacije v skoraj realnem času za modele tveganja okužb.
- Senzorji, ki lahko v realnem času zaznajo specifične povzročitelje ali njihove posrednike (respiratorne kapljice).
- Obveščanje upravljavcev stavb o tveganju okužbe za sprejem aktivnosti za zmanjšanje izpostavljenosti.





Foto: Marjan Verč

AeroDrops

1. naprava, ki selektivno zaznava respiratorne kapljice v zraku, ne glede na prisotnost drugih onesnaževal, kot npr. PM delcev.

1. naprava, ki meri cvetni prah v realnem času

1. naprava, ki selektivno meri prisotnost kapljic hladilno-mazalnih sredstev v kovinski industriji



Priporočene meritve:

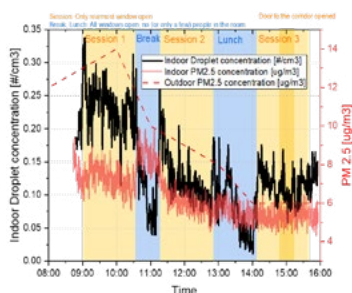
vrtni, šole, zdravstveni domovi, bolnišnice, čakalnice, domovi za ostarele, telovadnice, zaprti hlevi, koncertne dvorane, razstavišča, polja za vzgojo hibridov, kovinska industrija



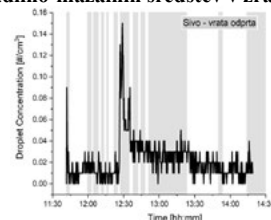
Meritev respiratornih kapljic ljudi



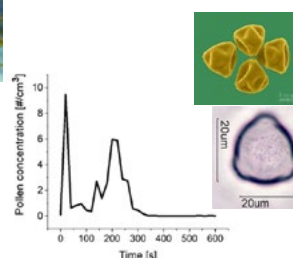
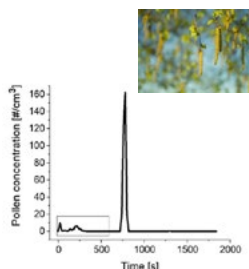
Strokovni dan F-5
6.10. 2023
Etnografski muzej,
Ljubljana



Kapljice hladilno-mazalnih sredstev v zraku



Meritev peloda leske

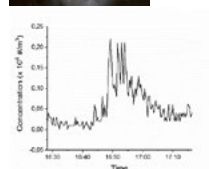
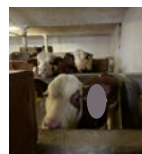


Karakteristike delovanja:

Zaznavanje je takojšnje, v realnem času (20 s meritve). Zaznati je mogoče koncentracije kapljic do 6.000 #/cm³ oz. do 6 milijonov #/liter. Najmanjša velikost detektiranih kapljic je med 100 in 300 nm.

Enostavna uporaba in vzdrževanje naprave.

Majhna poraba energije (moč 5W), tiho delovanje, masa 1.47 kg.



Izdihane kapljice radovedne kravice

Koncentracija kapljic:
❖ 20-200 kapljic/liter

Tematike sodelovanja:

- testiranje v realnih okoljih za izboljšanje kvalitete zraka in zmanjšanje prenosa respiratornih bolezni med ljudmi in med živalmi,
- določanje stopnje okuženosti respiratornih kapljic,
- meritve kapljic kot ukrep za zaježitev epidemij sezonskih bolezni in prihodnjih pandemij,
- priprava družbe za zaščito pred uporabo biološkega orožja.





Matjaž Malok (F-5), matjaz.malok@ijs.si
(mag. inž. mehatronike, razvoj tehnologije)

Anja Pogačnik Krajnc (F-5), anja.pogacnik@ijs.si
(mag. fizike, testiranje v izobraževalnih ustanovah)

Darko Kavšek (upokojeni sodelavec IJS),
darko.kavsek@ijs.si
(inženir elektronike, razvoj tehnologije)

Marko Hudomalj (E-6), marko.hudomalj@ijs.si
(mag. inž. elektrotehnike, optimizacija detektorja)

prof. dr. Maja Remškar (F-5, Nanotul), maja.remskar@ijs.si
(direktorica Nanotul d.o.o.)

Razvojna stopnja: TRL 7.

Optimizacija, testiranje v realnih okoljih, komercializacija v okviru skupnih raziskovalnih projektov.

Potrebna pomoč pri: uvajanju uporabe naprave za zmanjševanje širjenja okužb preko aerosolov v bolniških okoljih.

A circular portrait of Dr. Sarah E. Hays, a woman with long, wavy brown hair, smiling. She is wearing a dark grey or black top. The background is a light, neutral color.

manca.lunder@zf.uni-lj.si

The diagram illustrates the pathways of infectious agents from a patient. At the top, a patient is shown with a red arrow indicating the source of infection. Below the patient, five boxes represent different types of infectious agents and their initial handling:

- Opredeljena okoliščina iz okolišinskih preostankov (transfuzija, dajanje):** A box containing an illustration of a blood transfusion machine.
- Opredeljena voda iz bakterijskih praznin:** A box containing an illustration of a hand with a red dot on the wrist.
- Urina in feces:** A box containing an illustration of a urine bag.
- Opredeljena voda iz domaćih svet:** A box containing an illustration of a sink with a faucet.
- Opredeljena okoliščina iz razpršenosti in razpršenosti:** A box containing an illustration of a hospital bed.

Arrows from these boxes lead to a central area with three boxes representing different treatment or disposal methods:

- Odlivi s strani posteljnega linija:** A box containing an illustration of a yellow bin.
- Dekontaminacija na mestu nastanka:** A box containing an illustration of a washing machine.
- Odlaganje v kanalizacijski sistem:** A box containing an illustration of a toilet.

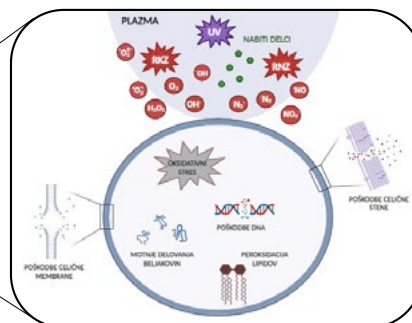
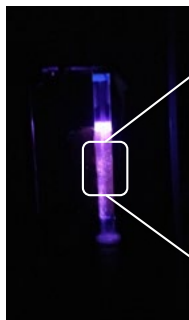
From the central area, arrows lead to two final boxes representing the final destination of the infectious agents:

- Rešje:** A box containing an illustration of a factory with smokestacks.
- Izpostavljenost v kanalizacijski sistem:** A box containing an illustration of a bowl with a spoon.

At the bottom, two labels indicate the final pathways:

- prenos v okolju:** Below the 'Rešje' box.
- prenos med ljudmi:** Below the 'Izpostavljenost v kanalizacijski sistem' box.

On the right side of the diagram, there is a box with three lightning bolts and the text **Močna atmosferska plazma**, with an arrow pointing towards the central area.



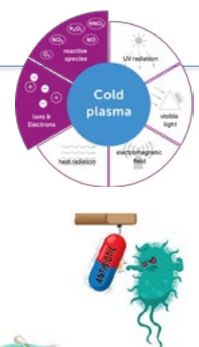
- Brez ostanka škodljivih kemikalij
- Sobna temperatura
- Atmosferski tlak
- Združljivost z materiali

- Protimikroben učinek
- Rezidualni učinek



Ključne ugotovitve:

- Hladna plazma v vodi generira protibakterijske reaktivne spojine
- Hladna plazma učinkovito zniža količino odpornih bakterij v tekočini
- Hladna plazma kaže visok potencial za zdravstvene aplikacije



Hvala za pozornost!



Hladna plinska plazma – vroča tema za inovacije v medicini



Ita Junkar

ita.junkar@ijs.si

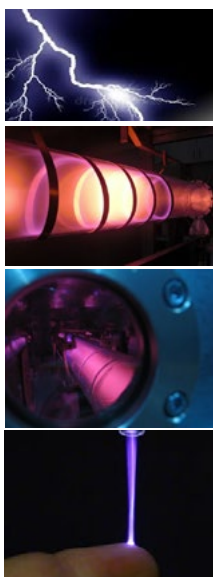


Hladna plinska plazma - vroča tema za inovacije v medicini

Ita Junkar

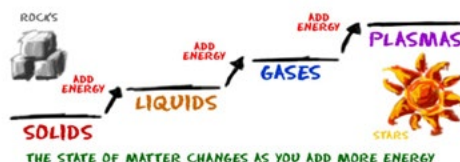


Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.



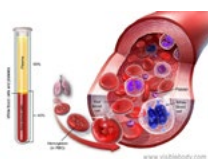
Kaj je plazma?

- Plazma je četrto agregatno stanje snovi (ioniziran plin).
- Sestavljena je iz elektronov, ionov in nevtrálnih molekul.
- Nastane iz plinov, kot so kisik, dušik, zrak ali argon.
- Njene lastnosti lahko nadzorujemo z močjo, vrsto plina in časom obdelave.



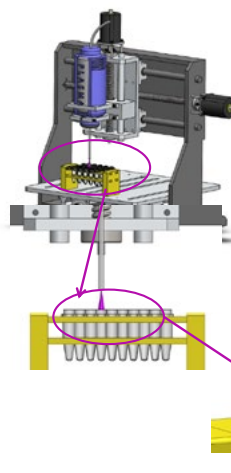
Plazma v medicini

- Sterilizacija in dezinfekcija
- Dekontaminacija površin
- Obdelava medicinskih materialov
- Izboljšanje adhezije
- Rakava obolenja....



Obdelava notranjih sten polimernih posodic

Metoda obdelave notranjih sten pripomočkov pri izolaciji bioloških molekul:



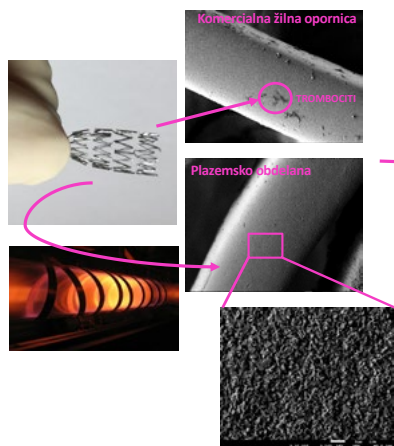
Metoda omogoča modifikacijo površine notranjih sten posodic uporabo atmosferske plazme s čemer dosežemo funkcionalizirano, nanostrukturirano in hidrofilno površino sten, kar bistveno zmanjša vezavo mikroveziklov na površino.

EUROPEAN PATENT SPECIFICATION
 (11) EP 3 185 921 B1
 (12) EUROPEAN PATENT SPECIFICATION
 (43) Date of publication and number of the grant of the patent: 04.09.2019 Bulletin 2019/36
 (21) Application number: 15176421.9
 (22) Date of filing: 25.08.2015
 (51) Int. Cl.: A61L 28/14 (2006) A61L 33/00 (2006) A61M 1/02 (2006) B01D 31/04 (2006)
 (54) METHOD FOR TREATMENT OF TOOLS AND TOOLS USED FOR ISOLATION OF MICROVESICLES, NANOVESICLES OR EXOSOMES
 (56) International application number: PCT/EP2015/06429
 (57) International publication number: WO 2016/03058 (23.03.2016 Gazette 2016/12)

Chemical structure diagram showing functional groups (C-OH, C=O, COOH, C=O) on a polymer surface treated with oxygen plasma (kisikova plazma).

Obdelava površin žilnih opornic

Metoda za obdelavo medicinskih pripomočkov narejenih iz NiTi zlitine

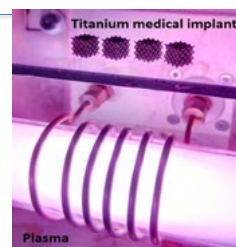
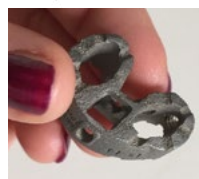
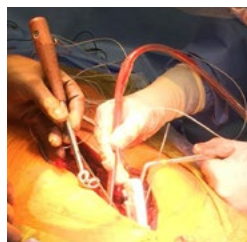
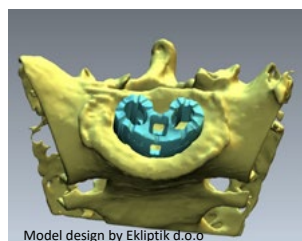


EUROPEAN PATENT APPLICATION
 (11) EP 3 636 294 A1
 (12) EUROPEAN PATENT APPLICATION
 (43) Date of publication: 15.04.2020 Bulletin 2020/16
 (21) Application number: 18199209.8
 (22) Date of filing: 06.06.2018
 (51) Int. Cl.: A61L 31/02 (2006) A61L 33/00 (2006) A61L 31/08 (2006)
 (54) METHOD FOR TREATMENT MEDICAL DEVICES MADE FROM NICKEL - TITANIUM (NiTi) ALLOYS
 (56) International application number: PCT/EP2018/06429
 (57) International publication number: WO 2019/03058 (23.03.2019 Gazette 2019/12)

- Preprečuje vezavo trombocitov
- Zmanjšuje vezavo gladkih mišičnih celic (restenozo)
- Izboljša razraščanje endotelijskih celic

Izboljšanje lastnosti implantatov

- Dobra osteointegracija- proliferacija osteoblastnih celic
- Antibakterijske lastnosti površin
- V 3D tisku pomembna tehnika za obdelavo površin
- Uporabna kot sterilizacija titanovih implantatov



Magnetnoresonančna mikroskopija kontaktnih leč za dojenčke



Igor Serša
igor.sersa@ijs.si



Manca Tekavčič Pompe
manca.tekavcic-pompe@guest.arnes.si



Magnetnoresonančna mikroskopija kontaktnih leč za dojenčke

Igor Serša¹ in Manca Tekavčič Pompe²

¹Institut Jožef Stefan

²Univerzitetni klinični center Ljubljana



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Ozadje problema

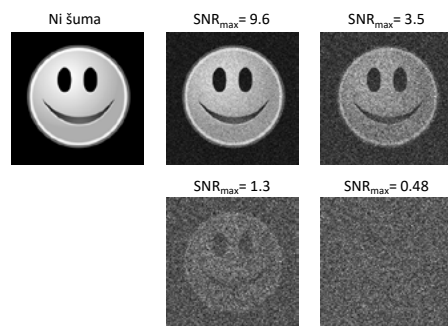
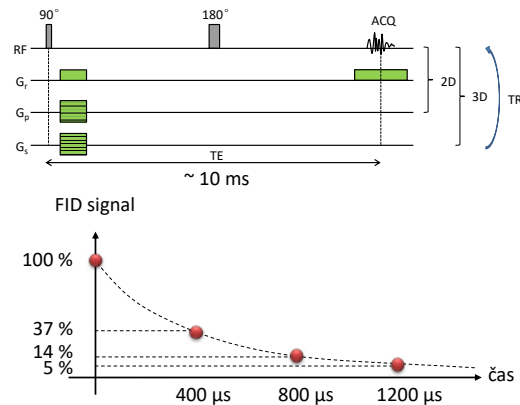


- Kontaktne leče za korekcijo afakije pri dojenčku, kadar primarna vstavitev umetne intraokularne leče ob odstranitvi prirojene sive mreže ni možna. Potrebno je korigirati celotno refraktivno moč očesne leče, ki pri dojenčku znaša okrog +30D, kar lahko nadomestimo z očali z zelo debelimi stekli ali kontaktno lečo.
- Uporabljene kontaktne leče so imele bistveno krajši čas uporabe od deklariranega zaradi poškodb leče (precej več manipulacije kot pri odraslem!).
- Zanimalo nas je, če lahko te poškodbe vidimo s pomočjo prostorsko visokoločljivega slikanja z magnetno resonanco.



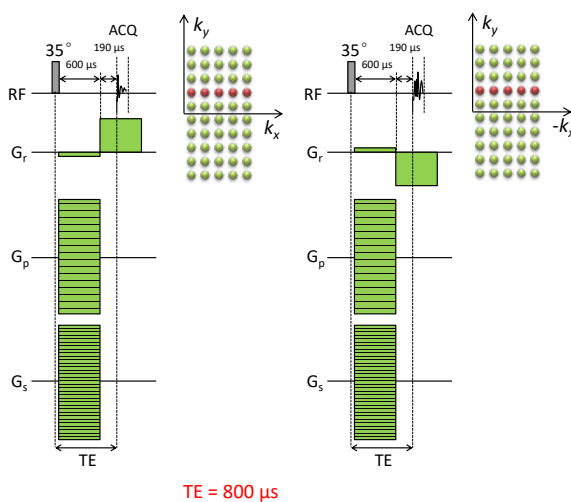
Signal pri MR slikanju kontaktnih leč

Material za leče je SilSoft (Bausch + Lomb) z NMR relaksacijskimi časi: $T_2 = 400 \pm 50 \mu s$
 $T_1 = 1050 \pm 40 ms$

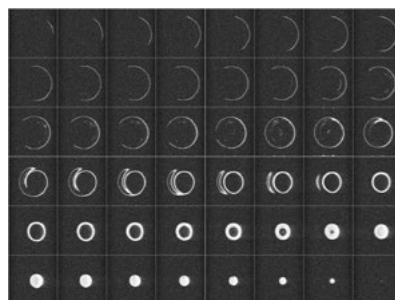
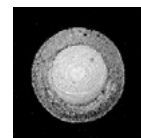


Logos of research institutions and funding sources.

Metoda 3D slikanja s kratkim časom do zajema signala

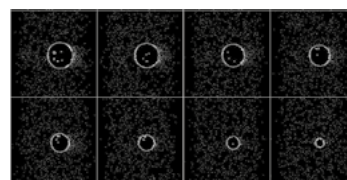
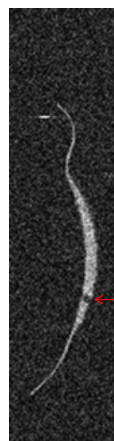


3D slika z izotropno ločljivostjo 62 μm
 Čas slikanja 15h



Logos of research institutions and funding sources.

Praske in defekti v lečah



Z uporabljeno metodo MR slikanja smo na lečah lahko zaznali površinske praske in defekte v materialu, ki so bili prisotni celo v novih lečah.

Logos of research institutions and funding sources.

Vlakna za podaljšano retencijo v ustni votlini in na drugih sluznicah



Anže Zidar

anze.zidar@ffa.uni-lj.si



Vlakna za podaljšano retencijo v ustni votlini in na drugih sluznicah

dr. Anže Zidar, mag. farm.



FFA

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za farmacijo



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Kdo smo?



VODJA
PROJEKTA

Asist. dr.
Anže Zidar
mag. farm.



TEHNOLOGIJA

Izr. prof. dr.
Špela Zupančič
mag. farm.



PODOBA
IZDELKA

Lenart Grkman

SVETOVALCI



Marta Kocjan Anžič
dr. med. spec. perio.
Klinična strokovnjakinja



Dr. Marjetka Kralj Kunič
mag. mikro.
Strokovnjakinja za regulativo

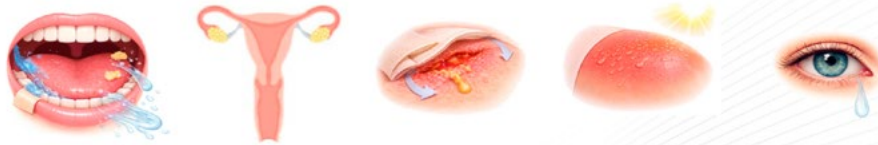


Peter Bratušek
mag. farm.
Poslovno svetovanje



Lokalna terapija in čas zadrževanja

Najpogostejša lokalna terapija



- Variabilno in pogosto nezadostna lokalna izpostavljenost

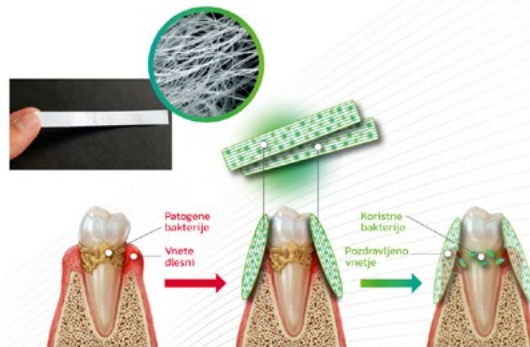


Platforma za podaljšano lokalno zadrževanje

Polimerna vlakna zasnovana za mehansko stabilnost v vlažnih in dinamičnih okoljih

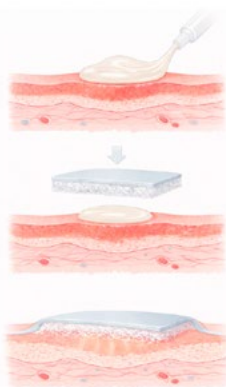


- Biokompatibilne sestavine
- Popolna odstranitev iz organizma
- Mukoadhezivna membrana
- Daljše zadrževanje

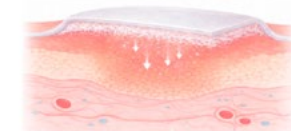


Prednosti?

Plug and play



- Podaljšano delovanje
- Večja učinkovitost
- Preventivna uporaba
- Izboljša učinek v zahtevnih okoljih
- Združljivo z različnimi terapevtskimi strategijami:
 - Geli, kreme, mazila, tekoče farmacevtske oblike
 - Antibiotično zdravljenje, protivnetno zdravljenje, protibolečinska terapija



Možno vgrajevanje učinkovin



Želimo sodelovati z vami, kliničnimi strokovnjaki

- Ali bi vam naš koncept prišel prav v klinični praksi?
- Vas zanima soustvarjanje novih medicinskih produktov?
- Vas bi zanimalo sodelovanje v klinični študiji?

Dogovorimo se za kratek nadaljni pogovor

- Danes ob zakuski
- Pišite nam na:
 - anze.zidar@ffa.uni-lj.si
 - LinkedIn: www.linkedin.com/in/anzezidar



GumGuardian
SMARTER CARE. STRONGER GUMS.



TwinCatcher

Visokozmogljivo odkrivanje interakcij med beljakovinami



Marko Novinec

marko.novinec@fkkt.uni-lj.si



TwinCatcher

Visokozmogljivo odkrivanje interakcij med beljakovinami

prof. dr. Marko Novinec

 **FKKT** | UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo

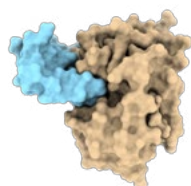


Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RSO1.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Interakcije med proteini

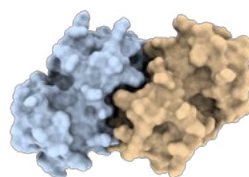
Dimer – interakcija med dvema molekulama proteina – najenostavnejši oligomer oz. kompleks. Analiza interakcij na nivoju izoliranih proteinov je zamudna in draga. Rešitev – testi v celicah.

heterodimeri



komercialni sistemi

homodimeri



TwinCatcher

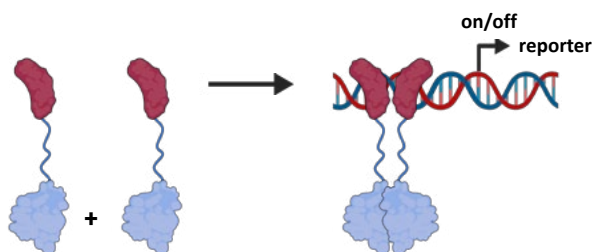


TwinCatcher

Detekcija interakcij v celicah *Escherichia coli*.

DNA-vezavna domena
(aktivna kot dimer)

preiskovani
protein



6 možnosti:

Preiskovani protein v:

- citoplazmi
- periplazmi

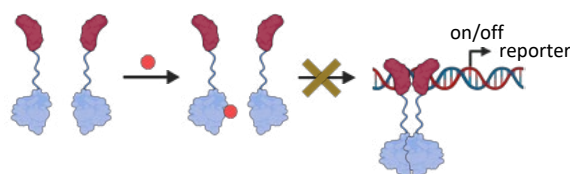
Reporter:

- zeleni fluorescenčni protein
- β -galaktozidaza (belo-modri test)
- odpornost proti kanamicinu

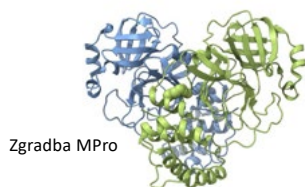


Modulacija interakcij protein-protein

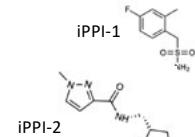
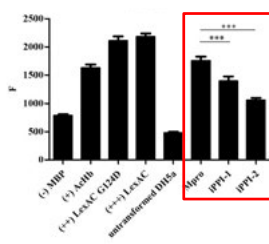
Visokozmogljivo iskanje
inhibitorjev interakcij
(male molekule/vezavni proteini)



Primer: SARS-CoV2 MPro proteaza – inhibicija z znanimi inhibitorji



Zgradba MPro

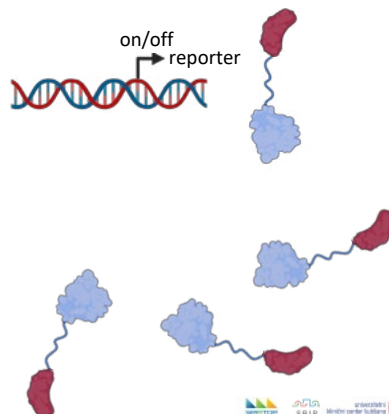
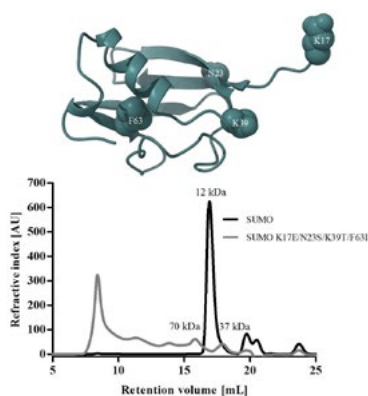


Alzayoud L in sod. *Drug Des Devel Ther.* 2022; 16:2463-2478.



Zaznavanje agregacije proteinov (nevrodegeneracija)

Primer: agregacija mutantov proteina SUMO



Laserski sistemi v medicini

Primer: pomen parametrov laserskih pulzov za varnost laserskih posegov v oftalmologiji



Rok Petkovšek / rok.petkovsek@fs.uni-lj.si



Laserski sistemi v medicini

Primer: pomen parametrov laserskih pulzov za varnost laserskih posegov v oftalmologiji

Rok Petkovšek

**FS** | UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za strojništvo



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Laserski posegi na očeh

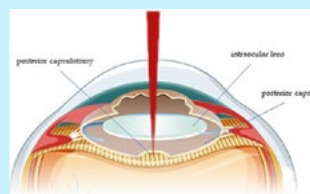
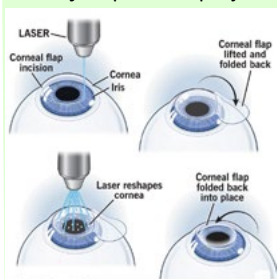
LASIK - preoblikovanje roženice

Kako: odgrne se tanko roženično loputo (flap)

→ laser preoblikuje tkivo

→ loputa se zapre nazaj

Zakaj: odprava dioptrije



Kapsulotomija

odprava zamotnitve po operaciji sive mrene

Kako: Laserski žarek izreže odprtino v zamotnjeni zadnji ovojnici umetne leče.

Zakaj: ponovno izboljša ostrino vida pri sekundarni katarakti

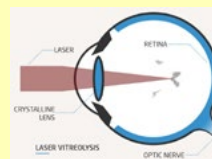
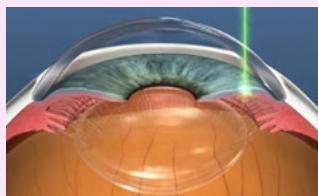


Iridotomija

ustvarjanje odprtine v šarenici

Kako: Z YAG laserjem se naredi drobna odprtina na robu šarenice, da se izboljša pretok očesne tekočine.

Zakaj: preprečevanje ali zdravljenje glavkoma (povišan očesni tlak zaradi zapore odtoka tekočine).



Vitreoliza

lasersko razbijanje motnjav (»floaters«)

Kako: laserski žarek cilja večje motnjave v steklovini in jih razprši.

Zakaj: odprava motnjav, če pomembno ovirajo vid.



Skupno vsem laserskim posegom:
laserski žarek deluje na tkivo preko fotodisrupcije

→ povzroči majhno eksplozijo

→ mehurček (kavitacija)

→ udarni in akustični valovi

Nekateri od teh učinkov so neželeni.

Refokusiranje valov v očesu

Zaradi geometrije očesa se udarni valovi odbijajo in refokusirajo: povečuje tveganje za poškodbe. Refokusiranje je praviloma drugje kot izvor valov!

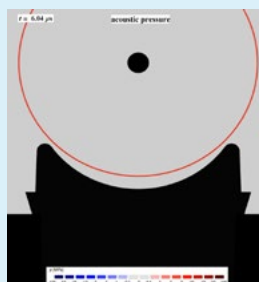
Tveganje mehanskih poškodb

Pri odboju valov iz zgoščin nastanejo razredčine. Negativni pritiski lahko povzročijo mikro prelome, raztrganine in kavitacijo.

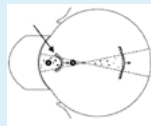
Potreba po zaščitni tehnologiji

Nenadzorovani akustični odziv presega varnostne meje, kar zahteva razvoj zaščitnih rešitev.

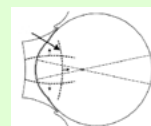
Lasersko povzročena kavitacija generira akustične valove:



odboj valov nazaj v oko, fokusiranje valov



možna zaščita z akustičnim diverterjem: manj odboja na meji, valovi divergirajo



Napredne 3D tehnologije za medicino: HP MJF in industrijski FDM sistemi



Andrej Suhadolc

andrej.suhadolc@cgs.si



Napredne 3D tehnologije za medicino: HP MJF in industrijski FDM sistemi

Andrej Suhadolc



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

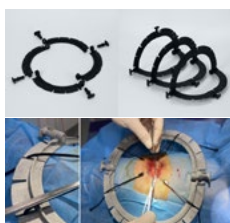
Aplikacije za medicino s HP MultiJet Fusion tehnologijo

Medicinska oprema



Data courtesy of Everex

Kirurški pripomočki



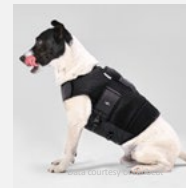
Data courtesy of Mighty Oak Medical



Data courtesy of CGX



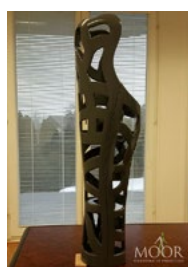
Data courtesy of Everex



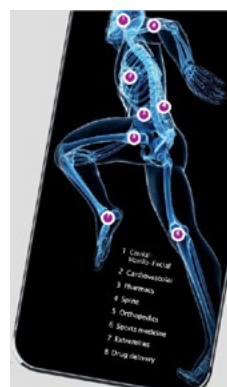
Tehnologija 3D tiskanja: HP Multi Jet Fusion za O&P



Tehnologija 3D tiskanja: HP Multi Jet Fusion za O&P



HP Industrial filament tiskalnik za Biokompatibilne materiale



3D tisk inženirske in biokeramike

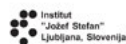


Andraž Kocjan
andraz.kocjan@ijs.si



3D tisk inženirske in biokeramike

Andraž Kocjan



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

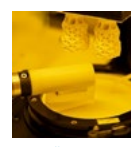
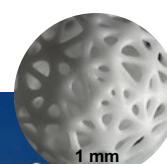
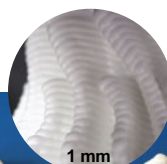
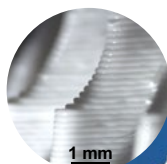
Aditivno Oblikovanje Keramike



Ekstruzija / Brizganje termoplastičnih surovin (paste, filament)



HAGE 3D-140L + VERMES microdispensing system



Keramične suspenzije

Fused Filament Fabrication (FFF/MEX)

Thermoplastic Material Jetting (TMJ)

Lithography-based Ceramic Manufacturing (LCM/VPP)

3D kompleksnost, resolucija, površinska kvaliteta



CeraFab S65, LITHOZ



Dentalna Keramika – ZrO₂

CAD/CAM – Odvzemalna tehnologija

- zrela - klinično sprejemljiva
- kvaliteta "ingotov", vnos mikrorazpok
- geometrijske omejitve
- **velika količina izmeta (do 90 %)**

Kuraray Noritake Dental Inc.



Lava 3M ESPE

Alternativa – Aditivno oblikovanje

- ni izmeta
- možnost priprave zapletenih oblik in tanjših restavracij
- multi-materiali



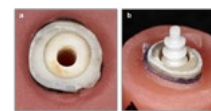
Li₂Si₂O₇, LITHOZ GmbH



Translacijske Raziskave Keramike ZrO₂

Translacijske raziskave

1. dentalna keramika ZrO₂ (Y₂O₃)
2. razvoj napredne keramike in procesov priprave/obdelave
3. *in-vitro* raziskave podprte z *in-vivo* kliničnimi študijami
4. neinvazivni postopki protetične oskrbe



Jovanovski et al. Adv Appl Ceram 118 2019

Zatiči



Nanoprevleka



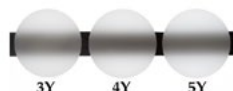
Malgaj et al. J Prosthet Dent, 139 2023

Malgaj et al. J Esthet Restor Dent 2026



Kocjan et al. Dent Mater, 37 2021

Cotić et al. Dent Mater, 37 2021



Translacijske Raziskave Keramike ZrO₂

Možnosti za 3D tiskanje dentalne keramike



*Z dovoljenjem prof. Petra Jevnikarja

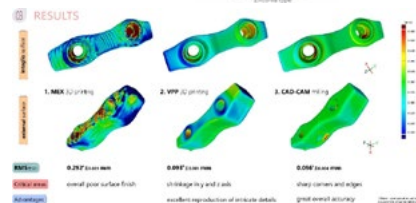


Vpliv tehnike 3D tiskanja na mehanske lastnosti in geometrijsko natančnost component ZrO₂



Mirt et al. Dent Mater, 40 2024

Mirt et al. J Eur Ceram Soc, 42 2022



Raziskave staranja cirkonijeve oksidne keramike v ustih



Peter Jevnikar

peter.jevnikar@mf.uni-lj.si



Raziskave staranja cirkonijeve oksidne keramike v ustih

Prof. dr. Peter Jevnikar, dr. dent. med.



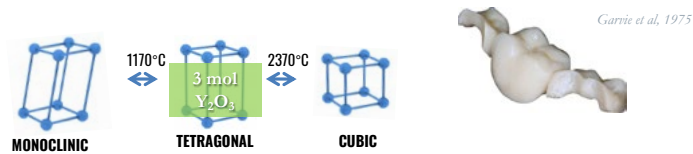
Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Center za stomatološko protetiko, Stomatološka klinika, UKC Ljubljana



3Y-TZP CIRKONIJEVA OKSIDNA KERAMIKA

- METASTABILNI BIOMATERIAL



TRANSFORMACIJA



Staranje - Low Temperature Degradation (LTD)

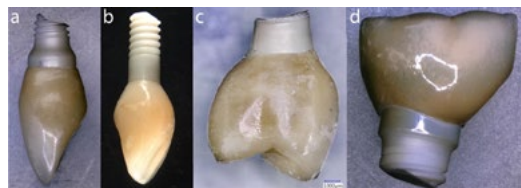
Spontana *t-m* transformacija v vlažnem okolju je poznana kot **staranje**.

Prelomi kolčnih protez



Masonis et al. *J. Arthroplasty* 19 2004

Prelomi keramičnih zobnih vsadkov

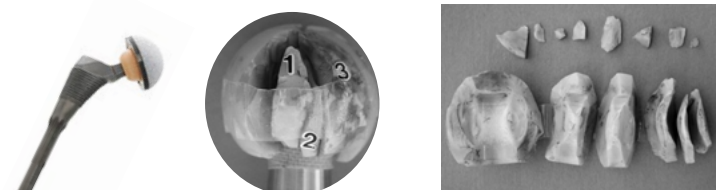
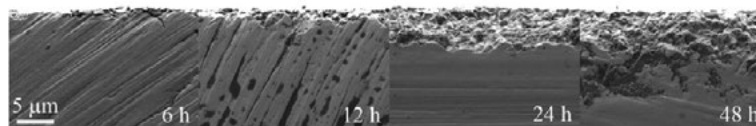


Scherer et al. *Dent Mater.* 35, 2019

Cirkonijeva oksidna keramika POPUSTI

Klinične posledice straranja cirkonijeve oksidne keramike

Kozmač and Kojan, 2012

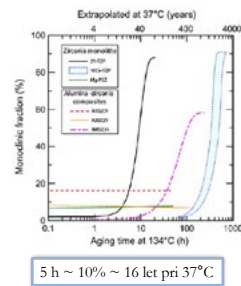


LTD kinetika

ISO13356: Implants for surgery — Ceramic materials based on yttria-stabilized tetragonal zirconia (Y-TZP)

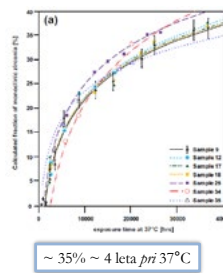
- 5 h of autoclaving at 134°C should not exceed 25 % of m-ZrO₂

Ekstrapolacija na 37 °C



Chevalier and Gremillard, *J Eur Ceram Soc* 29 2009

4-letni in vitro poskus pri 37°C



Keuper et al., *Acta Biomater* 10 2014

Kaj je klinično relevantno?

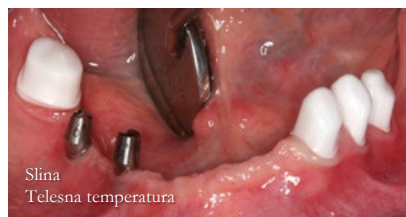


Ali se 3Y-TZP keramika stara v agresivnem okolju ustne votline?

Pospešeno staranje v avtoklavu



Staranje v ustni votlini



Keuper et al., 2014
Cattani-Lorente et al., 2016

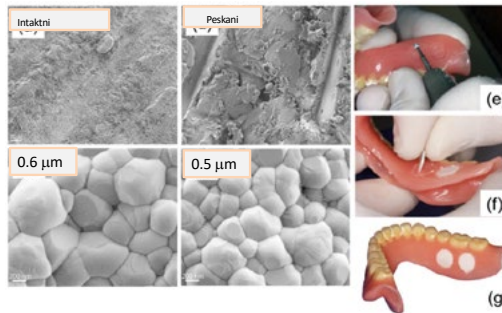
Kosmač et al., 2011
Swain, 2015



Klinična študija staranja 3Y-TZP keramike v ustnem okolju

Protokol *in vivo* študije:

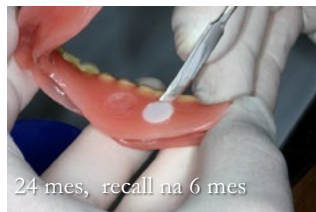
- Prostovoljci s totalnimi protezami
- Čas spremljanja 24 mesecev
- 2 velikosti zrn
- Intaktni in peskani vzorci
- XRD
- SEM
- FIB-SEM



Part I: Kocjan et al. *Dent Mater*, 37 2021 Part II: Cotić et al. *Dent Mater*, 37 2021



Klinična študija staranja 3Y-TZP keramike v ustnem okolju



TZ-PX-242A, Tosoh, Japan
High-translucency (0.05% of Al_2O_3)
1450°C 2h

Površinska obdelava

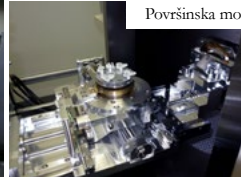
Peskanje
Intaktni



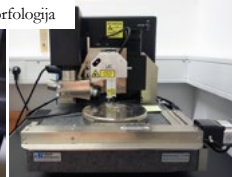
Analiza



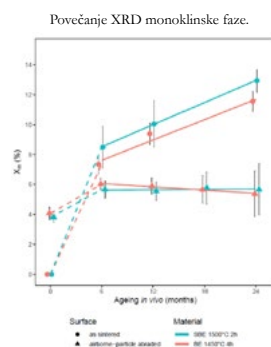
X-ray
difraktometrija



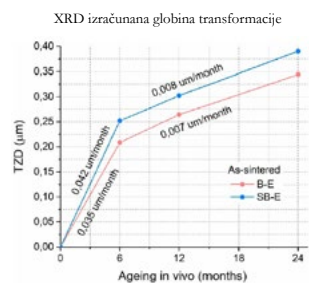
Vrščina elektronska
mikroskopija



Rezultati *In Vivo* staranja



Part I: Kocjan et al. *Dent Mater*, 37 2021

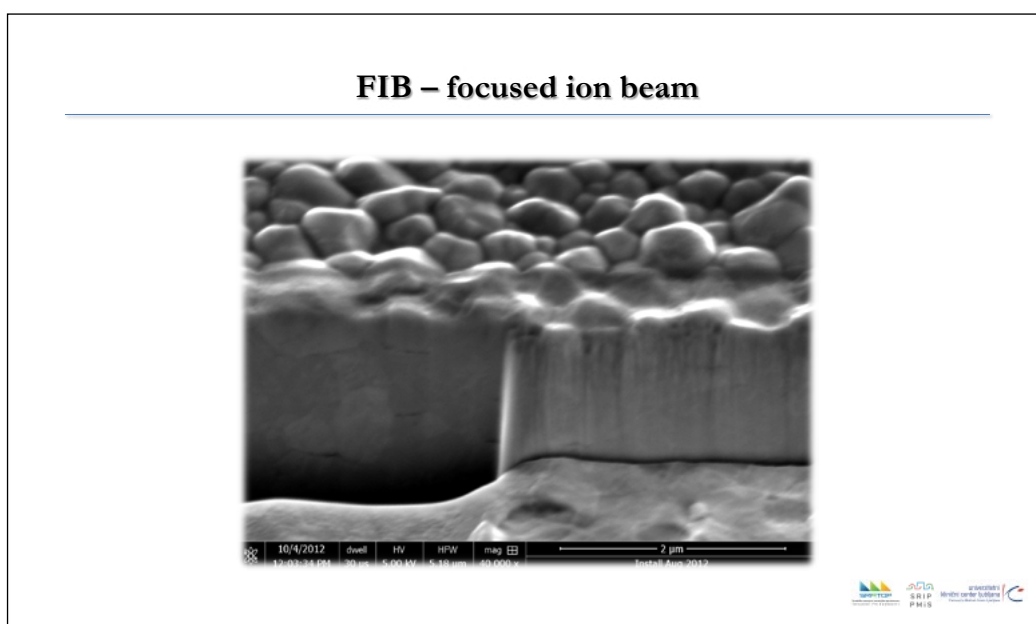
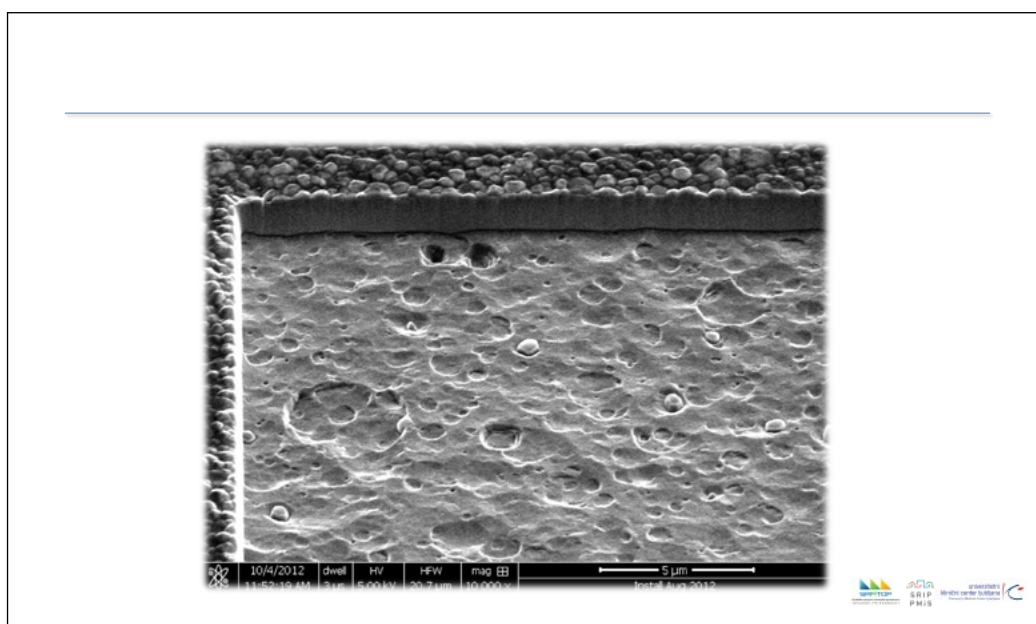
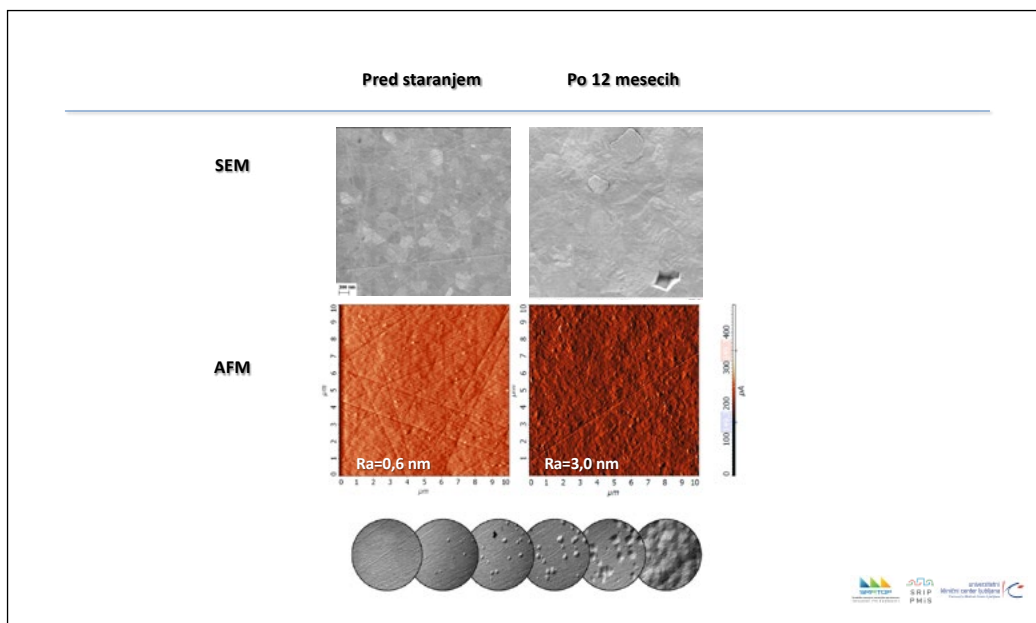


3x hitrejšje kot
pri *in vitro*
ekstrapolacijah

Linearno napredovanje staranja. Peskanje ga zavira

Part II: Cotić et al. *Dent Mater*, 37 2021





Klinična študija staranja 3Y-TZP keramike v ustnem okolju, ki je rezultat interdisciplinarnega sodelovanja med Centrom za stomatološko protetiko Stomatološke klinike UKC Ljubljana ter Institutom Jožef Stefan.



Robotika iz Kočevja v realnosti sveta medicine



Hubert Kosler

hubert.kosler@yaskawa.eu



Dominik Jezeršek

dominik.jezersek@yaskawa.eu



Robotika iz Kočevja v realnosti sveta medicine

Dr. Hubert Kosler in Dominik Jezeršek

YASKAWA

Kočevje, Slovenia



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Doprinos robotike v pametnih klinikah

Največji potencial: razbremenitev kadra in standardizacija procesov

1 Nega & oskrba pacientov

- Razbremenitev kadra pri težkih opravilih
- Dvigovanje, obračanje, premiki pacientov
- Podpora pri osnovni in intimni negi
- Transport pacientov znotraj oddelka



2 Laboratorij & farmacija

- Pre-/post-analitika: vzorci, sortiranje, sledljivost
- Pipetiranje/doziranje – stabilna kakovost 24/7
- Priprava zdravil in terapij, manj napak
- Integracija z IT (LIS/HIS), "traceability"



3 Kirurgija & diagnostika

- Asistenca, stabilno pozicioniranje, natančnost
- Navigacija/slikanje za vodenje posegov
- Minimalno invazivni posegi
- Standardizacija postopkov, ponovljivost



4 Bolnišnična logistika

- Transport zdravil, materiala, vzorcev, zalog
- Dostava obrokov/perila, odvoz odpadkov
- Manj "ne-kliničnega" dela in prekinitev
- Višja učinkovitost in sledljivost procesov



Glavni izzivi pri vpeljavi robotike v medicino

- 1 Regulative & kakovost**
MDR/FDA, ISO 13485 - varnost & skladnost - validacija
- 2 Higiena & sterilizacija**
materiali - IP zaščita - protokoli čiščenja - varnost pacientov
- 3 Integracija v proces**
HIS/LIS - sledljivost - kibernetska varnost
- 4 Človeški faktor**
sprejetje - usposabljanje - odgovornosti
- 5 Učinkovitost**
piloti - klinični KPI - upravičenost (ROI / HTA)

Ključ do uspeha: partnerstvo + postopno uvajanje + merljivi KPI



Yaskawa Kočevje: od industrijske zrelosti do medicinske vrednosti

Evolucija zahtev: robustnost → sterilnost → adaptivnost → klinična integracija

Industrijski roboti



Splošna raba

- Zanesljivost
- Varnost
- Natančnost

Razvoj + proizvodnja v Sloveniji

Higiensko zasnovani



Čisti/sterilni prostori

- GMP class A
- "Wash-down"/IP zaščita
- Robotizacija lab in pharma procesov

Razvoj + proizvodnja v Sloveniji

NEXT generacija



Adaptivnost

- Vgrajena senzorika
- Adaptivno gibanje
- "Digital twin", AI, ROS podpora

NEXT serija

Humanoid TOROBO



Humanoidna platforma

- Natančen & senzibilen
- Modularen & razširljiv
- Mobilien & ROS-native

Tokyo Robotics

Kočevje: razvoj in proizvodnja robotov + načrtovanje sistemov + implementacija (celovite robotske rešitve) · Yaskawa Campus

Avtomatizacija danes, partnerski razvoj za prihodnost – skupna vizija

Industrija + klinika + raziskave = hitrejša pot do varnih rešitev

1 Sodelovanje v medicini

Uspeh robotike v medicini izhaja iz tesnega sodelovanja industrije, zdravnikov in raziskovalcev za inovativne rešitve.

2 Partnerski razvoj

Partnerski razvoj temelji na skupnih prizadevanjih za uporabo sodobnih tehnologij in izboljšanje zdravstvene oskrbe.

3 Vizija prihodnosti

S skupnimi prizadevanji ustvarjamo boljše rešitve, ki bodo oblikovale prihodnost medicinske avtomatizacije.

Primer dobre prakse: IHI SEISMIC

- 5-letni program (2026–2030) za minimalno invazivne nevrokirurške posege
- 23,5 M€ javnega financiranja + 14,9 M€ in-kind prispevkov
- Yaskawa: varni robotski manipulatorji za intraoperativno slikanje
- 8 kliničnih študij za validacijo rešitev



Hvala!

Inovacije v medicinski robotiki

Robotikauvaja napredne rešitve za zanesljivejšo medicinsko prakso in oskrbo ter zdravljenje pacientov.

Avtomatizacija zdravstvenih procesov

Avtomatizacija povečuje učinkovitost in zmanjšuje napake v zdravstvenih postopkih ter izboljšuje oskrbo pacientov.

Sodelovanje za prihodnost

S skupnimi prizadevanji strokovnjakov razvijamo tehnologije, ki bodo oblikovale prihodnost medicine.

YASKAWA



Robotika v pametnih klinikah



Marko Munih

marko.munih@fe.uni-lj.si



Robotika v pametnih klinikah

Marko Munih



UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za elektrotehniko



COLLABORATIVE
ROBOTICS CENTRE



robofab



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.



Motivating arm rehabilitation with Bimeo PRO



UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za elektrotehniko



Ortopedija, protetika - Robotska virtualna omejitve



Logistika, transport zdravil in materiala



Telelift



Swisslog



DS Automation



Aethon TUG



MIR 100



DS Automation

Certificirane aplikacije



APOTECACHemo



Aletta - Vitestro



UVD – Blue Ocean Robotics



SuiteX - Ottobock

Hvala za vašo pozornost!

Marko Munih
marko.munih@fe.uni-lj.si

Humanoidni roboti so tu – možnosti uporabe v pametnih klinikah



Bojan Goluh

bojan.goluh@hiproject.si



Humanoidni roboti so tu - možnosti uporabe v pametnih klinikah

Bojan Goluh



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RSO1.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

HUMANOIDNI ROBOTI SO TU

- Razvoj aplikacij za humanoidne robote v industriji in storitvah
- Partnerstva z vodilnimi proizvajalci robotov
- Fokus: **realne aplikacije v evropskem prostoru**
- Humanoidni roboti niso več laboratorijski prototipi – postajajo **praktično orodje za zdravstvene ustanove**.



ZAKAJ HUMANOIDNI ROBOTI V KLINIKAH?

Zdravstveni sistemi se soočajo z:

- pomanjkanjem zdravstvenega osebja
- staranjem prebivalstva
- administrativnimi obremenitvami
- potrebo po boljši logistiki v bolnišnicah

Humanoidni roboti omogočajo:

- avtomatizacijo ponavljajočih nalog
- pomoč zdravstvenemu osebju
- izboljšano komunikacijo s pacienti
- 24/7 podpora brez utrujenosti



PRIMERI UPORABE V PAMETNIH KLINIKAH

1. Sprejem pacientov

- registracija
- usmerjanje pacientov

2. Podpora medicinskemu osebju

- transport materiala
- logistika zdravil

3. Komunikacija s pacienti

- večjezična pomoč
- osnovne informacije

4. Podpora rehabilitaciji

- spremljanje vaj
- motivacija pacientov

5. Nočni asistenti

- patroljiranje oddelkov
- osnovno spremljanje stanja



KAJ SLEDI?

Humanoidni roboti bodo v naslednjih letih postali:

- **standardna infrastruktura pametnih klinik**
- **del digitalnega ekosistema bolnišnic povezani z:**
 - AI sistemi
 - digitalnimi dvojčki bolnišnic
 - medicinskimi podatki

Naslednji korak:

pilotni projekti humanoidnih robotov v evropskih zdravstvenih ustanovah.



Roboti ne nadomeščajo zdravstvenega osebja – vračajo jim čas za paciente.





Energijsko učinkoviti aktuatorji za nosljivo robotsko pomoč pri gibanju



Tadej Petrič
tadej.petric@ijs.si



Energijsko učinkoviti aktuatorji za nosljivo robotsko pomoč pri gibanju

Tadej Petrič



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Zakaj eksoskeleti?

- Izguba mobilnosti je pogosta posledica poškodb ali bolezni
- Eksoskeleti omogočajo **rehabilitacijo in pomoč pri hoji**
- Obstoječi eksoskeleti so pogosto **pretežki, predragi in preveč kompleksni** za široko klinično uporabo



Lifeward



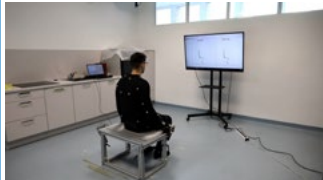
Able



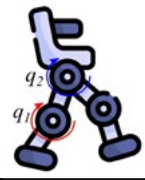
EksoBionics



Tipi aktuacije v eksoskeletih

Aktivni	Pasivni	Kvazipasivni
- kompleksni aktuacijski sistemi - elektronsko krmiljenje - stalna potreba po energijskem viru (baterije) → večja masa in kompleksnost	- brez zunanega napajanja - prosta mehanska zasnova - vzmeti in elastični elementi za podporo gibanju → lahki in energijsko učinkoviti	- pasivni mehanski elementi za generiranje sile - malna poraba energije - energija le za senzorje, sklopke ali zavore → kompromis med učinkovitostjo in prilagodljivostjo
 Petrič, T., Peternel, L., Morimoto, J. and Babič, J., 2019. Assistive arm-exoskeleton control based on human muscular manipulability. Frontiers in neurorobotics	 Babič, J., Petrič, T., Mombaur, K., Kingma, I., Bornmann, J., González-Vargas, J., Baltusch, S., Šarabon, N. and Houdijk, H., 2019. SPEXOR: Design and development of passive spinal exoskeletal robot for low back pain prevention and vocational reintegration. Applied Sciences	 Mišković, L., Dežman, M. and Petrič, T., 2024. Pneumatic exoskeleton joint with a self-supporting air tank and stiffness modulation: Design, modeling, and experimental evaluation. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics

Ključni raziskovalni izzivi

Aktuacija	Mehanska zasnova in ergonomija	Vodenje
 - navdih iz mišično-skeletnega sistema - aktuatorji morajo biti lahki, učinkoviti in prilagodljivi - dobro razmerje moč-masa	 - lahke in kompaktne naprave - učinkovita povezava človek-eksoskelet - prilagoditev biomehaniki človeka	 - hierarhična struktura vodenja (visok, srednji in nizki nivo) - strojno učenje za izboljšano vodenje na višjem nivoju - človek v zanki za sprotno optimizacijo

Hibridni eksoskelet: moč togih in udobje mehkih sistemov

Togi eksoskeleti - Velika moč, podpora telesni teži - Mehansko kompleksni, možna neujemanja sklepov (misalignment) Toga nosilna struktura Aktuatorji poravnani s človeškimi sklepi	Mehki eksosuiti - Lažji in bolj udobni, brez težav z neujemanjem sklepov, - Manjša moč Aktuatorji okoli pasu Mehka tekstilna struktura, prenos sile preko tetiv / kablov	Združuje: - moč in podporo togih eksoskeletov - udobje in prilagodljivost mehkih eksosuitov  Mišković, L., Tricomi, E., Zhang, X., Missiroli, F., Krstanović, K., Petrič, T. and Masia, L., 2024. Hybrid rigid-soft and pneumatic-electromechanical exoskeleton for multi-joint lower limb assistance. IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics
---	---	--

Uporaba plazemskih tehnologij v dentalni medicini



Luka Birk

luka.birk@gmail.com



Uporaba plazemskih tehnologij v dentalni medicini

asist. Luka Birk, dr. dent. med.

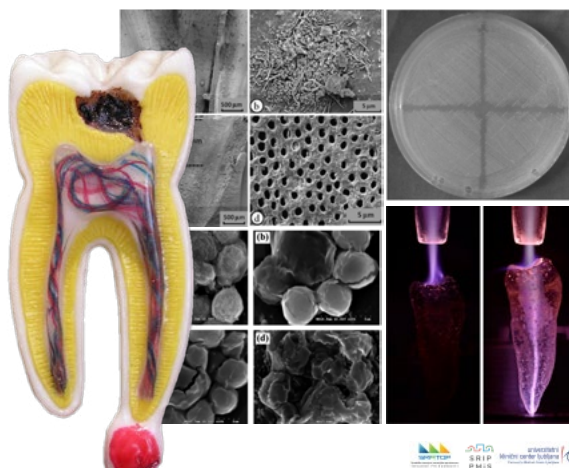


Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Zobne bolezni in endodontija

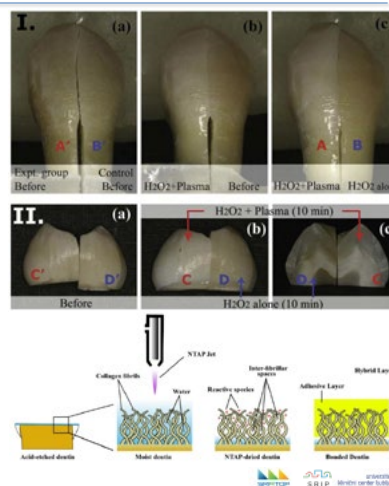
- baktericidni učinek na bakterije v planktonski obliki in biofilmu (2 % CHX)
- *E. faecalis*
- *C. albicans* (8 min He/O₂ plazma)
- *S. mutans* (30 s)
- dekontaminacija karioznih kavitet
- endodontsko zdravljenje – 15 µm (manj učinkovita kot NaOCl)

Singh in sod., 2014



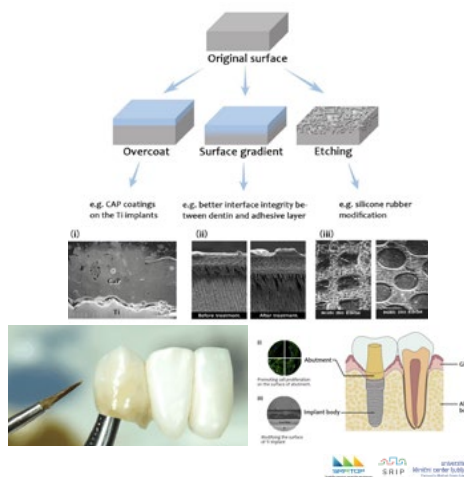
Estetsko in konzervativno zobozdravstvo

- beljenje zob
- učinkovita pri notranjem in zunanjem zabarvanju
- uporaba brez H_2O_2
- izboljšanje učinek 35 % H_2O_2
- adhezija dentalnih kompozitov
- 64 % ↑ TBS (30 s Ar) *Ritts in sod., 2010*
- ↑ prodiranje HEMA v demineraliziran dentin
- alternativna metoda polimerizacije



Stomatološka protetika

- površinska obdelava kovin, polimerov, voskov, keramik
- aktivacija, funkcionalizacija
- ↑ biokompatibilnost, omočljivost
- **implantologija – osteointegracija**
(plasma etching/ion sputtering, plasma spraying)
- **cirkonijeva oksidna keramika** – ↑ adhezija kompozitnega cementa in fasetirnega porcelana
- **steklokeramike** – nadomestitev tehnično zahtevnega in nevarnega postopka jedkanja s HF



Parodontologija, ustne bolezni in oralna kirurgija

- ugoden vpliv na **mezenhimske matične celice** človeške **pozobnice**
- vloga v regeneraciji vezivnega pripoja dlesni?
- **zdravljenje bolezni ustne sluznice**
(angulatni heilitis, protetični stomatitis, linearni gingivalni eritem)
- **ugoden vpliv na celjenje kirurške rane**
(stimulacija proliferacije fibroblastov, tvorbe molekul ECM, angiogeneze)



Novi materiali za klinično in medicinsko področje



Marija Vukomanović
marija.vukomanovic@ijs.si



Novi materiali za klinično in medicinsko področje

Marija Vukomanovic

Odsek za raziskave
sodobnih materialov



Institut Jozef Stefan
Ljubljana, Slovenija



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijsko družbo znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Novi materiali za klinično in medicinsko področje

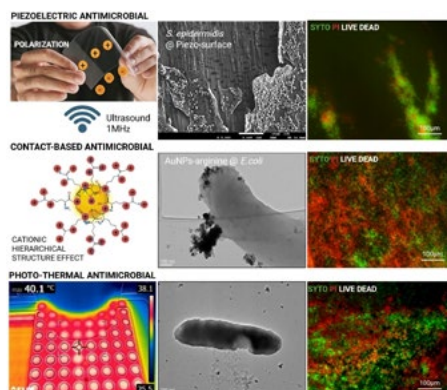
- Novi protimikrobni biomateriali
- Novi bioaktivni biomateriali
- Novi elektroaktivni biomateriali



Novi protimikrobni biomateriali

KONTAKTNI PROTIMIKROBNI MATERIALI

- Delovanje na kontaktu, brez sproščanja aktivnih učinkovin
- Protibakterijsko delovanje: gram + gram- bakterije, klinično izolirani sevi, na antibiotike odporni sevi,
- Protivirusno delovanje: inaktivacija virusov s in brez ovojnice
- Protiglivično delovanje: *Candida albicans*



Novi bioaktivni materiali

BIOAKTIVNI HIDROKSIAPATIT

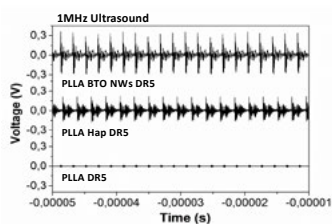
- Kemija podobna mineralnem delu kostnega tkiva
- Sproščanje bioaktivnih ionov, ki spodbujajo osteogenezo in angiogenezo.
- Mehanska podpora regeneraciji tkiv



Novi elektroaktivni biomateriali

ORGANSKI PIEZOELEKTRIKI

- Detekcija gibanja / stimulacija tkiv
- Biorazgradljivost
- Biokompatibilnost







STORITVE ZA PAMETNE KLINIKE

Klinične storitve, digitalna medicina,
rehabilitacija in raziskovalna podpora

Telemedicina in podpora odločanju za zdravstveno osebje



Mitja Luštrek
mitja.lustrek@ijs.si



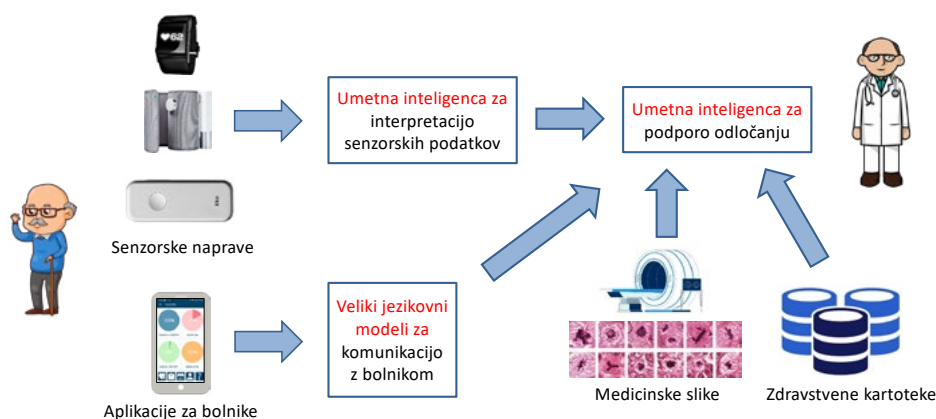
Telemedicina in podpora odločanju za zdravstveno osebje

Mitja Luštrek



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Umetna inteligenca za zdravstvo

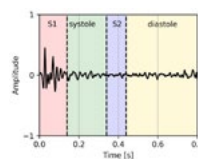


Telemedicina



- Stalno ocenjevanje krvnega tlaka
- Spremljanje telesne aktivnosti
- Interpretacija psihološkega stanja
- Obvladovanje srčnega popuščanja:
 - Zdravila
 - Meritve
 - Telovadba
 - Prehrana
 - Psihološka podpora

Zgodnje zaznavanje dekompenzacije



- Digitalni stetoskop za domačo uporabo
- Analiza zvoka srca s strojnimi učenjem
- Zaznavanje in preprečevanje dekompenzacije pri srčnem popuščanju

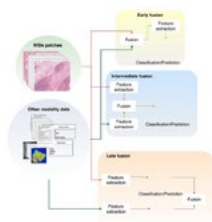


Podpora odločanju

Napovedovanje tveganja

- Dolgoročni zdravstveni izidi otrok in mladine
- Izidi bolnikov s COVID-19
- Odpoved ledvic
- Preživetje bolnikov z rakom
- ...

Zaupanja vredna umetna inteligenca (razločljivost modelov, zaupanje v napovedi ...)



Diagnostika idr.

- Interpretacija mamogramov
- Večmodalna analiza histoloških slik raka na črevesu in kliničnih podatkov
- ...
- Strojno učenje
- Ekspertni sistemi



Pametne naprave in produkti v telemedicini



Bojan Jurca
bojan.jurca@telekom.si

**SRIP
PMIS**

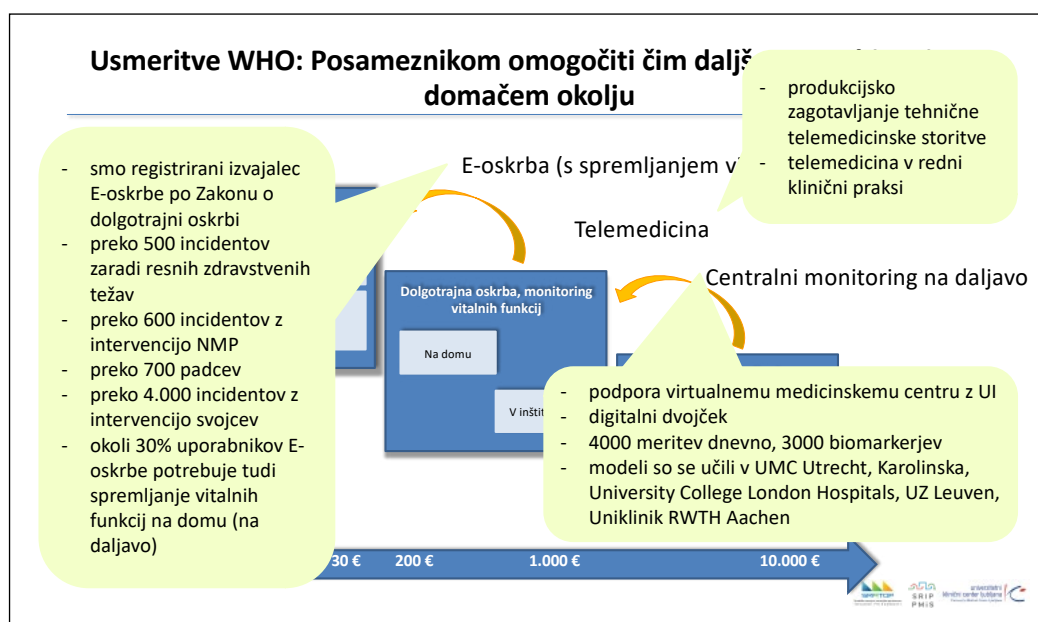
SRI4TOP
Strateško razpisno inovacijsko partnerstvo
TOVARNÉ PRIHODNOSTI

**univerzitetni
klinični center ljubljana**
University Medical Centre Ljubljana

Pametne naprave in produkti v telemedicini

Bojan Jurca, Telekom Slovenije

Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.



Sodelovanje Telekoma Slovenije z UKC Ljubljana

Klinična študija, projekt

- Z UKC Ljubljana sodelujemo do 2016 (projekt EkoSmart, RRP5, telemedicinska obravnava kroničnih bolezni), klinična študija (kronično srčno popuščanje, KOPB in astma, diabetes tipa 2, arterijska hipertenzija)

Redna klinična praksa, produkcija

- Covid 19: skupaj z UKC Ljubljana smo v tednu dni vzpostavili telemedicinsko obravnavo. To je prvi primer nacionalno uvedene telemedicine za 1.500 bolnikov. V zdravstveni mreži je sodelovalo 7 bolnišnic in 3 zdravstveni domovi. Poleg zdravstvenih učinkov in razbremenitve zdravstvenega sistema tudi finančni prihranki.
- Enostavno poslovno sodelovanje (v okviru obstoječe pogodbe z UKC Ljubljana), hitra uvedba celovitih, regulatorno skladnih, v klinični praksi delujočih rešitev. Tehnologija (merilniki, aplikacija, platforma, ...), logistika, informatizacija kliničnih poti, ...
- Poleg z UKC Ljubljana sodelujemo še z ZD Ljubljana, ZD Maribor, ZD Slovenj Gradec in ZD Trebnje.



E-oskrba, Telemedicina in Spremljanje vitalnih funkcij



Vitalne funkcije

Spremljanje vitalnih funkcij brez dodatnega uporabniškega vmesnika za starejše in kronične bolnike.

Možnosti povezovanja

- Zanimajo nas razvojna partnerstva s ciljem oblikovanja telemedicinskih produktov, z možnostjo uvedbe v redno klinično prakso.
- V okviru sodelovanja z UKC Ljubljana lahko hitro, enostavno in regulatorno skladno ponudimo podporo telemedicinskim študijam in projektom ter učinkovitejše spremljanju različnih kroničnih bolezni s pravočasnimi prilagoditvami terapije, za večjo adherenco bolnikov, manj obiskov, manj hospitalizacij, zgodnejše odpuščanje, ...
- V okviru sodelovanja v SRIP nas zanimajo partnerstva v okviru te razvojne vizije.

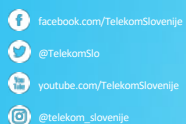


HVALA.

bojan.jurca@telekom.si

Telekom Slovenije, d.d.
Cigaletova 15
1000 Ljubljana

www.telekom.si
E: info@telekom.si



Uporaba električne impedančne tomografije v respiratorni medicini



Marko Žličar
marko.zlicar@kclj.si



Luka Mužina
luka.muzina@kclj.si



Uporaba električne impedančne tomografije v respiratorni medicini

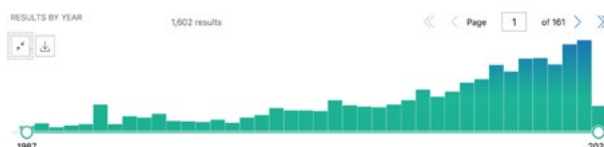
asist. dr. Marko Žličar, dr. med.
asist. Luka Mužina, mag. fiziot.

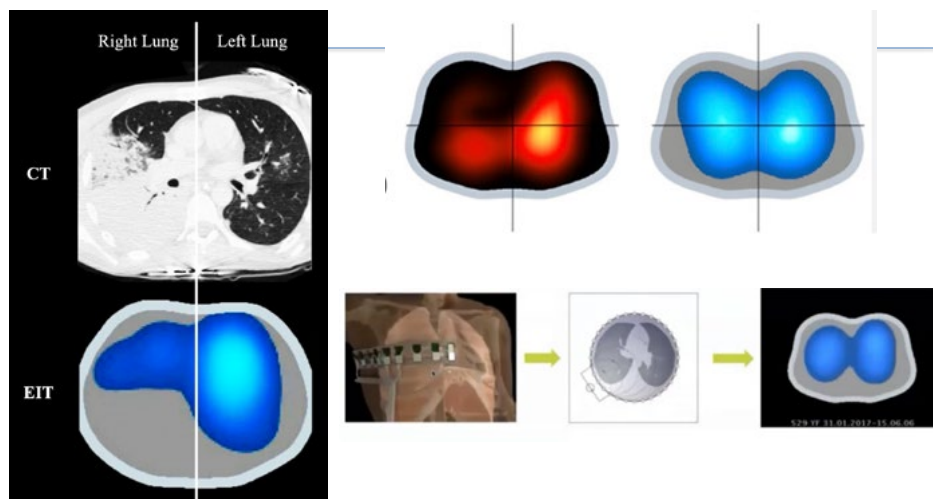


Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RSO1.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Električna impedančna tomografija (EIT)

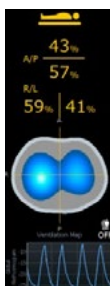
- Neinvazivna slikovna metoda,
- kontinuirano spremljanje ventilacije in perfuzije v realnem času,
- temelji na merjenju sprememb električne impedance tkiv – električni tok nizke intenzivnosti,
- namestitev: pas okrog prsnega koša na nivoju 5. medrebernega prostora,
- prednosti: obposteljna metoda, omogoča dinamično spremljanje, brez sevanja,
- slabosti: nizka prostorska ločljivost, slika v prerezu, slabo razlikuje med različnimi vrstami tkiv,
- namen uporabe: optimizacija nastavitev MV, ocena rekrutacije pljuč, zgodnja ocena regionalne hipoventilacije, spremljanje učinkov terapevtskih postopkov.





Uporaba EIT v prehabilitaciji (raziskava)

- Sprememba v predihanosti pljuč zaradi operacije (večji urološki posegi),
- Vpliv prehabilitacije na upad predihanosti pljuč,
- Napovedna moč upada predihanosti pljuč za pojav PPZ.

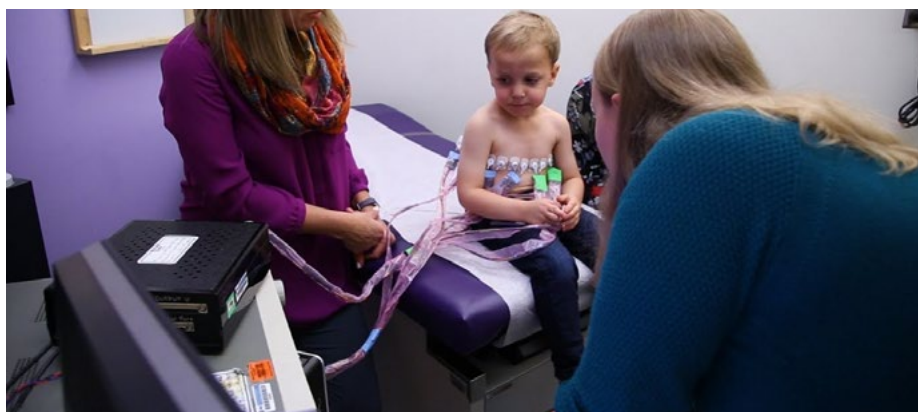


Možnost sodelovanja z IJS

- Razvoj naprednih algoritmov merjenja,
- optimizacija merilnih sistemov,
- napredna obdelava podatkov,
- sodelovanje pri raziskavah in (EU) projektih,
- skupne publikacije.



Hvala za pozornost!



Funkcijsko mreženje v možganih



Maja Trošt
maja.trost@kclj.si

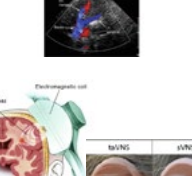
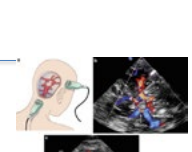
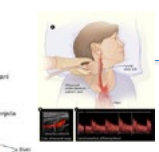
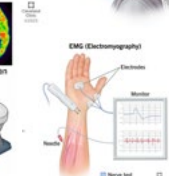
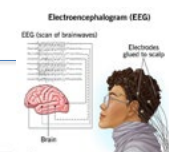


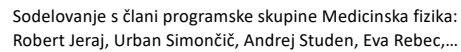
FUNKCIJSKO MREŽENJE V MOŽGANIH

MAJA TROŠT
NEVROLOŠKA KLINIKA
UKC LJUBLJANA

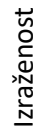


Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.





Design: Kurnek Lucija, images: Freepik.com



Design: KumeK Lucija, images: Freepik.com

Resolution of identification images: 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 15 mm, 20 mm

ARIS projekti:

- Presnovne možganske spremembe nevrodegenerativnih demenc in njihove korelacije s histopatološkimi spremembami v možganih (2020-2023, Maja Trošt)
- Računalniško-podprta diferencialna diagnoza parkinsonizmov na osnovi FDG-PET slikanja (2021-2024, Urban Simončič)
- Diagnostična in prognostična vrednost značilnih presnovnih možganskih omrežji pri obravnavi bolnikov z nevrodegenerativnimi boleznimi (2025-2027, Matej Perovnik)
- Izboljšanje diagnoze Parkinsonove bolezni z uporabo volatiloma sebuma kot neinvazivni biomarkerjev (2026-2029, Maja Kojović v sodelovanju z Nives Ogrinc)

Druga sodelovanja:

Proučevanje genetski dejavniki bolezni motoričnega nevrona (Boris Rogelj)

Prijava na trenutni evropski razpis BrainHealth - Neurodegeneration (Milena Horvat)



Genomi in velepodatki: Pot do medicine prihodnosti



Borut Peterlin
borut.peterlin@guest.arnes.si



Aleš Maver
ales.maver@kclj.si



Genomi in velepodatki: Pot do medicine prihodnosti

Borut Peterlin in Aleš Maver
Klinični inštitut za genomsko medicine (KIGM)



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

From rare diseases to personalized medicine

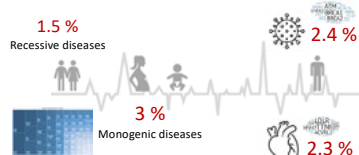
Mechanisms & Diagnosis of Rare and Complex diseases



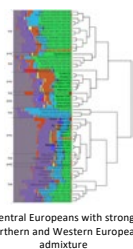
Slovenian Genome Database & Browser



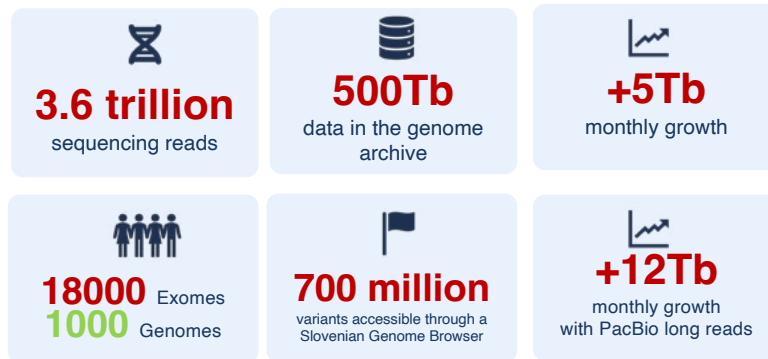
Public Health Genomics enables Personalized medicine



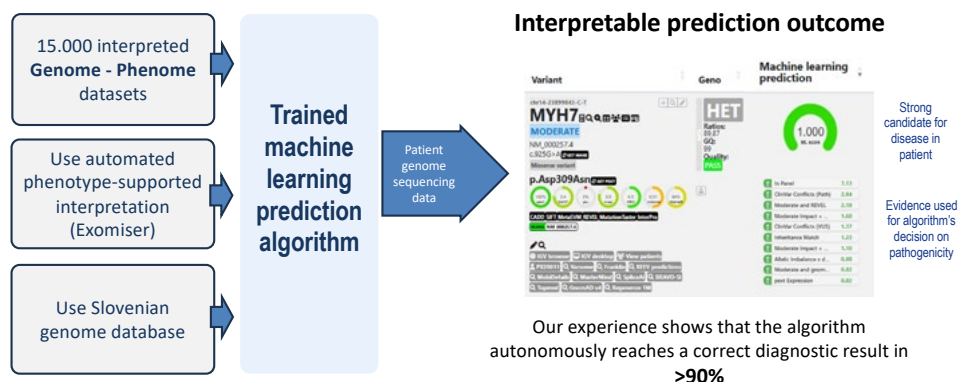
Slovene Genome History



KIGM genome data in numbers



Artificial intelligence supported interpretation



KIGM activities and vision

- Mechanisms of rare & complex diseases
- Multi-omic integration (Genome, Phenome, Exposome)
- Transfer of genome science into the Health system



Spremljanje indeksov med sinhronizirano kardiorespiratorno rehabilitacijo



Zlatko Fras
zlatko.fras@kclj.si



Pavle Boškoski
pavle.boskoski@ijs.si



Martin Brešar
martin.bresar@ijs.si



Spremljanje indeksov med sinhronizirano kardiorespiratorno rehabilitacijo

Zlatko Fras, Pavle Boškoski, Martin Brešar

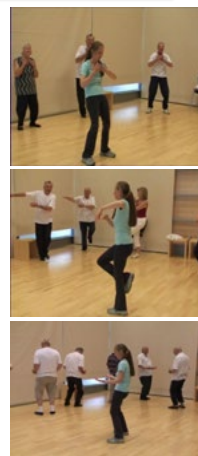


Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Kardiorespiratorna rehabilitacija – konvencionalna vs sinhronizirana...

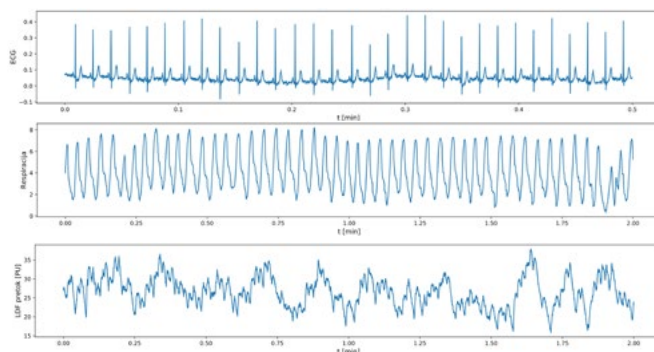


- **konvencionalna rehabilitacija (KR)** = naporni aerobni in intervalni treningi, ki niso primerni za vse bolnike, zlasti zaradi (a) majhne telesne zmogljivosti, (b) težav s sklepi, (c) aritmij, in/ali (d) subjektivne preobremenjenosti pri napornih treningih...
- **sinhronizirana kardiorespiratorna rehabilitacija (SKR)** = uporaba izvirnega, integriranega, "mind-body" programa vadbe (GIO®), ki temelji predvsem na koordinaciji gibanja / vadbe z dihanjem
- pri bolnikih, ki so uporabljali GIO® smo predhodno že dokazali večjo variabilnost srčne frekvence in T-vala
- **sta metodi rehabilitacije med seboj primerljivi, zakaj in kako ?**



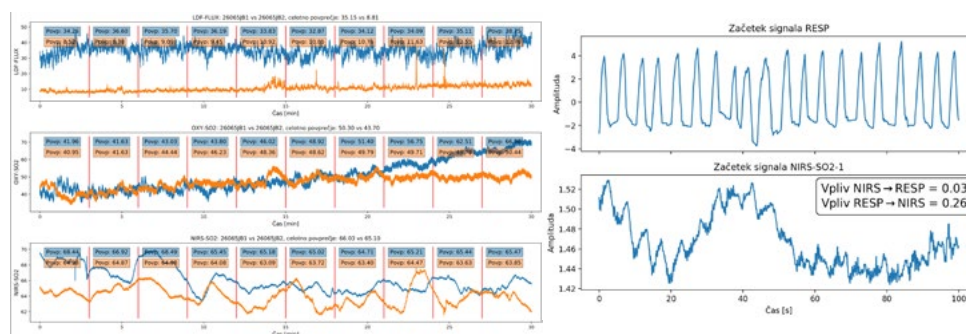
Zajem fizioloških signalov

- poleg standardnih indikatorjev spremljamo nove fiziološke indekse
- v laboratoriju merimo EKG, respiracijo, oksigenacijo, pretok



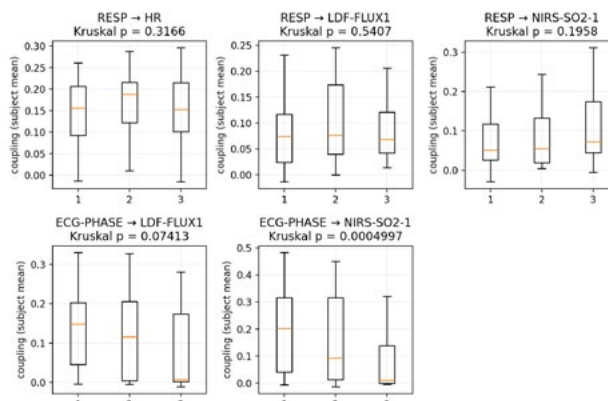
Obdelava podatkov

1. Izračunamo povprečja določenih signalov
2. Z metodo CVM izračunamo, kako močno sistemi vplivajo en na drugega



Preliminarni rezultati

- Tri skupine v študiji
- 1 = SKR
- 2 = SKR in KR
- 3 = KR
- SKR ima signifikantno večji vpliv ECG → NIRS



Razvoj genske terapije za CTNNB1 sindrom



Damjan Osredkar

damjan.osredkar@kclj.si



Razvoj genske terapije za CTNNB1 sindrom

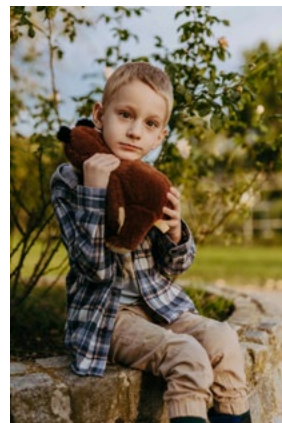
Damjan Osredkar in sod.



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

CTNNB1 sindrom

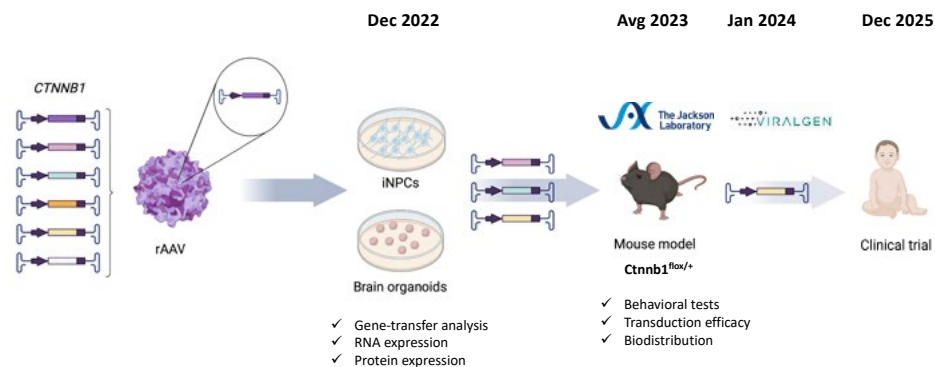
- * Prvi primer CTNNB1 sindroma opisan v 2012, verjetno veliko nedagnosticiranih primerov (CP) (Jin et al. 2020; Moreno-De-Luca et al. 2021)
- * Prizadane 1 / 50.000 otrok po svetu (Chung for ACCT, 2019)
- * Zmanjšana produkcija β -katenina, beljakovine, ki ima pomembno funkcijo pri adheziji celic, komuniciranju in signaliziranju (WNT pot)
- * Razvojni zaostanek, intelektualna oviranost, zaostanek v razvoju govora



Urban (2019; 4m težave; 9m dg)

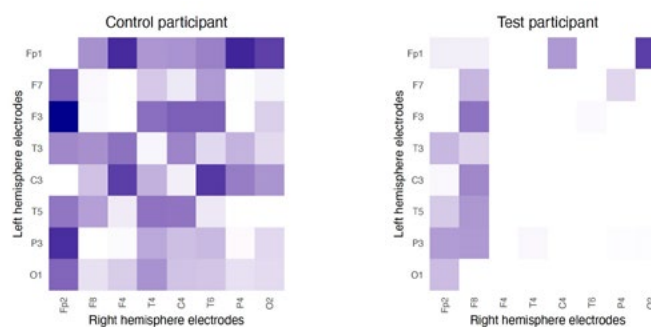


CTNNB1: genska nadomestna terapija



CTNNB1: razumevanje bolezni

- * Primerjava povezanosti med interhemisferičnimi elektrodami za testnega udeleženca in njegovega/njenega primerljivega kontrolnega udeleženca. Temnejši modri odtenki označujejo večjo povezanost (sinhronost).



Demšar in sod. Oddano.



Klinična študija: faza I/II

- * Protokol klinične študije: EMA, JAZMP, KME
- * Primarni cilj: varnost
- * Sekundarni cilj: učinkovitost
- * 12 bolnikov, vsi bodo prejeli AAV9 terapijo
- * Del A: 6-12 let
Del B: 2-12 let
- * 1 odmerek: 5×10^{14}
- * Biventrikularna injekcija
- * **Zdravljenje prvega bolnika: UKCL December 2025**



Respiratorna fizioterapija

Prehabilitacija – pilotni projekt



Maja M. Potočnik
majam.potocnik@kclj.si



Petra Fabiani
petra.fabiani@kclj.si



RESPIRATORNA FIZIOTERAPIJA PREHABILITACIJA – pilotni projekt

Maja M. Potočnik, dipl.fiziot., RT
Petra Fabiani, dr. med.

Služba za perioperativno respiratorno medicino
Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno medicino operativnih strok
UKC Ljubljana



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Dihanje

- je **najkompleksnejše samoreglacijsko tridimenzionalno gibanje telesa**, kjer ritmično nihanje tlakov, volumnov in napetosti **omogoča pretok energije in izmenjavo plinov v živem sistemu**.

VDIH: trebušna prepona se spusti, prsni koš razširi, fascialne linije trupa se napnejo, intraabdominalni tlak naraste – mehanska napetost telesa se spremeni.

IZDIH: diafragma se dvigne, napetost nekaterih fascialnih linij popusti druge se aktivirajo kar povzroča ritmično redistribucijsko napetost v tensigritetni mreži.

- v bio-tensegreditnem modelu dihanje deluje kot periodična modulacijska prednapetost fascialne mreže in skupaj z okostjem (kot kompresijski element) **stabilizira celotno telo**.

(Levin S., Buckminster R.,)



Respiratorna fizioterapija

obravna funkcionalne motnje tega sistema ter pljučnih funkcij pri akutnih in kroničnih bolnikih, na vseh ravneh zdravstvene oskrbe z/s:

- funkcionalno oceno dihanja: MIP-MEP, PAAK, FVC,...
- obravnavo dihalnih poti: inhalatorna zdravila, O₂, AFE,...
- senzorično-motoričnim procesom dihanja: bio-meh.ocena, manual.terap,...
- inštrumentalno resp. fizioterapijo: NIV, HF, IPPB....
- preventivno resp. fizioterapijo
- raziskovalnimi dejavnostmi

CILJ: izboljšati učinkovitost dihanja, zmanjšati tveganje za zaplete, skrajšati čas hospitalizacije, izboljšati kakovost življenja, poveča telesno-gibalno zmogljivost.



Prehabilitacija

- **Prehabilitacija** je proces priprave pacienta na operacijo z izboljšanjem njegovega telesnega in psihičnega stanja.
- **Zakaj je pomembna:**
 - izboljša telesno pripravljenost in moč
 - zmanjša tveganje za zaplete po operaciji
 - pospeši okrevanje po posegu
 - skrajša čas hospitalizacije
 - izboljša splošno kakovost življenja pacienta.
- **Velika operacija je kot tekaški maraton in oboje zahteva pripravo!**



Pilotni projekt prehabilitacije

- Bolniki starejši od 65 let z predvideno večjo urološko operacijo in vsaj 3 tedni do operacijo
- začetek novembra 2024, 2x/ mesec, cca 70 bolnikov/leto
- vključuje enkratni razgovor:
 - ❖ z anesteziologom (dodatna pojasnila o perioperativnem poteku)
 - ❖ z respiratornim fizioterapevtom
 - ❖ z kliničnimi dietetiki smo v dogovoru o sodelovanju



Natančnost dentalnih posegov v mikrogravitaciji je primerljiva s pogoji na Zemlji



Aleš Fidler

ales.fidler@mf.uni-lj.si



Natančnost dentalnih posegov v mikrogravitaciji je primerljiva s pogoji na Zemlji

Prof. Aleš Fidler DMD, PhD

UKC Ljubljana

Medicinska fakulteta UL

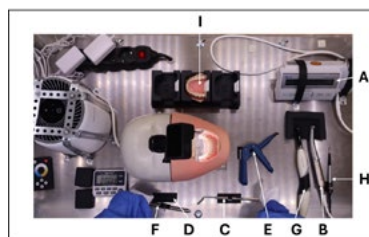
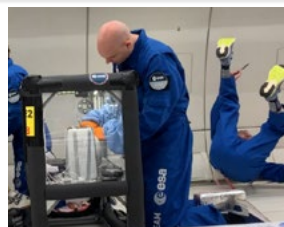


Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Vesoljske misije, medicina in zobozdravstvo

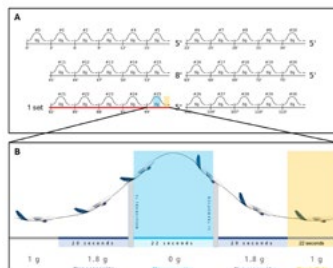
- Število ljudi, trajanje misij in razdalje v vesolju se povečujejo
- **Tveganje:** Pri 3-članski 28-dnevni misiji obstaja približno 1 % tveganja za dentalni dogodek med letom, ki bi lahko znatno zmanjšal produktivnost člana posadke.

Brown et al. 1977



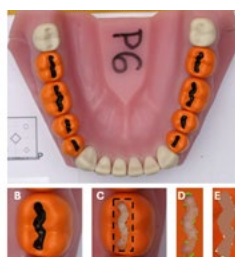
Materiali in metode

- Airbus A310 Zero G (Novaspace)
- Izvedeni so bili 3 leti, vsak v trajanju približno 2,5 ure.
- Vsak let je vključeval 30 intervalov po 22 sekund mikrogravitacije (skupaj 660 s oziroma 11 minut na let)

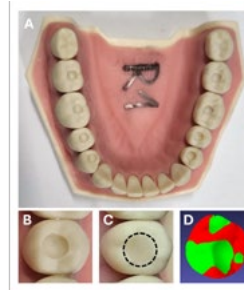


2 operaterja (študenta)

72 preparacij kariesa
2D meritve natančnosti
preparacije



36 standardiziranih plomb
3D meritve natančnosti
plombe

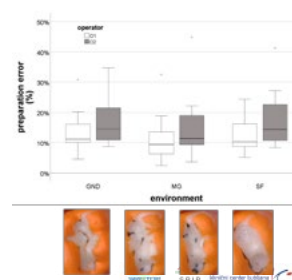
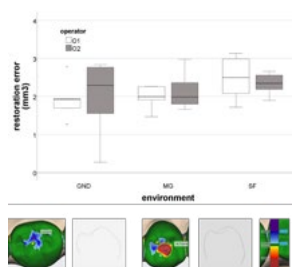


Results & conclusions

- Vse preparacije in restavracije so bile **dokončane skladno z načrtom**
- Ni bilo razlik** v natančnosti med mikrogravitacijo, stabilnim letom in pogoji na tleh
- Raziskava daje dragocen **vpogled v izvedljivost** izvajanja dentalnih posegov v ekstremnih pogojih

Ključni dejavniki uspeha:

- Prilagoditev / poenostavitev instrumentov ter materialov.
- Pomen stabilizacije pacienta, operaterja in roke.
- Temeljito usposabljanje pred misijo



Ekipa in zahvale



SpaceDent team

Tine Šefic, Hana Prtenjak, Simon Oman, Aleš Fidler
students Mitja Dergan, Tomi Štucin, Tomaž Tomšič,
Matic Hvala, Rok Gerbec, Tomaž Škapin

- ESA Academy Experiments Programme**, kampanja paraboličnih letov, vodenje in podpora.
- Univerza v Ljubljani**, Medicinska fakulteta in Fakulteta za strojništvo za finančno podporo, sodelovanje pri širjenju znanja in zagotavljanje opreme.
- Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo**, RP P3-0293.
- NPI Microgravity** Project LUNAR BLOCK, Lausanne, CH



Center za klinične raziskave: podpora raziskovalni dejavnosti UKC Ljubljana



Jadranka Buturović Ponikvar
jadranka.buturovic@kclj.si



Center za klinične raziskave: podpora raziskovalni dejavnosti UKC Ljubljana

Jadranka Buturović Ponikvar
Univerzitetni klinični center Ljubljana



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

UKC Ljubljana – ključne številke za leto 2025

- 8725 zaposlenih, 77% žensk
- 1.569 zdravnikov
- 3.582 medicinskih sester in tehnikov
- 2.351 ostalih zdravstvenih (so)delavcev
- 1.030 strokovnih sodelavcev
- 776.772 ambulantnih pregledov
- 338.699 prvih ambulantnih pregledov
- 142.762 urgentnih pregledov
- 418.907 slikovna diagnostika (MR, CT, UZ, rtg...)
- 126.915 hospitalizacij
- 51.505 operativnih posegov
- 56.215 dializ
- 4910 rojstev
- 9.425.166 laboratorijskih preiskav
- Prihodek 2025: 933 milijonov EUR
- Vir: Poročilo direktorja UKCL, poslovna konferenca 4.3.26



0312 – Univerzitetni klinični center Ljubljana

■ Raziskovalna dejavnost

Klasifikacija ARIS		
KODA	VEDA	PODROČJE
3.01.00	Medicina	Mikrobiologija in imunologija
3.02.00	Medicina	Stomatologija
3.03.00	Medicina	Nevrobiologija
3.05.00	Medicina	Reprodukcija človeka
3.06.00	Medicina	Srce in ožilje
3.07.00	Medicina	Metabolne in hormonske motnje

■ Vrednotenje (metodologija)

Vrednotenje bibliografskih kazalcev raziskovalne uspešnosti po metodologiji ARIS

Upoš. tč.	A1"	A'	A1/2	Ci10	Cimax	h10
166.643,22	16.737,27	64.027,05	99.957,76	384.735	10.515	216

SICRIS 07.03.2026

- **1491** raziskovalcev (od tega 308 strok. sodelavcev)
- Večina raziskovalcev UKCL je za raziskovalno delo zaposlena **20% (271 FTE)**
- **36** raziskovalnih skupin
- 629 raziskovalnih projektov ARIS
- 81 Raziskovalnih in infrastrukturnih programov ARIS
- 160 mentorjev mladim raziskovalcem

- **2025:** 21+1 program, 13+1 UKCL vodilni 65 projektov, 23 UKCL vodilni, 31 MR 493 razvojno-raziskovalnih projektov



Center za klinične raziskave zagotavlja administrativno, pravno in logistično podporno raziskovalni dejavnosti

Akademске raziskave

- Raziskovalni programi in projekti v okviru financiranja ARIS
- EU projekti
- Drugi mednarodni projekti
- Terciarni razvojno-raziskovalni projekti UKCL
- Raziskave brez formalnega financiranja

Sodelovanje z industrijo

- Klinična preskušanja zdravil in medicinskih pripomočkov
- Raziskave na pobudo raziskovalca
- Preceptorship
- Izobraževanje zaposlenih za klinična preskušanja, preko aplikacije Redcap, certifikat "Good clinical practice" (EMA) pridobilo 110 zaposlenih v 2025

Biobanka UKCL – biološki vzorci (informirani pristanek), pot do podatkov, kompletna digitalizacija **Vpis COBISS, repozitorij DiRROS**, prijave bibliografskih enot digitalizirane preko Redcapa; poleg raziskovalnega ključno za habilitacijsko področje in status kliničnosti (terciarnosti)

Posebnosti UKC Ljubljana pri akademskih in drugih raziskavah

- Kombinacija terciarne bolnišnice za državo in sekundarne bolnišnice za ljubljansko regijo, kritična infrastruktura države
- Veliko število obravnav omogoča hitro vključevanje bolnikov v raziskave
- Kompleksne medicinske intervencije so koncentrirane v UKCL: transplantacija organov, otroška srčna kirurgija, številne redke bolezni....
- Enostaven dostop do UKCL iz vseh koncev države omogoča dolgoročno sledenje izhodov ("end-to-end" follow-up)
- Vrhunski, verodostojni raziskovalci, napredni specializirani laboratoriji
- Sodelujoči bolniki, tako pri zdravljenju kot pri raziskavah
- **Skrb za zaščito občutljivih podatkov**, tesno sodelovanje s pooblaščenko za varnost osebnih podatkov, pogodbe o prenosu podatkov (Data transfer agreement), del informiranega pristanka bolnika v raziskavi namenjen soglasju o posredovanju podatkov, posebej genetskih, bioloških vzorcev...



Digitalna preobrazba učenja kirurških spretnosti



Tomaž Štupnik
tomaz.stupnik@kclj.si



Digitalna preobrazba učenja kirurških spretnosti

Tomaž Štupnik



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Surgical skill predicts patient outcomes (Birkmeyer JD et al. N Engl J Med 2013)

Consultation

- skills

Complication

- 14.5%
- 5.2%

Mortality

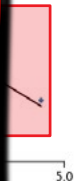
- 0.26%
- 0.05%

LEARNING BY COACHING AND DELIBERATE PRACTICE

more to do with
how one practices

vs.

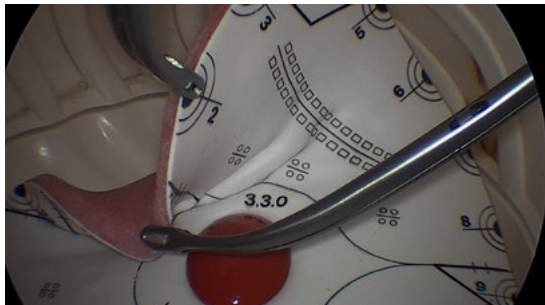
performing a task
a large number of times



Deconstruction of Surgical Procedures

Practice Exercises

- Teach Individual Skills
- Short (repetitions)
- Scalable



the Learning Curve

Traditional M
(monthly, 2 – 3 I

- Median S
- IQR: 53% –
- Focus, M

Individual T

(2 – 3 times wee

- PDF Instru

- **Feedback**

MENTOR'S ROLE?

old school
CORRECTOR

modern
CONSULTANT

- constant noise
- creates dependence

- periodic feedback
- objective assessment

Session

Group
• Feedback
• No Feedback

Feedback was a Game Changer

PDF Report



10 RIGHT POKE

- 0% Instrument: on target (40%)
- 40% perpendicular
- 5% Camera: horizon leveled (10%)
- 10% target centered

55%



(p = 0,48)

55.0%



10 RIGHT OPEN

- 0% Instrument: opened and centered (40%)
- 40% parallel
- 10% Camera: horizon leveled (20%)

50%



(p = 0,41)

52.5%

Full Stack Web App

Who Forms a Better Surgeon? **MENTOR OR AN APP?**

Gemini 3

The best surgeon is trained by a mentor
but spends hundreds of hours perfecting
their craft in a digital environment.



My Sim - Results

Rank	Score	Date	Time	Accuracy	Score	Time
3	40	JUN 7 2024	18:33	95%	97%	3.7
4	40	JUN 10 2024	15:16	90%	123 sec	3.7
5	40	JUN 11 2024	19:35	96%	121 sec	3.4
6	40	JUN 12 2024	13:23	99%	121 sec	2.9





SISTEMI ZA PAMETNE KLINIKE

Digitalna infrastruktura,
podatkovni sistemi in upravljanje
zdravstvenih organizacij

Suverena AI za pametno kliniko od infrastrukture do AI radiološkega asistenta



Janez Žibert
janez.zibert@stata.si



Andrej Kositer
andrej.kositer@agenda.si



Suverena AI za pametno kliniko od infrastrukture do AI radiološkega asistenta

dr. Janez Žibert UL ZF/FRI, Stata

mag. Andrej Kositer, Agenda OpenSystems



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RSO1.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Suverena AI infrastruktura za klinično okolje varna uporaba napredne umetne inteligence nad zdravstvenimi podatki

KONTEKST

AI v zdravstvu pomeni delo z:

- zdravstvenimi podatki
- medicinskimi slikami (PACS)
- kliničnimi dokumenti
- osebnimi podatki pacientov

Večina AI rešitev danes uporablja javni oblak.

- regulativno tveganje
- izgubo nadzora nad podatki

REŠITEV

Suverena AI platforma – ragla.ai

- nameščena na ozemlju Republike Slovenije (DC Tier3 ISO27001)
- ali lokalno v bolnišnici (on-prem)
- podatki ne zapuščajo okolja
- popoln nadzor nad modeli in podatki



ragla.ai – izvedbena platforma za klinično AI

varna uporaba napredne umetne inteligence nad zdravstvenimi podatki

PLATFORMA

- LLM runtime okolje
- RAG nad lastnimi podatki
- AI agenti

UPRAVLJANJE

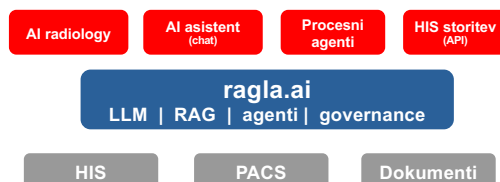
- model governance
- audit trail

DOSTOP

- WebChat (ChatGPT izkušnja)
- API integracija
- on-prem / private cloud
- hibridni model

STORITVE

- AI asistenti
- procesni agenti
- OCR in analiza dokumentov
- vision analiza (PACS)
- speech-to-text / text-to-speech



AI nad občutljivimi podatki – regulirano in sledljivo

varna uporaba napredne umetne inteligence nad zdravstvenimi podatki

OPEN SOURCE MODELI

LlAMA | Qwen | DeepSeek | Mistral / Mixtral | Gemma | Swiss sovereign LLM (*EU AI Act aligned*)
vodilni LLM

PODATKI

zdravstveni podatki | osebni podatki | interni klinični dokumenti | medicinske slike
z revizijsko sledjo.

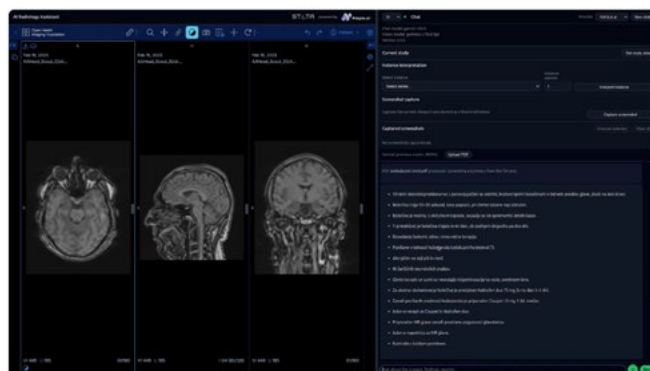
SKLADNOST

GDPR / ZVOP-2 | ISO/IEC 27001 | ISO/IEC 42001 | EU AI Act readiness | HIPAA koncept. Skl.



AI Radiology Assistant (PACS)

Primer klinične uporabe platforme ragla.ai na PACS medicinskih slikah



AI analiza PACS slik kot pomoč radiologu



Od kliničnega besedila do strukturiranega pregleda pacienta s pomočjo umetne inteligence



Erik Novak

erik.novak@ijs.si



Od kliničnega besedila do strukturiranega pregleda pacienta s pomočjo umetne inteligence

Erik Novak

Odsek za umetno inteligenco

Institut „Jožef Stefan“



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Motivacija

- EU HE projekta PREPARE – razvoj orodij za pomoč zdravnikom in pacientom na področju rehabilitacije
- Fokus predstavljenega orodja je **prepoznavanje medicinskih izrazov** v digitalnih kliničnih besedilih in **mapiranje na koncepte v standardnih medicinskih vokabularjih** (SNOMED, RxNorm, LOINC, itd.)
- Pol-avtomatsko izvajanje s **posredovanjem uporabnika**
- **Razvoj modelov in algoritmov za posamezno nalogo v orodju**
- Orodje prilagojeno za za rabo z OHDSI orodji
 - OHDSI (Observational Health Data Sciences and Informatics) je sodelovanje kliničnih sodelavcev in raziskovalcev za razvoj orodij z namenom za **federativno učenje** in **analiziranje podatkov**
- **Možno prilagajanje orodja za drugo rabo**



Prepoznavanje medicinskih izrazov

PREPOZNAVNA IZRAZOV

Avto-anotacija in urejanje

Navigacija po primerih

Pregled primera

Najdeni izrazi

Avto-anotacija izvedena z uporabo lokalnih jezikovnih modelov

Prepoznavanje relevantnih medicinskih izrazov

Izbira label (z bližnjicami)

Anotiranje dele besedila z ostreznimi labelami

PREPOZNAVNA IZRAZOV IN EDITIRANJE

Navigacija in označevanje ustreznosti

Seznam prepoznanih izrazov

Gručenje izrazov, ki predstavljajo isti koncept

Iskalnik in navigacija

Gručenje izrazov, ki predstavljajo isti koncept

Gruče se lahko editira, združi, loči, in naredi nove

Editiranje imena gruče

Avto-gručenje

Uporaba vložitev (lokalni jezikovni modeli) in algoritmov za gručenje

Mapiranje izrazov na koncepte iz standardnih medicinskih vokabularjev

15 Size **15 (100%)** Support **2** Approved **0** Unapproved **Auto Map All Terms** **Download Mapping**

Buttons: Search source terms... Showing 1 - 15 of 15

STATUS	SOURCE TERM	FREQ.	LABEL	CONCEPT ID	CONCEPT NAME	DOMAIN	VOCABULARY	ACTIONS
✓	rifampin postural compromise	1	external	7248064	Postprandial exertion-induced dysmetria	Condition	SNOMED	Accept Remove
✓	anomalous posture delirio	1	external	2102415	Neck position finding	Observation	SNOMED	Accept Remove
?	instabilidad posturalis	1	external	7273202	Impaired postural equilibrium	Observation	SNOMED	Accept Remove
?	dolorido del tronco	1	external	7248336	Stump disorder	Condition	SNOMED	Accept Remove
?	insensibilidad degli arti inferiori	1	external	7640546	Joint disorder NOS of the lower leg	Condition	SNOMED	Accept Remove

Rows per page: 25 +

SOURCE TERM **TARGET CONCEPT**

rifampin postural compromise → **Postprandial exertion-induced dysmetria**

Label Source Term ID 7248064 Domain Condition Vocabulary SNOMED [Remove](#) [Accept](#)

Comment: Add a comment for the selected mapping

QUERY MODE **FILTERS**

☒ Show source term ☐ Standard concepts only
☐ Custom query ☐ Include source terms

☐ VOCABULARY ☐ DOMAIN ☐ CONCEPT CLASS

Target Concepts

SCORE	CONCEPT ID	CONCEPT NAME	DOMAIN	CONCEPT CLASS	VOCABULARY	CONCEPT CODE	STANDARD
0.90	4136749	Anomalous right syndrome	Condition	Disorder	SNOMED	413674900X	5
0.94	4024040	Atletism with rigidity	Condition	Disorder	SNOMED	I000004	5
0.94	33770046	Postprandial exertion induced dysmetria	Condition	Disorder	SNOMED	724673002	5
0.94	4102149	Thromboangiitis syndrome	Condition	Disorder	SNOMED	35033001	—

Avto-mapiranje in ročno preverjanje

Beleženje ustreznosti konceptov

Iskanje konceptov čez različne jezike (ni potrebno prevajanje pred samim iskanjem)

Umetna inteligenca v medicinski fiziki in kliničnih raziskavah



Andrej Studen
andrej.studen@ijs.si



Umetna inteligenca v medicinski fiziki in kliničnih raziskavah

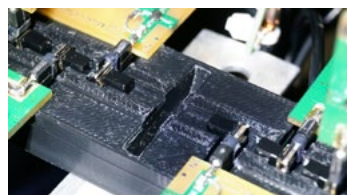
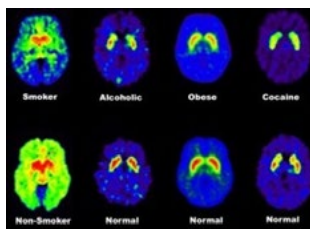
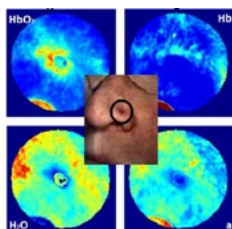
Andrej Studen



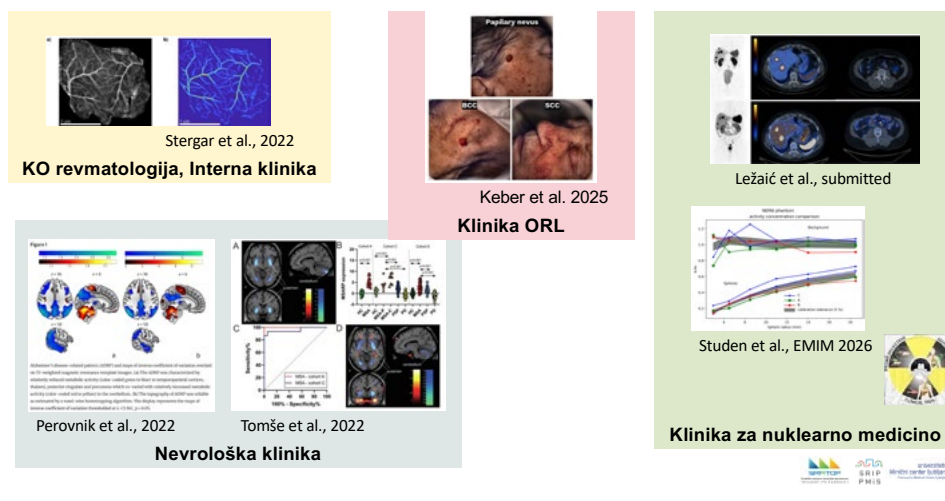
Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Programska skupina medicinska fizika

- Vzpostavljena leta 2015, raziskovalni program ARRS, štiri sodelujoče institucije (UL FMF, JSI, UMCL, OIL) - <https://medfiz.si>
- Glavna področja: **kvantitativna analiza slik**, biomedicinska optika, modeliranje, instrumentacija, radioterapija, ...

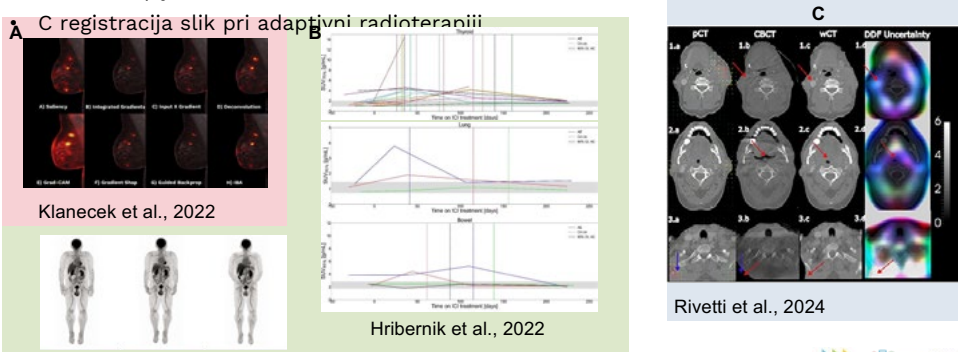


Sodelovanje z UKC



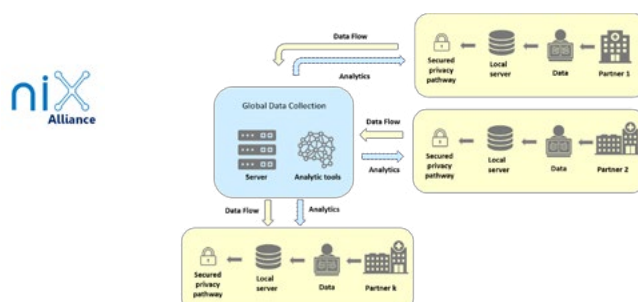
Uporaba AI v medicinski fiziki/medicini

- A personalizacija ogroženosti pri presejanju za rak dojke
- B kvantifikacija neželenih učinkov pri zdravljenju metastatskega melanoma z imunoterapijo



Prihodnost

- AI tehnike potrebujejo znatno količino dobro urejenih podatkov
- Klinike na UKC ponujajo čudovite podatkovne zbirke
- Za dobro sodelovanje bistveno urejeni postopki pridobivanja soglasij za raziskave in programska oprema/digitalno okolje za varno in zanesljivo delitev podatkov



Administrativna podpora in zdravstveno svetovanje na podlagi LLMjev



Primož Kocuvan

primoz.kocuvan@ijs.si



Administrativna podpora in zdravstveno svetovanje na podlagi LLMjev

Primož Kocuvan





Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Retrieval-augmented generation (RAG)

- LLM-ji lahko generirajo tekste, vendar so nagnjeni k halucinacijam, kar je posebej problematično npr. pri podajanju informacij s področja medicine
- RAG, metoda z okrepljenim priklicem, pri tem lahko pomaga, saj lahko prikliče podatke iz zanesljivih baz znanja
- Primer je projekt ChatMed, kjer razvijamo te tehnologije na tem področju



Uporaba LLM-jev za pomoč pri administrativni podpori

- Ena od nalog medicinskih sester in drugega osebja v bolnišnicah in domovih za starejše je beleženje storitev, kar pa predstavlja administrativno obremenitev
- Skupaj s podjetjem Caretronic smo razvili dva modula, ki pri tem pomagata
 - Modul, ki temelji na priporočilnem sistemu, prilagojen posameznikom glede na prejšnje podatke
 - Speech-to-service modul, kjer sistem iz poročila, ki ga medicinska sestra pove v prostem govoru, izlušči ključne informacije o storitvah in jih poveže z ustrezno bazo, sestra pa nato vse samo potrdi.

Pomemben vidik modula z LLM je, da teče na lokalnem sistemu, kar pomeni, da skrbi za varstvo osebnih podatkov. Poleg tega uporabljamo majhen LLM, tako da lahko teče tudi na manj zmogljivi strojni opremi.



Povečanje izkoriščenosti kapacitet z uporabo digitalnega dvojčka in umetne inteligence



Hugo Zupan

hugo.zupan@digiteh.eu



Povečanje izkoriščenosti kapacitet z uporabo digitalnega dvojčka in umetne inteligence

Dr. Hugo Zupan



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Kapacitete obstajajo – problem je njihova usklajenost

V praksi pogosto vidimo:



TE TEŽAVE NISO VIDNE IZ ENEGA POROČILA – POTREBEN JE SISTEMSKI POGLED.



Digitalni dvojček z AI

REALNI SISTEM



Povezovanje:

- naprav,
- kadrov,
- prostorov,
- urnikov, ...



DIGITALNI DVOJČEK



Simulacija procesa:

- od prihoda pacienta do zaključka obravnave,
- dodajanje naprav,
- premik 1 ekipe, ...



UMETNA INTELIGENCA



Optimizacija:

- odprava ozkih grl,
- optimalni urniki,
- bolj učinkovita razporeditev kapacitet in naprav, ...

SPREMEMBE LAHKO TESTIRAMO VIRTUALNO!



Kako projekt izvesti

Podatki:

- opis naprav in kapacitet
- delovne postaje in prostori
- kadrovske profile
- časovni parametri procesov



Digitalni model:

- modeliranje dejanskega procesa
- simulacija toka pacientov
- validacija modela z uporabniki



AI optimizacija:

- optimizacija razporejanja
- prepoznavanje ozkih grl
- predlogi za izboljšanje izkoriščenosti



POTENCIAL IZBOLJŠANJA IZKORIŠČENOSTI KAPACITET DO 50 %.



Pričakovani rezultati

Operativni učinki:

- Višja zasedenost dragih naprav (MRI, CT, ...)
- Krajši časi prehoda med fazami obravnave
- Manj nenačrtovanih zastojev
- Bolj uravnotežene izmene osebja
- KPI-ji vidni v realnem času

Strateški učinki:

- napoved potreb 6–12 mesecev vnaprej
- podpora investicijskim odločitvam
- standardizacija procesov na podlagi podatkov



VEČ STORITEV Z ENAKIMI KAPACITETAMI.



Pilotni projekt

Predlagano pilotno področje:

- Diagnostika slikanja (MRI / CT) ALI
- Operacijski blok + sterilizacija

Časovnica - V nekaj tednih

- prvi digitalni model sistema
- identifikacija ozkih grl
- predlogi izboljšav

Nadaljnji koraki

- iterativno uvajanje izboljšav
- sprotno merjenje rezultatov
- razširitev modela na druge oddelke

Digitalni dvojček + AI omogočata:

- krajše čakalne dobe
- boljšo izrabo kapacitet
- racionalnejšo porabo sredstev

JASEN ROI IN DOLGOROČNA VZDRŽNOST SISTEMA.



Hvala za vašo pozornost

Kontakt:

- Dr. Hugo Zupan
- E-mail: hugo.zupan@digiteh.eu
- Telefon: +386 40 212 545



DIGITEH d.o.o., Tržaska c. 315, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, www.digiteh.eu

DIGITEH
DIGITALIZACIJA PROIZVODNIH PROCESOV



Pametna digitalna klinika

Optimizacija procesov z digitalnim dvojčkom



Lukas Pacak

lukas.pacak@axiomtech.si



Pametna digitalna klinika

Optimizacija procesov z digitalnim dvojčkom

Dr. Lukas Pacak





Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Bolnišnica = kompleksen proizvodni sistem

- UKC Ljubljana v številkah: **8.600** zaposlenih, **1.972** postelj, Na **tisoče** pacientov dnevno
- Vsak pacient gre skozi vrsto korakov:



- Ko pride do zamud, ozkih grl ali neoptimalne razporeditve virov, to stane **čas, denar** — in **zdravje pacientov**.

- ? Kako optimalno dimenzionirati nov oddelek?
- ? Kaj se zgodi, če pride do konic v urgenci?
- ? Kje so ozka grla v pretoku pacientov?



Graditi ali reorganizirati brez simulacije = graditi in upati, da bo delovalo.



Digitalni dvojček klinike — preden posežemo v prostor

- **Orodje:**

Plant Simulation (Siemens Tecnomatix) — industrijski standard za procesno simulacijo

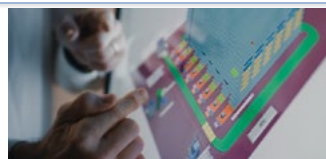


- **Kaj modeliramo:**

- Pretok pacientov skozi oddelke
- Izkoriščenost operacijskih dvoran, diagnostike, postelj
- Urniki osebja in virov
- Scenariji: konice, reorganizacije, nova gradnja

- **Referenca:**

Mater Hospital Dublin (Siemens Healthineers): - 30 min čakalnih dob, manj nadur — v tednih, ne mesecih.



Naš primer iz prakse

Nasekomo — insektna industrija:

- Simulacija 30 dni procesa = 2 minuti
- Odkrita ozka grla pred gradnjo
- 2-fazni sistem gojenja → bistveno večja produktivnost
- Minimizaran investicijski rizik



Enaka metodologija. Nov kontekst. Pametna klinika.



Iščemo pilotni projekt skupaj z UKCL

- **Predlagamo skupen pilotni projekt:**

1. Izбира konkretnega procesa ali oddelka (urgenca, operacijske dvorane, nov oddelek)
2. Zbiranje obstoječih podatkov o pretoku pacientov
3. Izgradnja digitalnega dvojčka → testiranje scenarijev
4. Konkretna, merljiva priporočila — preden se karkoli zgradi ali reorganizira

- **Zakaj AXIOM TECH:**

- Izkušnje z Siemens Plant Simulation (Tecnomatix)
- Dokazane reference v kompleksnih procesih
- Partner v ekosistemu SRIP ToP



Dr. Lukas Pacak
+386 41 318 824
lukas.pacak@axiomtech.si

AXIOM TECH d.o.o.
Ulica Jožeta Jame 14,
Ljubljana - Šentvid
www.axiomtech.si



Mi delamo za industrijo tisto, kar Siemens Healthineers dela za bolnišnice v zahodni Evropi — in smo pripravljeni to narediti skupaj z UKCL.



Vzpostavitev digitalnega modela bolnišnice za simulacijo scenarijev in optimizacijo odločitev



Niko Herakovič

niko.herakovic@fs.uni-lj.si



Vzpostavitev digitalnega modela bolnišnice za simulacijo scenarijev in optimizacijo odločitev

Prof. dr. Niko Herakovič



FS

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za strojništvo



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Kdo smo in kaj lahko ponudimo

Excellence

Naša ekipa nudi edinstveno strokovno znanje na področju digitalnih modelov različnih sistemov z elementi umetne inteligence, sistemov prihodnosti, mobilne robotike, digitalnih dvojčkov in digitalnih agentov itd. na vseh stopnjah tehnološke zrelosti (TRL):

Univerza v Ljubljani (Fakulteta za strojništvo) v sodelovanju s podjetjem DIGITEH:

- Kapaciteta tima na tem področju je več kot 15 ekspertov.
- Sodelovali smo v več kot 60 mednarodnih in domačih R&D in industrijskih projektih
- Imamo najsodobnejšo opremo in programska orodja, tudi „test-before-invest“ kapacitete za prenos znanja.



Umetna inteligencija in pametni algoritmi



Distribuirani sistemi in Edge computing



AI, Digitalni dvojčki in Digitalni agenti za avtonomno odločanje



Mobilna robotika za interno logistiko



Pametna delovna mesta (Povezljivost ERP-MES-Digitalni dvojček)



Oprema in možnosti: „Test before invest“



Modeliranje, simulacije, podatkovna analitika



AR in VR



Arhitekturni modeli logističnih in proizvodnih procesov, Pametne tovarne, komunikacijski protokoli, 5G

Impact

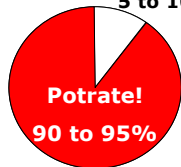
- Izvajali smo izobraževanja in „hands-on training“ za eksperte iz industrije in drugih inštitucij za več kot 30 podjetij iz Slovenije, Hrvaške, Nemčije, Japonske, Avstrije, Francije, Belgije, Srbije itd.
- Znanje smo prenesli v več kot 30 podjetij preko industrijskih projektov v Sloveniji in tujini.
- Imamo dostop do več kot 100 podjetij preko naših mrež Sloveniji.
- Imamo dostop do več kot 100 tujih podjetij preko naših mrež v EU.
- Smo člani SRIP ToP in velikih evropskih mrež (DIH², AI4M).
- ...



Izzivi in učinkovite rešitve

Učinkovitost procesov

Dodajanje vrednosti
5 to 10%



REŠITEV

NUJNO
TRANSPARENTNOST
PROCESOV

Digitalni model bolnišnice



Vir: University of Chicago Hospital -
<https://hdsi.uchicago.edu/project/hospital-agent-based-model-habm/>



Zakaj in kako! Kaj dobimo?

Zakaj je digitalni model pomemben

- Bolnišnice so kompleksni sistemi
- Veliko nepredvidljivih dejavnikov
- Odločitev na enem oddelku vpliva na druge
- Vodstvo lahko pogosto vidi le del celotne slike

Vloga umetne inteligence

- Predlaga optimalne razporeditve dela
- Pravičnejša delitev obremenitev
- Napoved potreb po kadru in opremi
- Prepoznavanje ozkih grl v sistemu

Kaj omogoča digitalni model

- Simulacije scenarijev »kaj če«
- Analiza čakalnih dob in pretoka pacientov
- Pregled obremenitve osebja
- Uporaba opreme in zasedenost postelj

Uvedba in pričakovani učinki

- ✓ 3 faze: digitalizacija → simulacija → AI optimizacija
- ✓ Pilotni projekt (npr. dezinfekcija in sterilizacija)
- ✓ Do 50 % boljša procesna učinkovitost
- ✓ Boljša preglednost in stabilnost sistema



Hvala za vašo pozornost!

Koordinate:

Prof. dr. Niko Herakovič
E-mail: niko.herakovic@fs.uni-lj.si
Tel.: +386 1 4771 726

Laboratorij LASIM, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani

<https://web.fs.uni-lj.si/lasim/>



Laboratory LASIM – R&D fields



UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za strojništvo



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Intelligentno upravljanje energetskega tokov v bolnicah



Matjaž Kobal
matjaz.kobal@inea.si



Intelligentno upravljanje energetskega tokov v bolnicah

Matjaž Kobal





Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanja« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

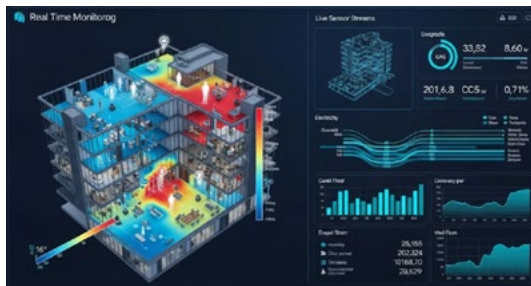
Intelligentno upravljanje ima več obrazov

- **Digitalni dvojček:**
 - virtualna replika bolnišnice za simulacijo energetskega scenarijev v realnem času
 - omogoča predvidevanje porabe glede na število pacientov, zunanje temperature in operativne načrte
- **AI energetski upravitelj:**
 - spremljanje energetskega tokov, diagnosticiranje napak, spremljanje ukrepov
 - ponujanje predlogov za izboljšave
- **AI skrbnik bivalnega okolja:**
 - s samodejnim prilagajanjem okolja zagotavlja optimalne pogoje za hitrejše okrevanje
- **Izraba odvečne toplote:**
 - izkoriščanje odvečne toplote iz hladilnih sistemov za ogrevanje vode
- **Zamenjava dizelskih agregatov z gorivnimi celicami:**
 - zagotavlja čisto rezervno napajanje brez emisij in hrupa



Digitalni dvojček – celovit pregled delovanja

- Prikaz trenutnega stanja in napovedi za naprej
- Odstopanje od napovedi: znak za neoptimalno delovanje
- Napoved vzdrževanja
- Nasveti za izboljšave
- Testiranje različnih scenarijev



AI energetski upravljalca – učinkovita raba energije

- Poglobljena analiza energetskega dela digitalnega dvojčka
- Poudarek na razumevanju porabe energije in stalnih izboljšavah
- Nadomestek/nadgradnja za energetskega upravitelja
- Takojšnja zaznava odstopanj s predlogi za odpravo težav
- Seznam možnih izboljšav
- Avtomatska poročila (ISO 50001, ESG)



AI skrbnik bivalnega okolja – personalizirano okolje

- **Dinamično uravnavanje svetlobnega cikla:**
 - samodejno prilagajanje barvne temperature in intenzivnosti svetlobe
- **Inteligentni nadzor nad mikroklimo:**
 - vzdrževanje optimalne temperature in stopnje vlage glede na specifično zdravstveno stanje
- **Personalizacija bivalnih parametrov:**
 - učenje navad pacienta in prilagajanje pogojev (npr. položaj postelje, zatemnitev senčil)
- **Spremljanje vitalnih odzivov na okolje:**
 - kako spremembe v okolju vplivajo na srčni utrip ali kakovost spanja
- **Psihološka podpora skozi vizualne elemente:**
 - upravljanje s pametnimi zasloni (pomirjanje in zabava)



Gorivne celice kot alternativa dizelskim generatorjem

- Čisto rezervno napajanje brez emisij in hrupa ter večja zanesljivost
- Primerno za manjše sisteme (100 kW)
- 10 krat višja investicija kot dizelski agregati, 3 krat višja cena energije
- Vodik: bolj zahtevno skladiščenje
- E-metanol: dodatne komponente
- Amonijak: jedek in strupen
- ADVENT: gorivne celice na metanol (100 kEUR/45 kW).



Kategorija	Parameter	Vodik (10 - 100 kW)	E-Metanol (100 kW)	Dizelski agregat (10)
FINANČE	Investicija (CAPEX)	~230.000 €	~260.000 €	~35.000 €
	Cena z 40% subvencijo	~132.000 €	~156.000 €	Ni subvencij
	Vzdrževanje (10 let)	15.000 €	10.000 €	13.000 €
	Strošek goriva (SOC)	45.000 €	60.000 €	18.750 €
	TCO (Skupaj 10 let)	~280.000 €	~330.000 €	~66.750 €
TEHNIKA	Življenjska doba	15-20 let	20+ let	15-20 let
	Hrup (na 7m)	< 50 dB	< 45 dB	75-85 dB
	Zanesljivost zagona	99,9 %	99,9 %	~95 %
	Gostota energije	Niška (težavna palivo)	Visoka (tekočina)	Zelo visoka
GORIVO	Shranjevanje	Vlaknotlačna jeklenka	Nalivni rezervoar	Nalivni rezervoar
	Stabilnost goriva	Nemoteno	10+ let	6-12 mesecev
	Logistika	Zahtevna (specifični prevoz)	Enostavna (cisterna)	Enostavna

Dvigovanje učinkovitosti poslovanja skozi optimizacijo internih postopkov



Milan Dragić

milan.dragic@process-space.com



Dvigovanje učinkovitosti poslovanja skozi optimizacijo internih postopkov

Milan Dragić (milan.dragic@process-space.com)



process space



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Ozadje projekta / izzivi

Področje za ekonomske zadeve in finančno dejavnost UKC Ljubljana

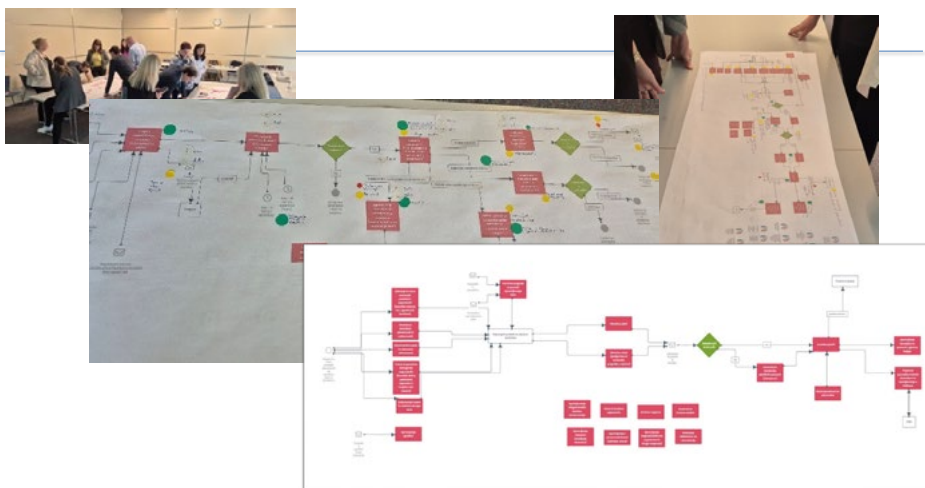
- Nedokumentirani postopki/procesi (znanje v glavah ljudi)
- Nepovezani podatki (podatkovni silosi)
- Prekinjen podatkovni tok (npr. digitalno-analogno-digitalno)
- Podvajanje dela
- Nepopolni ali napačni vhodni podatki → ponavljanje postopkov



Rezultati in prednosti

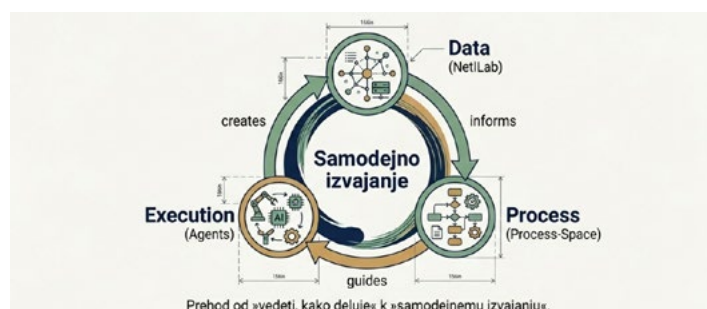
Z uporabo metodologije odkrivanja in analize procesov na osnovi Process Space platforme smo prišli do:

- doseganje **boljše stroškovne optimizacije**
- dvig **kakovosti vseh podatkov** s fokusom na upravljanje celotnega življenjskega cikla podatka (MDM)
- lažje **določanje kontrolnih točk v procesih**
- večja **hitrost izvajanja nalog** in boljšo usklajenost med posameznimi organizacijskimi enotami
- manjša **operativna tveganja** na področju izvajanja procesov
- boljše **interna kontrola**
- večja **transparentnost in sledljivost**
- priprava na **digitalizacijo in avtomatizacijo**



Kako naprej?

Transformacija procesnega znanja v operativno vrednost preko avtomatiziranega poročanja in varnih AI asistentov (Agentic Process Intelligence)



Regulativni vidik razvoja inovacij s poudarkom na vlogi uredbe REACH



Milena Horvat
milena.horvat@ijs.si



Regulativni vidik razvoja inovacij s poudarkom na vlogi uredbe REACH

Kemijska varnost kot del razvoja inovacij v pametnih klinikah

Prof. dr. Milena Horvat



Odsek za znanosti o okolju



Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Kaj je REACH?

REACH je temeljna evropska uredba za **registracijo, evalvacijo, avtorizacijo in omejevanje** kemikalij. Sprejeta leta 2006 z namenom zaščite zdravja ljudi, varovanja okolja in večje odgovornosti industrije.



Zdravje ljudi

Zaščita pred škodljivimi kemikalijami



Varstvo okolja

Preprečevanje onesnaževanja



Odgovornost industrije

Poznavanje in obvladovanje tveganj

REACH zahteva, da industrija pozna lastnosti kemikalij, oceni njihova tveganja in zagotovi varno uporabo skozi celoten življenjski cikel materialov in izdelkov.

□ **Ključno sporočilo:** REACH je eden ključnih regulatornih okvirjev za kemijsko varnost v Evropi.



Novi izziv: izpostavljenost mešanici kemikalij

Prvotni pristop regulacije je obravnaval posamezne snovi. Danes vemo, da smo v realnem okolju izpostavljeni kompleksnim mešanici kemikalij – v materialih, plastikah, tekstilih in medicinskih pripomočkih.



Stari pristop

Ocena posamezne snovi – ne odraža realne izpostavljenosti



MAF – Mixture Assessment Factor

Upošteva kumulativne učinke, kombinirane izpostavljenosti in bolj realističen pristop k oceni tveganja

Regulativa se premika od ocene posamezne snovi k razumevanju mešanice in realne izpostavljenosti.

Ključno sporočilo: MAF je nov regulativni koncept, ki odraža kompleksnost realne kemijske izpostavljenosti.



Kaj to pomeni za razvoj novih materialov in tehnologij

Sodobni materiali so kompleksni sistemi. Plastike, premazi, kompoziti in tekstili vsebujejo aditive, stabilizatorje, barvila in nenamerno prisotne snovi – ki se med uporabo sproščajo.

- 1 **Material**
Plastike, premazi, kompoziti, tekstili z aditivi in stabilizatorji
- 2 **Sproščanje**
Migracija med uporabo, staranjem in čiščenjem
- 3 **Izpostavljenost**
Realna izpostavljenost človeka – posebej v kliničnem okolju
- 4 **Tveganje**
Kumulativni učinki na bolnike in zaposlene



Ključno sporočilo: Kemijska varnost postaja sestavni del razvoja novih tehnologij.



Kako lahko raziskovalna infrastruktura podpira varne inovacije

Napredna analitika omogoča razumevanje materialov in njihovega vpliva – vzporedno z razvojem, ne šele ob zapletih.



Nevarne kemikalije v sledovih

Določanje in karakterizacija aditivov in neznanih snovi



Ocena izpostavljenosti

Modeliranje realne izpostavljenosti človeka



Sproščanje iz materialov

Študije migracije v realnih pogojih



Regulativna podpora

Izpolnjevanje zahtev REACH in MAF
Zgodnje prepoznavanje tveganj, boljše načrtovanje materialov in lažje izpolnjevanje regulatornih zahtev.

Ključno sporočilo: Analitika in raziskovalna infrastruktura sta ključni podporni za varne in trajnostne inovacije.



Od ideje do sodelovanja



UKC / Klinika

Klinični problem in potreba



IJS / Analitika

Raziskovalna infrastruktura



Študenti / MPŠ

Magistrske in doktorske teme



Industrija

Razvoj in komercializacija



REACH skladnost

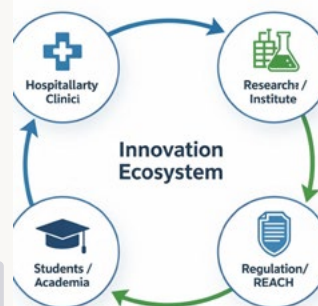
Regulativa

□ **Pametne klinike prihodnosti** bodo nastale na presečišču medicine, tehnologije, analitike in regulative.

Hvala za pozornost

Prof. dr. Milena Horvat
Institut »Jožef Stefan«
Milena.Horvat@ijs.si

- Pilotne analitske študije
- Magistrske in doktorske teme
- Skupni razvojni projekti
- Partnerstva UKC – IJS – industrija



Zasebnost pri znanstvenih raziskavah v medicini



Sonja Štramec Nemec
sonja.stramec.nemec@kclj.si



Zasebnost pri znanstvenih raziskavah v medicini

Sonja Štramec-Nemec



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Zasebnost in osebni podatki

- Osebni podatek je katerakoli informacija v zvezi z določenim ali določljivim posameznikom.
- Posebne vrste osebnih podatkov: gre za podatke, ki zaradi svoje narave predstavljajo **večje tveganje za pravice in svoboščine posameznika**, zato je njihova obdelava načeloma prepovedana, razen če obstaja posebna pravna podlaga (zdravstveni podatki, genetski podatki, biometrični podatki,...)
- Zasebnost je širša človekova pravica, ki vključuje tudi varstvo osebnih podatkov – Ustava RS.
- Zbiranje ali zajem podatkov je potrebna pravna podlaga: a) privolitev ali b) zakon.



Ključna vprašanja raziskovalca glede obdelave osebnih podatkov

Ali obdelujem osebne podatke?

- So posamezniki določljivi?
- Gre za posebne vrste podatkov (zdravstveni, genetski ...)?

Kakšna je pravna podlaga?

- zakon
- privolitev

Ali spoštujem načelo najmanjšega obsega?

- Zbiram samo nujno potrebne podatke?
- Ali je možna anonimizacija?

Kdo je odgovoren za osebne podatke?

- Upravitelj
- Skupni upravljavci
- Obdelovalec (DPA)

Kako so podatki zaščiteni?

- Tehnični in organizacijski ukrepi
- Pseudonimizacija / anonimizacija
- Omejen dostop
- Je potrebna DPIA?

Kako dolgo hranim podatke in kje?

- Določen rok hrambe
- Postopek izbrisa ali anonimizacije
- Oblačna hramba podatkov

Ali bodo osebni podatki namenjeni za učenje UI?



Pravna podlaga

- Pravna podlaga za zajem podatkov – zakon: primerna za retrospektivne študije, ni vedno ustrezna
- Zakon o znanstvenoraziskovalni in inovacijski dejavnosti; (stabilno financiranje, interne in eksterne raziskave)
- Zakon o varstvu osebnih podatkov, (raziskovalci, samo za eksterne raziskave)
- Zakon o digitalizaciji v zdravstvu, (interne in eksterne, + pogoji z ZVOP-2)
- Uredba o evropskem podatkovnem prostoru (uporablja od 26.3.2029)
- Privolitev - zahtevna



HVALA ZA POZORNOST!

Kontakt:

dpo@kclj.si



Zdravo življenje v vesolju za zdravo življenje na zemlji



Igor B. Mekjavić
igor.mekjavic@ijs.si



Zdravo življenje v vesolju za zdravo življenje na zemlji



Igor B. Mekjavić



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.



Adaptacija fizioloških sistemov na breztežnost





Vesoljski "exposome"*



Duševno zdravje

Osamljenost, domotožje, zmanjšan apetit, motnje cirkadianega ritma, psihosomatske motnje, anksioznost in depresija

Imunski sistem

Imunska disregulacija v povezavi s povečano virulenco in odpornostjo patogenov proti antibiotikom med vesoljskim poletom vodi do povečanega tveganja za okužbe.

Mišice

Pomanjkanje gravitacijske obremenitve in zmanjšana mišična aktivnost povzročata mišično atrofijo, ki jo spremljajo funkcionalne in strukturne spremembe.

Telesne tekočine

Premik tekočin, vključno s krvjo, proti glavi vodi do kompenzacijskih sprememb v kardiovaskularnem sistemu, zmanjšane volumna nog, otekanja obraza in celo dolgoročne poškodbe oči, ki povzročajo težave z vidom, imenovane „nevro-očesni sindrom, povezan z vesoljskimi poleti (SANS)“.



Sevanje

Izpostavljenost visokim ravnom sevanja poveča tveganje za mutacije DNK, degenerativne bolezni, sivo mreno in tveganje za nastanek raka v življenju.

Kosti

Nezadostna tvorba kosti v primerjavi z resorpcijo kosti zmanjša kostno maso in trdnost kosti, kar poveča tveganje za zlome in osteoporozo.

Živčni sistem

Izpostavljenost mikrogravitaciji vpliva na prostorsko orientacijo, koordinacijo med glavo in očmi ter med rokami in očmi, občutek za zaznavanje in gibanje. Povečanje intrakranialnega tlaka in tlaka tekočin v notranjem ušesu lahko povzroči „vesoljsko slabost“.

Mikrobiom

Pogoji vesoljskega poleta spodbujajo spremembe v vzorcih mikrobioma (disbioza), kar vpliva na spremembe v interakcijah med gostiteljem in mikrobiomom.



Vesoljski "exposome"*



Duševno zdravje

prof. dr. Rus Makovec, Psihiatrična klinika
prof. dr. Maja Radolbuljac

Imunski sistem

Mišice

Prof. dr. Dušan Suput & dr. Anfrej Vovk
Inštitut za klinično fiziologijo
Prof. dr. Sergej Pirkmajer, Inštitut za patofiziologijo

Telesne tekočine

prof. dr. Polona Jaki Mekjavič, Očesna klinika
prof. dr. Mišo Šabovič, Klinični oddelek za žilne bolezni



Sevanje

Kosti

Prof. dr. Matej Drobnič, Ortopedska klinika
dr. Tea Zugliani, IJS

Živčni sistem

Mikrobiom

dr. Blaž Stres, KI

* kumulativni učinek vseh faktorjev določenega okolja na fiziologijo človeka



Spletna in mobilna zdravstvena večjezična aplikacija ZVEJA



Nike Kocijančič Pokorn
nike.pokorn@ff.uni-lj.si



Spletna in mobilna zdravstvena večjezična aplikacija ZVEJA

Nike Kocijančič Pokorn

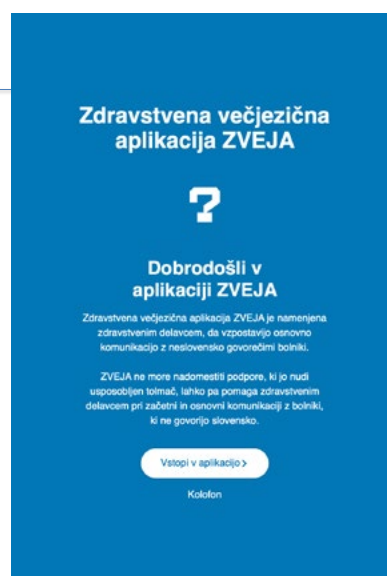




Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

ZVEJA: www.zveja.si

- namenjena obravnavi neslovensko govorečih bolnikov,
- 917 standardnih vprašanj, ki jih zastavljajo zdravstveni delavci, prevedenih v 10 jezikov: angleščino, francoščino, nemščino, italijanščino, albanščino, arabščino, perzijsčino, kitajščino, ruščino in ukrajinščino.
- Izdelali in pregledali slovenski zdravstveni delavci + prevajalci, ki so obenem rojeni govorniki ciljnih jezikov.



Kdaj se uporabi ZVEJA?

- Ko ne moremo angažirati tolmača
- Pri nujni medicinski pomoči v urgentnih ambulantah in na terenu (npr. pri cestnih nesrečah in reševanju v gorah)
- Pri negi bolnikov v bolnišnicah (npr. pri preverjanju stanja na monitorju, preoblačenju postelje, ipd.)



Zakaj ne strojni prevod ali UI in zakaj ne razpoznavo govora?

- Vsi strojni prevajalniki in prevajalniki, ki temeljijo na uporabi UI, delajo **napake** pri večpomenskih besedah.
 - Lahko pogledam vaš vložek?
 - May I have a look at your cartridge/stake/insert/insole/contribution/investment?
- Neslovensko govoreči uporabniki slovenske zdravstvene oskrbe pogosto govorijo
 - nestandardno in v različnih narečjih,
 - nejasno in ne tvorijo stavkov gramatikalno pravilno.
- Razpoznavo glasu s pomočjo umetne inteligence in obstoječih programskih orodij je pogosto **netočna** in zato **neprimerna** v zdravstvenem okolju.



Kaj je novega in drugačnega pri Zveji?

1. Prevod vnaprej oblikovanih zaprtih vprašanj, na katera uporabnik zdravstvenih storitev odgovarja z "da" ali "ne", pokaže s prsti ali zapiše datum na list papirja.
3. Aplikacijo uporablja le zdravstveni delavec, ki s pritiskom na slovenski stavek predvaja zvočni zapis prevoda v izbrani ciljni jezik > ni potrebe po prenašanju naprave iz rok v roke – hitrejša sporazumevanje in manjša možnost prenosa morebitne okužbe. Temelji na protokolu, ki mu sledijo zdravstveni delavci v slovenskem zdravstvenem sistemu.
4. Točnost prevoda in izgovorjave.
5. Možnost izbire spola zdravstvenega delavca in uporabnika zdravstvenih storitev.
6. Deluje tudi brez internetne povezave.
7. Je prostodostopna.



Načrtovanje operacij poprave aortne zaklopke v srčni kirurgiji



Matija Jelenc
matija.jelenc@kclj.si



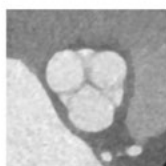
Načrtovanje operacij poprave aortne zaklopke v srčni kirurgiji

Matija Jelenc
UKC Ljubljana

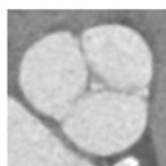
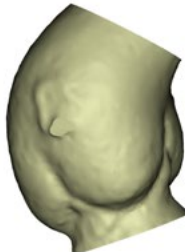


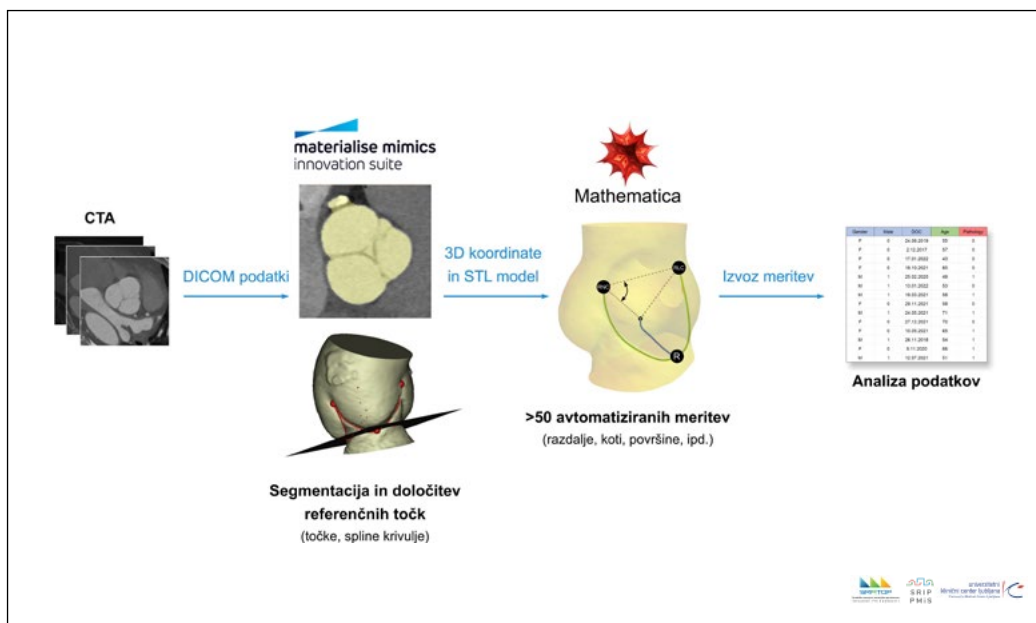
Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Normalna aorta



Razširjena aorta





CTA baza podatkov

NORMALNA aorta in aortna zaklopka (n = 173)

anonimizirani koronarni CTA (UKCL)

RAZŠIRJENA aorta z ali brez aortne regurgitacije (n = 162)

bolniki pred operacijo na srcu (Ljubljana, Homburg, Mayo Clinic)

NORMALNA pljučna arterija in zaklopka (n = 80)

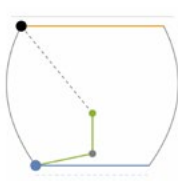
koronarni CTA + bolniki za op po Ross-u (Ljubljana, Homburg)

Avtomatizirana segmentacija in meritve CTA (AI)

prof. dr. Tomaž Vrtovec – FE, Laboratorij za slikovne tehnologije

Razvoj algoritma za planiranje operacij

izbira žilne proteze, razporeditev komisur,...



Surgical planning report for *****

Generated on Mon 2 Feb 2026

Target parameters	
Target effective height (EH) (mm / proportion of GH)	11.0 / 0.52
Target central occlusion (CO) (mm / proportion of GH)	6.5 / 0.45
Estimated aortic wall thickness (mm)	1.5
Right FIM, plication (mm)	1.5
Left FIM, plication (mm)	0
Non-FIM, plication (mm)	4.2
Coefficient of 3D6 perimeter = increase in valve height	1.12
Cusp angles / head angles	120° / Original
Results	
Target GH (mm)	24.0
Simple target GH (NHS 75) (mm)	28.0
Target Yacoub graft diameter (mm)	30.0
Right graft tongue width difference (mm)	1.5
Left graft tongue width difference (mm)	-6.3
Non-coronary graft tongue width difference (mm)	1.4
Right graft tongue length difference (mm)	-5.5
Left graft tongue length difference (mm)	-5.6
Non-coronary graft tongue length difference (mm)	6.8
New right intercommissural distance (mm)	27.6
New left intercommissural distance (mm)	21.9
New non-coronary intercommissural distance (mm)	27.6

Umetna inteligenca pri pooperativnem hlajenju in EKG



Aleksandra Rashkovska Koceva
aleksandra.rashkovska@ijs.si



Umetna inteligenca pri pooperativnem hlajenju in EKG

doc. dr. Aleksandra Rashkovska Koceva



Operacija delno financira Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj. Operacija se izvaja v okviru Prednostne naložbe: »Inovacijska družba znanje« in specifičnega cilja RS01.1 »Razvoj in izboljšanje raziskovalne in inovacijske zmogljivosti ter uvajanje naprednih tehnologij«.

Computer-controlled cryotherapy study

Clinical study

A. Rashkovska, R. Trobec, V. Avbelj, M. Veselko

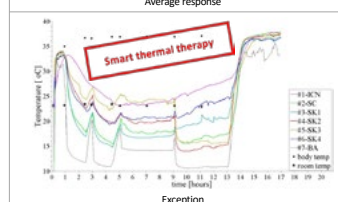
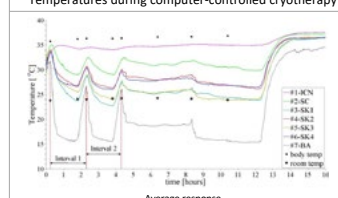
"Knee temperatures measured in vivo after arthroscopic ACL reconstruction followed by cryotherapy with gel-packs or computer controlled heat extraction"

Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2013

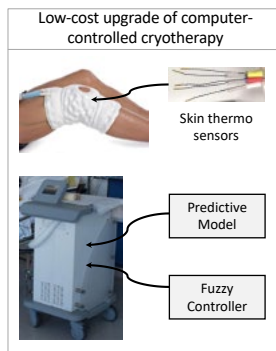
Findings

- Computer-controlled cryotherapy is **more effective** than gel-packs
- Patients' responses to cooling **differ** considerably

Temperatures during computer-controlled cryotherapy



Framework for real-time control of hidden knee temperatures during cryotherapy



Patent

A. Rashkovska, R. Trobec

"Method and device for non-invasive real-time control of inner body temperature variables during therapeutic cooling or heating"

Slovenian patent office & WIPO, 2014

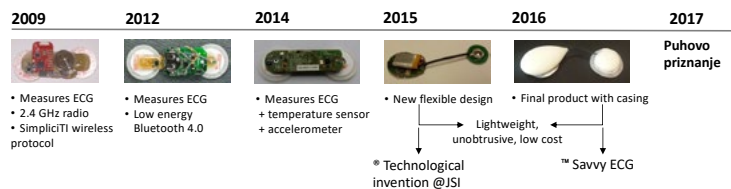
- Special prize** for innovations for economy at the 6th International Technology Transfer Conference
Brdo pri Kranju, Slovenia, September 17, 2013

- Acknowledged as **Excellent in Science** (In Slovenian: Odlični v znanosti) for 2021 by the Slovenian Research Agency

RASHKOVSKA, Aleksandra, TROBEC, Roman. Framework for personalized real-time control of hidden temperature variables in therapeutic knee cooling. *IEEE journal of biomedical and health informatics*. 2021, vol. 25, no. 4, pp. 947-958. DOI: [10.1109/JBHI.2020.3005480](https://doi.org/10.1109/JBHI.2020.3005480).



Wireless body sensor



Savvy ECG

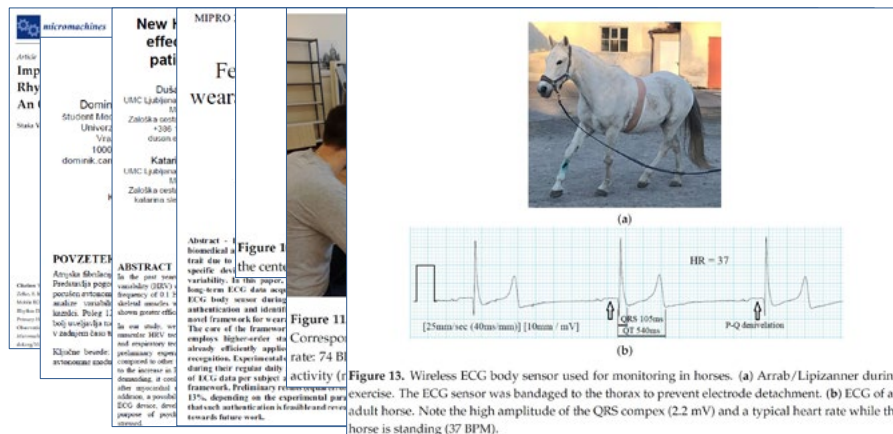
- One-channel ECG device with two electrodes at the distance of 8.5 cm
- Small (dimensions: 130 x 35 x 14 mm) and light (weight: 21 g)
- Waterproof and biocompatible plastic housing
- Battery-powered (long autonomy up to 7 days)
- BLE connection to a Smartphone



RASHKOVSKA, Aleksandra, DEPOLLI, Matjaž, TOMAŠIČ, Ivan, AVBELI, Viktor, TROBEC, Roman. Medical-grade ECG sensor for long-term monitoring. *Sensors*. 2020, vol. 20, no. 6, pp. 1695-1-1695-17. DOI: [10.3390/s20061695](https://doi.org/10.3390/s20061695).



Savvy ECG: Pilots and Studies







SRIP PMiS

univerzitetni
klinični center ljubljana
University Medical Centre Ljubljana

