

Novi projekti .....	3
Velik uspeh IJS in Slovenije ter igra malih števil .....	3
Raziskave na meji mogočega .....	3
Nagrade in priznanja .....	4
Zlati znak Jožefa Stefana za leto 2020.....	4
Zmagovalni projekt direktorjevega sklada 2020 .....	5
Projekt X5GON izbran med finaliste za Unescovo nagrado .....	6
IJS v času korona virusa SARS-CoV-2 .....	6
Pandemija virusa SARS-CoV-2 priložnost za nove raziskave .....	6
Modeliranje razvoja epidemije covid-19 v Sloveniji .....	6
Napovedovanje časovnega poteka epidemije covid-19 v Sloveniji .....	7
Meritve učinkovitosti filtracije zaščitnih mask.....	8
Mikrostruktura maske za zaščito dihal .....	9
Orodje za preiskovanje medicinske literature v zvezi s pandemijo covid-19.....	10
Iskanje obstoječih zdravil, ki morda zdravijo tudi covid-19 .....	10
Nidovirusi so velika grožnja za izbruhe novih bolezni pri človeku in domačih živalih .....	11
Obiski otrok in mladine na IJS tudi na daljavo?.....	12
Prispevki.....	13
Valovi magnetne prepletenosti .....	13
Dostopna je prva verzija grafa znanja v okviru EU-projekta TheyBuyForYou .....	18
Meteorit Novo mesto .....	19
Jih poznamo - Janez Puhar .....	20
Varnost in zdravje na delovnem mestu .....	22
Epidemija koronavirusa COVID-19 in sprejeti ukrepi na IJS.....	22
Prišli - odšli.....	24
Obiski po odsekih .....	24
Kulturno dogajanje na IJS .....	26

Za nami je skoraj trimesečno obdobje epidemije, zaposleni se počasi vračamo na Institut. Na začetku letu je vse potekalo hitro, zelo hitro; skoraj neresnični posnetki iz Vuhana, ki so kakšen mesec pozneje postali realnost v Lombardiji, nato prvi okuženi v Sloveniji in v petek, 13. marca, obvestilo, da od ponedeljka delamo od doma. Priznam, mene je presenetilo, ni pa presenetilo vodstva Instituta. Že teden pred tem smo dobili navodila o umivanju in razkuževanju rok, druženju, razkužila so bila dostopna povsod. Tudi vračanje nas zaposlenih poteka po korakih, moramo biti previdni, virus je še med nami. Pazite nase in na druge!

Polona Umek

Novice IJS, glasilo Instituta "Jožef Stefan"

Urednika: dr. Polona Umek in mag. Marjan Verč

Lektorica: Špela Komac

Sodelavka: Polona Strnad, univ. dipl. nov.

Foto: mag. Marjan Verč in avtorji prispevkov

Naslovnica: Testiranje različnih tipov medicinskih in drugih mask za učinkovitost filtriranja nodelcev. Avtorja fotografij Anja Pogačnik Krajnc in Luka Pirker, F5. Naslovnica se navezuje na prispevek Anje Pogačnik Krajnc o testiranju mask o meritvah učinkovitosti filtriranja zaščitnih mask.

<http://www-novice.ijs.si>, e-pošta: [novice@ijs.si](mailto:novice@ijs.si).

Ponatis vsebine je dovoljen z opombo, da gre za prispevek iz Novic IJS.

Članke, predloge in pripombe lahko pošljete po e-pošti: [novice@ijs.si](mailto:novice@ijs.si).

Za vsebino strokovnih in (poljudno)znanstvenih člankov odgovarjajo avtorji.

ISSN 1581-2707

## VELIK USPEH IJS IN SLOVENIJE TER IGRA MALIH ŠTEVILK

Aprila nas je razveselila objava novih prejemnikov prestižnih projektov Evropskega raziskovalnega sveta (ERC) za uveljavljene raziskovalce (ERC AdG), saj sta med njimi tudi dva naša kolega.

**Iskrene čestitke prof. dr. Igorju Muševiču in prof. dr. Petru Križanu!**

Iz Slovenije prihaja še tretji prejemnik – prof. dr. Matej Praprotnik s Kemijskega inštituta. Vsi trije zmagovalni projekti spadajo v panel fizikalnih in inženjerskih znanosti (PE – Physical Sciences and Engineering).

Razpis ERC AdG je eden od treh različnih razpisov, ki jih vsako leto objavi ERC za posamezne raziskovalce na različni stopnji njihove znanstvene kariere. Za presojo rezultatov, ki kažejo spodbuden pozitiven trend tako na ravni IJS kot na nacionalni ravni, je treba opraviti celovito analizo. A ob tem izjemnem rezultatu si bom dovolila igro malih števil, ki naj služi kot spodbuda in navdih, da je izvajanje ERC-projektov realno dosegljivo tudi raziskovalkam in raziskovalcem iz Slovenije.

Izjemni rezultati zadnje izbire projektov ERC AdG kažejo, da je Slovenija velesila na področju fizikalnih in inženjerskih ved:

- Med 82 izbranimi projekti so trije iz Slovenije, od tega dva z Inštituta „Jožef Stefan“.
- Glede na absolutno število pridobljenih projektov v panelu PE stojimo ob boku Avstriji, Belgiji, Švedski, Švici in Izraelu. Več projektov so



**Prof. dr. Igor Muševič in prof. dr. Peter Križan**

pridobile le Velika Britanija, Nemčija, Francija, Nizozemska in Španija.

- Relativno je Slovenija zmagovalka po številu pridobljenih projektov na prebivalca in glede na število raziskovalcev.

### Ohranimo zmagovalno miselnost!

Če vas zanima podpora, ki jo prijaviteljem ERC-projektov ponujamo na IJS, se obrnite na avtorico tega prispevka.

Več o rezultatih razpisa na spletnem naslovu: <https://erc.europa.eu/news/erc-2019-advanced-grants-results>

*dr. Romana Jordan,  
pomočnica direktorja IJS*

## RAZISKAVE NA MEJI MOGOČEGA – ZNANI RAZISKOVALNI PROJEKTI HUMAN FRONTIER SCIENCE PROGRAM ZA LETO 2020

Doc. dr. Matjaž Humar, vodja Laboratorija za bio-integrirano fotoniko in sodelavec Odseka za fiziko trdne snovi Inštituta „Jožef Stefan“ ter Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, je kot vodja konzorcija s še dvema partnerjema iz Seoul National University v Koreji in Harvard Medical School v ZDA pridobil prestižni projekt Human Frontier Science Program (HFSP) v vrednosti dobrega milijona dolarjev. V strogem leto trajajočem evalvacijskem procesu je financiranje prejelo le 4 % prijav. Program HFSP pa financira vrhunske in drzne projekte ter kot edini podpira mednarodne ekipe raziskovalcev



z laboratoriji v različnih državah. Raziskovalci iz treh laboratorijev bodo v projektu kot prvi poskušali pokazati optično komunikacijo med živimi celicami in na tej osnovi razviti tudi preprosta optična logična vezja. Optična komunikacija med celicami bo precej hitrejša, kot poteka prenos električnih signalov po živcih.

Čestitamo!

*Uredništvo*

## ZLATI ZNAK JOŽEFA STEFANA ZA LETO 2020

Podelitev zlatih znakov Jožefa Stefana, ki običajno poteka v okviru Štefanovih dnevov, je bila letos zaradi epidemije koronavirusa prestavljena na poznejši datum, je pa Institut objavil imena prejemnikov. Zlati znak Jožefa Stefana za leto 2020 so prejeli **dr. Matjaž Gomilšek, dr. Gregor Posnjak** in **dr. Janja Vidmar**. V nadaljevanju objavljamo utemeljitve.

**Dr. Matjaž Gomilšek** je zlati znak prejel za doktorsko disertacijo z naslovom *Kvantne spinske tekočine na geometrijsko frustriranih mrežah kagome*. Delo pod mentorstvom doc. dr. Andreja Zorka je opravil na Odseku za fiziko trdne snovi Instituta "Jožef Stefan". Področje dela doktorske disertacije je eksperimentalna fizika kondenzirane materije. V svoji disertaciji avtor obravnava geometrijsko frustrirane spinske sisteme. Problematika je v zadnjem času izjemno pomembna. Dr. Matjaž Gomilšek se je ukvarjal z dvodimenzionalno kvantno spinsko mrežo kagome. Osnovno stanje te kvantne spinske tekočine je predmet intenzivnih znanstvenih raziskav, ker je eksperimentalno izjemno težko oprijemljivo in hkrati magnetno neurejeno. Hkrati je močno kvantno prepleteno na makroskopski ravni in je tako ekstremen primer nekласičnega, intrinzično kvantnega stanja snovi.

Dr. Matjaž Gomilšek je uporabil izjemno širok nabor komplementarnih eksperimentalnih tehnik. Njegove raziskave so veliko prispevale k razumevanju odprtih vprašanj s področja kvantnih spinskih tekočin in k prvi potrditvi obstoja spinonskega Kondovega pojava, ki je bil teoretično napovedan pred dvema desetletjema, vendar še nikoli eksperimentalno opažen.

V svoji doktorski disertaciji je izpeljal analitične spinske relaksacije miona, kvantno prepletenega z jedrom poljubnega spina. Razvil je povsem novo vrst metode odštevanja ozadja pri meritvah neelastičnega sipanja delcev, nevtronov ali fotonov. Originalna zamisel je iznajdljiva uporaba skrite simetrije v izmerjenih spektrih. Razvil je tudi model korelirane perkolacije naključnih nečistoč na mreži in uvedel novo opazljivko v matematičnih modelih perkolacije.

Rezultati doktorskega dela dr. Gomilška so bili objavljeni v petih člankih v izjemno uglednih znanstvenih revijah, kot so *Nature Physics*, *Physical Review Letters* (dva članka) in *Physical Review B* (dva članka). Pri štirih od naštetih člankov je bil prvi avtor, tudi pri članku v *Nature Physics*, ki je izpostavil njegov članek na svoji naslovnici. Poleg raziskovalnega

dela, neposredno povezanega z vsebino njegovega doktorata, je veliko prispeval tudi k delu širše raziskovalne skupine, v katero je bil vpet. Skupno je bil tako avtor oziroma soavtor pri 13 znanstvenih objavah, kar poleg že omenjenega vključuje še eno objavo v *Nature Physics* in tri v *Physical Review B*. Njegova dela so bila do zdaj citirana že 138-krat. O svojem delu je poročal na mnogih mednarodnih znanstvenih konferencah (11 predavanj) in opravil podoktorsko izpopolnjevanje na prestižni Univerzi v Durhamu v Veliki Britaniji.



**Letošnji dobitniki zlatega znaka: dr. Matjaž Gomilšek, dr. Janja Vidmar in dr. Gregor Posnjak**

**Dr. Gregor Posnjak** je zlati znak prejel za doktorsko disertacijo z naslovom *Topološke formacije v kiralnih nematskih kapljicah*. Delo pod mentorstvom prof. dr. Igorja Muševiča je opravil na Odseku za fiziko trdne snovi Instituta "Jožef Stefan".

V doktorskem delu je raziskal strukture topoloških defektov v kapljicah vijačnih nematičnih tekočih kristalov. To so singularne točke ali linije urejeno in so pomemben star problem fizike tekočih kristalov. Uporabil je metodo polarizacijske konfokalne fluorescenčne mikroskopije, ki jo je dopolnil z originalnim računskim modeliranjem, in s tem odpravil pomemben problem določitve predznaka orientacije molekul. Z novo metodo je odkril in karakteriziral 24 različnih struktur defektov. Odkril je do zdaj neopažene topološke defekte z nabojem 2 in 3 ter opazil, da se defekti lahko vežejo v nekakšne molekule. Delo ima širok pomen, saj je vprašanje topoloških struktur fizikalnih polj eno od temeljnih v fiziki in sega od tekočih kristalov in magnetizma do fizike visokih energij in kvantne teorije polja. O svojem delu je s sodelavci poročal v več člankih v najuglednejših mednarodnih revijah *Nature Communications*, *Physical Review X* in *Scientific Reports*, ki so bili do zdaj citirani več kot 50-krat.

**Dr. Janja Vidmar** je zlati znak prejela za odmevnost doktorskega dela z naslovom *Določanje koncentracije in velikosti kovinskih nanodelcev v okoljskih in bioloških vzorcih*. Delo pod mentorstvom prof. dr. Radmile Milačič in somentorstvom prof. dr. Janeza Ščančarja je opravila na Odseku za znanosti o okolju Instituta "Jožef Stefan".

V okviru doktorske disertacije je razvila nov način detekcije kovinskih nanodelcev. Metoda je osnovana na masni spektrometriji z induktivno sklopljeno plazmo. Omogoča določanje velikostne porazdelitve nanodelcev in njihove masne oziroma številčne koncentracije. Dr. Janja Vidmar je uporabnost nove metode demonstrirala na več različnih tipih nanodelcev, kot so titanov dioksid, železo in srebro. Proučevani nanodelci so bili umeščeni v kompleksne matrice, ki jih najdemo v realnih okoljskih in bioloških vzorcih.

Uporabljena metoda se je izkazala za bolj občutljivo od do zdaj znanih metod, objavljenih v znanstveni periodiki.

Potencialno velik praktični pomen nove metode je med drugim razviden iz ene od študij, kjer je avtorica proučevala vpliv srebrovih nanodelcev na obnašanje placente. Ugotovila je, da je možno spremljati prenos srebrovih nanodelcev čez placento, kar je izrednega pomena, saj ima lahko vsak takšen prenos škodljive učinke na razvijajoči se plod. Uporabnost nove metode se nakazuje tudi na različnih drugih področjih, kot so sledenje nanodelcev v vodnih virih, rastlinah, živalih in prehranskih izdelkih.

Čestitamo!

Uredništvo

## ZMAGOVALNI PROJEKT DIREKTORJEVEGA SKLADA 2020

je projekt z naslovom *4D extreme ultraviolet ellipsometer for element-specific magnetization dynamics* dr. Igorja Vaskivskyjevega z Odseka za fiziko kompleksne snovi.

Na letošnji razpis je prispelo šest projektov. Strokovni svet direktorja v sestavi prof. dr. Igor Muševič, prof. dr. Matjaž Gams, prof. dr. Milena Horvat in direktor Instituta prof. dr. Jadran Lenarčič je po predstavitvi izvedel evalvacijski postopek. V nadaljevanju objavljamo obrazložitev strokovnega sveta.

### Obrazložitev

Letošnji izbor je bil glede na predhodna leta težji, več projektov je namreč izkazovalo podobno kakovost. Direktorjev svet je o zmagovalnem projektu razpravljal na več sejah in sklenil, da je med predlaganimi navedeni projekt najbolj kakovosten glede na večino meril, kot jih predvidevajo Pravila o oblikovanju, upravljanju in uporabi direktorjevega sklada. Na zelo visoki ravni so še zlasti izvirnost in znanstvena atraktivnost projekta, kakovost predlagatelja in vizija. Multidisciplinarnost je v tem trenutku še manj vidna, pričakovani vpliv na razvoj Instituta



v širšem pa vsekakor ni zanemarljiv. Ustna predstavitev projekta je bila kakovostna, morda je kandidat izkazal celo preveč skromnosti glede na znanstveno prebojnost svoje znanstvene ideje. Projekt vključuje izredno zanimivo, prebojno in perspektivno tematiko, s postavitvijo novega laboratorija pa se bo Institut lahko zavihtel

na svetovni vrh na področju tematike projekta. Potencial je velik predvsem z znanstvenega vidika, vendar je ob uspešno zaključenem projektu mogoče pričakovati tudi aplikacijo. Projekt bo po našem prepričanju vzbudil pozornost svetovne strokovne javnosti. Finančna struktura projekta je smiselna in korektno navedena.

Uredništvo

## PROJEKT X5GON IZBRAN MED FINALISTE ZA UNESCOVO NAGRADO KRALJA HAMADA BIN ISA AL-KHALIFE ZA LETO 2019

Razvojno-raziskovalni projekt X5GON, pri katerem sodelujeta Unescova katedra o odprtih tehnologijah za prosto dostopne izobraževalne vire in odprto učenje ter novi Mednarodni center za umetno inteligenco (IRCAI) na Institutu "Jožef Stefan", je bil uvrščen med finaliste za Unescovo nagrado kralja Hamada Bin Isa Al-Khalife, kralja Bahrajna, za leto 2019.

V okviru projekta X5GON, ki ga financira Obzorje 2020, je bila razvita globalna platforma za nabiranje, procesiranje in strukturiranje odprtih izobraževalnih virov v edinstveno, vsem dostopno globalno knjižnico. Pri projektu sodelujejo tri Unescove katedre iz Slovenije, Francije in Združenega kraljestva.

Nagrada, ki jo financira Kraljevina Bahrajn, se podeljuje posameznikom in organizacijam, ki pomembno prispevajo k uporabi digitalnih tehnologij za razširitev možnosti izobraževanja in vseživljenjskega

učanja. Tematski poudarek v letu 2019 je uporaba umetne inteligence v izobraževalnem procesu. Mednarodna žirija, sestavljena iz petih priznanih strokovnjakov, vsako leto izbere dva nagrajenca in osem finalistov. Žirija je projekt X5GON uvrstila med najboljših 10 od 113 nominacij zaradi visoke kakovosti in inovativne uporabe umetne inteligence v izobraževanju.

Davor Orlič, vodja projekta X5GON na IJS, je povedal: »Na IJS se veselimo te nominacije in čeprav nismo zmagovalci natečaja, je vsem osmim raziskovalnim skupinam in še posebej kolegom iz Slovenije pokazala, da lahko lastne projekte razširimo iz evropskih razvojnih mehanizmov v mednarodne platforme Združenih narodov.«

*Anja Polajnar*

### IJS V ČASU KORONA VIRUSA SARS-COV-2

## PANDEMIJA VIRUSA SARS-COV-2 PRILOŽNOST ZA NOVE RAZISKAVE

16. marca 2020, ko smo zaposleni na IJS zaradi razglašene epidemije covid-19 začeli delati od doma, se je življenje na Institutu skoraj ustavilo. Laboratoriji so večinoma res samevali, a komunikacije to ni ustavilo, ta se je prestavila na splet. Čeprav se je življenje zaradi ukrepov za omejitev širjenja virusa precej upočasnilo, pa se je pandemija virusa SARS-CoV-2 pokazala tudi kot priložnost za nove raziskave, na katero so se takoj odzvali raziskovalci, tudi na IJS. Nekatere je gnala radovednost, kakšen bo obseg epidemije pri nas, in so se ukvarjali s projekcijo razvoja epidemije, drugi so se ob pomanjkanju zaščitnih

mask za zdravstvene delavce in prebivalce lotili testiranja različnih mask, tudi mask, narejenih doma. V kritičnem obdobju so ugotovili, da tudi doma narejene maske dokaj dobro filtrirajo delce in nas ščitijo pri vsakodnevnih opravilih, ki zahtevajo stike z drugimi ljudmi, tretji – biokemijski odseki – pa so se lotili zahtevnejših raziskav, prek katerih bi lahko dobili učinkovita zdravila za covid-19. Pandemija pa bo v prihodnje vsaj deloma vplivala na obiske otrok in mladine na IJS. Spodaj je zbranih nekaj kratkih prispevkov o raziskavah in načinu dela na IJS, ki jih je sprožila pandemija oziroma so posledica le-te.

## MODELIRANJE RAZVOJA EPIDEMIJE COVID-19 V SLOVENIJI

dr. Matjaž Leskovar, R4

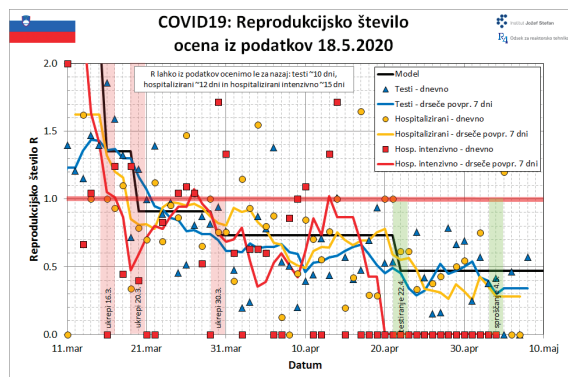
Iz radovednosti sem v prostem času razvil odprtokodni globalni točkovni model za napovedovanje razvoja epidemije, ki poskuša vso kompleksnost epidemije zreducirati na obnašanje ene točke, ki predstavlja vso Slovenijo in temelji na pristopu SEIR (Susceptible, Exposed, Infectious, Recovered). Enačbe širjenja okužb so podobne enačbam veržne reakcije

v jedrskem reaktorju, zato z razvojem modela ni bilo težav. Model sem želel čim bolj približati ljudem, da bi se lahko v času ukrepov z njim doma kratkočasili in spoznavali zakonitosti epidemije, zato sem ga zasnoval v Microsoft Excelu, kjer se vidijo vse enačbe in številke, kar je poučno in uporabniku omogoča dober vpogled v model in izračune. Takrat sem pred-

videval, da v Sloveniji obstaja profesionalni model, in si nisem mislil, da bodo napovedi mojega modela postale referenca za odločitve. Modelske parametre sem sprti umerjal na podlagi integralnih podatkov dnevno, trenutno in kumulativno hospitaliziranih na navadnih in intenzivnih oddelkih ter umrlih, pri čemer sem smiselno upošteval tudi rezultate opravljenih testov. Takšen globalni model je ob zavedanju njegovih omejitev uporaben za integralne napovedi, kot sta ocena zasedenosti bolnišničnih kapacitet in trajanje epidemije.

V času, ko smo po televiziji spremljali grozljive posnetke iz bližnje Lombardije in so za Slovenijo na podlagi eksponentnih krivulj napovedovali kataklizmo, sem za strokovno vladno svetovalno skupino pripravil konservativno in realistično napoved, ki jo je razvoj epidemije do danes potrdil, da so se lahko ustrezno pripravili. V medijih pa sem predstavil optimistični scenarij, ki predpostavlja, da se ukrepi izvajajo 100-odstotno in se zato okužba po uvedbi takratnega zadnjega sklopa ukrepov skoraj ne širi več, s čimer sem poskušal ljudi spodbuditi k doslednemu izvajanju ukrepov, ker bi spoznali, da je trajanje epidemije odvisno od njihovega vedenja. Napovedi so predstavljene na <http://r4.ijs.si/COVID19>.

Do razglasitve konca epidemije smo za strokovno vladno svetovalno skupino vsakodnevno pripravljali prognozo števila hospitaliziranih (ločeno za intenzivne oddelke) in umrlih ter oceno reprodukcijskega števila okužbe  $R$ , na podlagi katerega je možno oceniti



**Raznolika ocena reprodukcijskega števila okužbe  $R$ , ki je izračunana za vsako kategorijo podatkov posebej (pozitivni testi, hospitalizirani, na intenzivni) ter integralno za vse kategorije podatkov skupaj na osnovi modela epidemije. Razvoj epidemije:  $R > 1$  eksponentna rast,  $R = 1$  nespremenjeno stanje,  $R < 1$  eksponentno pojemanje.**

vpliv ukrepov na  $R$ , ki mora biti pod ena, če želimo epidemijo obvladati. To je sedaj prvi model v EU, ki je bil preverjen v prvem valu epidemije. Z raznolikim ocenjevanjem  $R$  bomo nadaljevali tudi v prihodnje, da bomo lahko čim prej zaznali morebitni drugi val epidemije in pravočasno opozorili pristojne.

Rad bi se zahvalil vodji odseka R4 prof. dr. Leonu Cizlju za vso podporo in ker je bil pripravljen prevzeti komunikacijo z javnostmi ter vizualizacijo rezultatov, da sem se lahko osredotočil na modeliranje.

## NAPOVEDOVANJE ČASOVNEGA POTEKA EPIDEMIJE COVID-19 V SLOVENIJI

Matej Petković, Nikola Simidjievski, Ljupčo Todorovski, E8

Na Odseku za tehnologije znanja (E8) smo po razglasitvi epidemije covid-19 začeli modelirati njen časovni potek. Uporabili smo preprosto verzijo zelo znanega epidemiološkega modela SIR, ki sta jo leta 1927 predlagala Kermack in McKendrick. Model določa časovne spremembe treh spremenljivk – števila dovzetnih (susceptible,  $S$ ), okuženih (infected,  $I$ ) in ozdravelih (recovered,  $R$ ) oseb na podlagi le dveh konstantnih parametrov: stopnja širjenja okužb in stopnja okrevanja. Za tako preprost model smo se odločili zaradi njegove robustnosti, kljub omejeni dostopnosti podatkov. V Sloveniji je metodologija

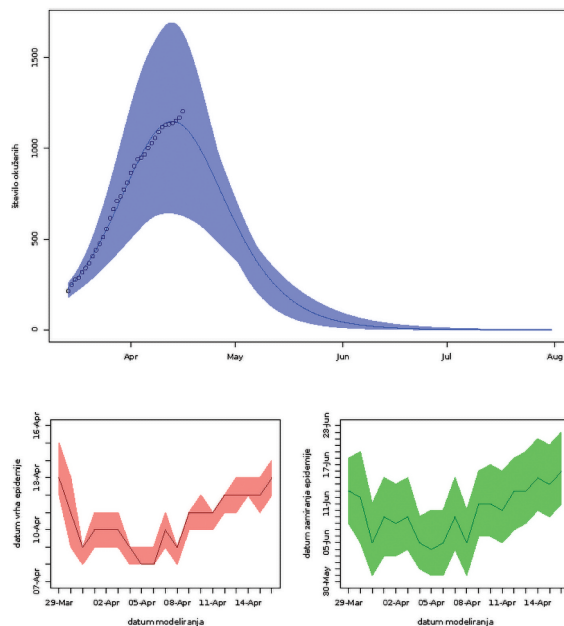
sledenja epidemije namreč osredotočena na število okuženih oseb. Dnevni podatki o številu ozdravljenih oseb v Sloveniji ni bilo na voljo.

Tako smo vrednosti parametrov modela ocenjevali na podlagi časovne spremembe števila okuženih oseb od 14. marca (torej od datuma uvedbe ukrepov za zajezitev epidemije), ki jih je dnevno objavljala Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ). Uporabili smo programsko opremo za strojno učenje modelov dinamičnih sistemov iz podatkov in predznanja ProBMoT ([probmot.ijs.si](http://probmot.ijs.si)), ki jo že vrsto let razvijamo

sodelavci E-8. Zaradi omejene količine dostopnih podatkov (pri prvem poskusu modeliranja 29. marca smo imeli torej na voljo le 16 podatkov) smo težko zaupali ocenjenim vrednostim parametrov modela, zato smo uporabili metodo zankanja za vzorčenje parametrov iz okolice ocenjenih vrednosti. Tako smo dobili simulacijo modela SIR za Slovenijo v obdobju od maja do avgusta 2020 s širokimi intervali zaupanja na zgornjem grafu slike.

Model smo od 29. marca do 16. aprila dnevno posodabljali z novimi podatki NIJZ [1]. Spremljali smo modelske napovedi datuma vrha epidemije (časovne točke, ko število okuženih začne padati) in datuma njenega zamiranja (časovne točke, ko je manj kot 10 okuženih oseb), ki jih prikazujeta spodnja dva grafa na sliki. Grafa kažeta izjemno robustnost modela in stabilnost njegovih napovedi. Še več, model je pravilno napovedal datum vrha epidemije med 8. in 13. aprilom. Modelska napoved datuma zamiranja epidemije za Slovenijo je med 5. in 15. junijem. Takrat bomo lahko preverili točnost te napovedi.

[1] Petkovič, M., Simidjievski, N., Todorovski, L. (2020) *Modeling the COVID-19 Epidemics in Slovenia*. Dostopno na <http://kt.ijs.si/~ljupco/covid-19-sir/report.nb.html>



**Simulacija epidemiološkega modela za Slovenijo (zgoraj) in njegovih napovedi datumov vrha (spodaj levo) in zamiranja**

## MERITVE UČINKOVITOSTI FILTRACIJE ZAŠČITNIH MASK

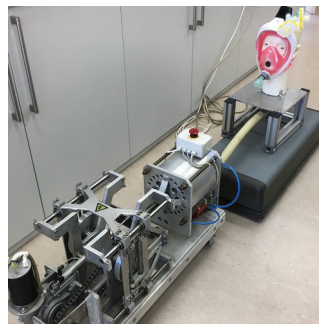
Anja Pogačnik Krajnc, mag. fiz., F5

V času pomanjkanja ustrezne zaščitne opreme za zdravstvene delavce se je na Odseku za fiziko trdne snovi osnovala skupina, ki jo sestavlja mlada raziskovalca Luka Pirker in Anja Pogačnik Krajnc ter doc. dr. Anton Gradišek in prof. dr. Maja Remškar. Že sredi marca smo začeli testirati učinkovitost filtriranja zaščitnih mask.

Opremo Infrastrukturnega centra za mikroskopijo in detekcijo nanomaterialov (CMD-NANO), ki je namenjena meritvam onesnaženosti zraka z nanodelci, smo v času epidemije s pomočjo prof. dr. Igorja Mekjaviča dopolnili in prilagodili meritvam prepustnosti delcev skozi masko, nameščeno na model človeške glave. Meritev poteka tako, da v komoro doziramo testni prah, ki ga nato s sesanjem zraka skozi ustno odprtino modela vzorčimo z detektorjem nanodelcev, ki delce razvrsti po velikosti in jih prešteje. Tako izmerimo prepustnost delcev s premerom od 13 nm do 572 nm, kar pokrije tudi celotni velikostni red virusov. Iz meritev lahko določimo učinkovitost filtracije delcev različnih velikosti

ter učinkovitost filtracije maske oziroma materiala, iz katerega je narejena.

Na pobudo mladih zdravnikov ter zdravnikov iz UKC Ljubljana in Maribor ter Splošnih bolnišnic Novo mesto in Ptuj smo v prvih tednih kritičnega pomanjkanja zaščitne opreme testirali maske, ki so namenjene zaščitni zdravnikov pred pacienti, okuženimi z virusom SARS-CoV-2. Merili smo improvizirane maske, in sicer takšne, ki so jih šivali v bolnišnicah sami, pa tudi inovativno predelane potapljaške in plinske maske ter različne modele 3D tiskanih mask. Raziskovali smo vpliv sterilizacije s peroksidno paro, UV-svetlobo in plazmo na učinkovitost filtracije respiratornih mask ter možnosti za njihovo ponovno





varno uporabo v stiku z okuženimi pacienti. Pomerili smo filtracijsko učinkovitost različno tkanega bombažnega blaga za izdelavo pralnih mask. Dva sloja tetra blaga za plenice sta npr. pokazala filtracijsko učinkovitost le 22 %, medtem ko imajo nekateri gosto tkani bombaži (poplini) učinkovitost skoraj 80 %. Podatke smo poslali na Ministrstvo za gospodarstvo kot pomoč za podjetja, ki bi začela šivati maske. Ko je Slovenija dobila nujne zaloge zaščitnih mask iz tujine, smo začeli dobivati v testiranje maske z vprašljivimi certifikati in maske slovenskih podjetij, ki so že začela izdelovati higienske in kirurške maske.

Čeprav naš Center CMD-NANO ni akreditiran za tovrstne meritve, z našimi testiranjmi podjetja pridobijo koristne informacije glede ustreznosti materialov, ki jih imajo namen uporabiti v proizvodnji. Pomagali smo že več kot 30 naročnikom, naročila za testiranje pa še vedno prihajajo.

V sodelovanju z raziskovalci na Rektorskem centru v Podgorici pod vodstvom prof. dr. Luke Snoja poteka tudi znanstveno poglobljena študija vpliva sterilizacije mask z gama žarki in elektroni.

## MIKROSTRUKTURA MASKE ZA ZAŠČITO DIHAL

dr. Andreja Jelen, F5

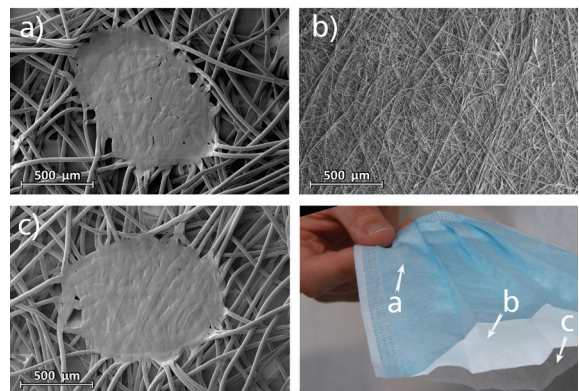
Medicinske maske za obraz oziroma tako imenovane kirurške maske so v času pandemije postale naš vsakdan. V tem prispevku je na kratko predstavljeno, kako je sestavljena tipična medicinska maska, kakršno definira standard SIST EN 14683 Medicinske maske za obraz – zahteve in preskusne metode.

Maska za zaščito dihal je v splošnem sestavljena iz treh slojev iz kemičnih vlakovin, kar je predstavljeno v četrtem kvadrantu slike 1: a) zunanjsa, ki je obarvana, b) filtra, ki je v sredini, in c) notranjsa, ki absorbira izdihan topel zrak.

Zunanja stran je vedno obarvana, običajno modro ali zeleno. Te barve delujejo psihološko pomirjevalno, kar je pomembno pri njihovi primarni uporabi (v medicini/kirurgiji), hkrati pa nedvoumno vidimo, kateri sloj je zunanji. V kvadrantu a) posnetek z vrstičnim elektronskim mikroskopom pokaže konvencionalna sintetična vlakna premera okrog 30 µm.

Največjo vlogo ima filter, ki predstavlja srednji sloj. Z vrstično elektronsko mikroskopijo se preverja mehanski aspekt oziroma mehanski mehanizem filtracije. Preverimo velikosti por in njihovo obliko. Pomembno je, da so dovolj majhne, da zaustavijo delce, ki jih želimo filtrirati, in tudi spreminjajo smer, da tako ujamejo manjše delce. V kvadrantu b) vidimo anizotropno orientirana mikrovlakna, najmanjša

premerov med 1,5 in 2,5 µm. Tako ustvarjajo gosto mrežo, ki ustreza zgornjim pogojem.



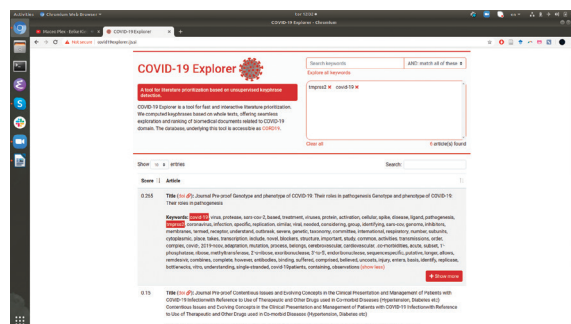
**SEM slike kirurške maske, posnete z dvožarkovnim sistemom vrstičnega elektronskega mikroskopa in fokusiranega ionskega snopa Helios NanoLab NL650, FEI (avtorica dr. Andreja Jelen).**

Notranji sloj, ki ga lahko vidimo v kvadrantu c), je ravno tako kot sprednji sloj narejen iz konvencionalnih kemičnih vlaken, ki so debeli okrog 30 µm in imajo gladko površino. Da ostanejo na svojem mestu in dajejo oporo filtru, ki je znotraj maske, je ta sloj zataljen na določenih mestih, v našem primeru v obliki elips. Če masko pogledate od blizu, se bodo te elipse oziroma na nekaterih maskah kvadratki videli že s prostim očesom.

## ORODJE ZA PREISKOVANJE MEDICINSKE LITERATURE V ZVEZI S PANDEMIJO COVID-19

doc. dr. Martin Žnidaršič, E8

Na odseku E8 smo razvili covid-19 Explorer, orodje za preiskovanje anotirane medicinske literature, povezane s pandemijo covid-19. Orodje omogoča pregled več kot 30.000 avtomatsko anotiranih (celih) znanstvenih člankov in je prosto dostopno. Za namen anotacije smo uporabili na odseku razvit algoritem RakUn, ki za dano besedilo najde in rangira ključne fraze – eno ali več besed, ki predstavljajo dani članek. Tovrstni proces je običajno drag in dolgotrajen, uporabljena metoda nenadzorovanega učenja ključnih fraz pa rezultate vrne v nekaj urah, prav tako pa omogoča primerjavo iste ključne besede čez niz člankov – prioritizacijo literature. Orodje je prosto dostopno na <http://covid19explorer.ijs.si/>



## ISKANJE OBSTOJEČIH ZDRAVIL, KI MORDA ZDRAVIJO TUDI COVID-19

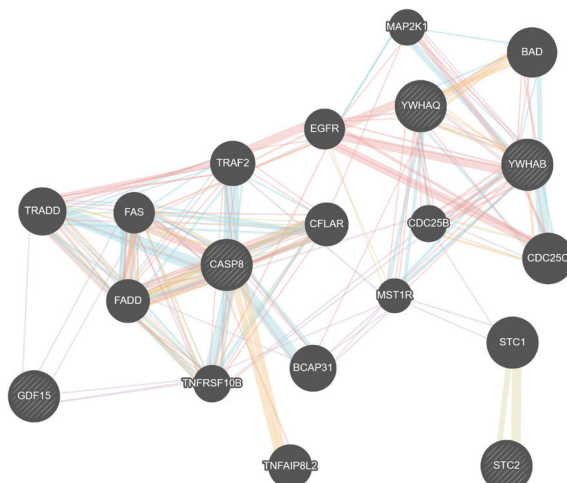
prof. dr. Uroš Petrovič, B2

Pandemija covid-19 je vplivala na globalno družbo tako kot še nobena nalezljiva bolezen. Izjemna hitrost širjenja koronavirusa SARS-CoV-2 zahteva tudi čim hitrejši razvoj načinov zdravljenja, ki bodo lahko edini omogočili ponovno vrnitev gospodarstva in družbenega življenja v stanje vsaj podobno tistemu, ki smo ga poznali pred pandemijo. Ker ne poznamo zdravila za nobenega od sedmih koronavirusov, ki povzročajo bolezni pri človeku, je najhitrejša pot do zdravila uporaba obstoječih registriranih zdravil za drugačen namen (angl. *drug repurposing*). Da bi se izognili slepemu testiranju registriranih zdravil, lahko z uporabo integrativne genomike napovemo najbolj verjetne ustrezne molekulske tarče zdravljenja in prek njih najdemo morebitno učinkovita zdravila za covid-19.

Pristop integrativne genomike v primeru iskanja tarč za zdravljenje covid-19 temelji na znanih fizičnih interakcijah proteinov, ki jih kodira genom virusa SARS-CoV-2 s proteini v okuženih celicah – skupek vseh takšnih interakcij imenujemo interaktom. Sprememba aktivnosti humanih proteinov interaktoma lahko ima za posledico motnje v življenjskem ciklu koronavirusa, kar bi posledično ugodno delovalo na ozdravitev. Prva očitna takšna interakcija je med virusnim proteinom S, potrebnim za vstop virusa v celico, in celičnim receptorjem ACE2, ki pa

je – zaradi svoje vloge pri uravnavanju krvnega tlaka in nejasne povezave med uporabo zdravil, katerih tarča je ACE2, in potekom bolezni covid-19 – za zdaj še izmikajoča se tarča zdravljenja covid-19 (Vaduganathan in sod. (2020) *N Engl J Med* (2020) 382:1653). Posledično potekajo intenzivne raziskave za določitev drugih potencialnih tarč. Tako je bila že marca, še pred razmahom epidemije covid-19 v Evropi, objavljena študija, kjer so potencialne tarče zdravljenje napovedale na podlagi eksperimentalno določenih fizičnih interakcij proteinov šestih humanih koronavirusov – vseh z izjemo SARS-CoV-2 – s proteini človeka (Zhou in sod. (2020) *Cell Discov* 6:14). Rezultat te študije je seznam 16 za druge bolezni registriranih zdravil, za katere so napovedali, da bi utegnili biti učinkovita tudi za zdravljenje s koronavirusi povzročenih bolezni. Konec aprila pa je bila v reviji *Nature* predobjavljena študija, ki je v nasprotju s predhodno temeljila na svežih podatkih, in sicer na eksperimentalno določenem interaktomu 26 proteinov, ki jih kodira genom virusa SARS-CoV-2, s proteini, ki se izražajo v humani celični liniji, ki je bila uporabljena v dotični študiji (Gordon in sod. (2020) *Nature* doi 10.1038/s41586-020-2286-9). V tej študiji so odkrili 66 potencialnih tarč za zdravljenje, za ciljanje katerih obstaja 69 registriranih zdravilnih učinkovin.

Na Odseku za molekularne in biomedicinske znanosti (B2) smo metode integrativne genomike usmerili predvsem proti proteinu Orf8 koronavirusa SARS-CoV-2. Mutacija, ki izbiye gen za ta protein, je bila namreč opisana tako za seve virusa SARS-CoV kot za seve novega koronavirusa SARS-CoV-2, v obeh primerih pa so poročali o posledično manjši virulentnosti virusa (Muth in sod. (2018) *Sci Rep* 8:15177; doi 10.1101/2020.03.11.987222). Zanimivo je, da je zaporedje gena *ORF8* med virusoma SARS-CoV in SARS-CoV-2 v 52 % nukleotidov identično, kar se bistveno razlikuje od povprečne 80-odstotne identičnosti med genomoma obeh virusov. Funkcija proteina Orf8 v življenjskem ciklu koronavirusa ni znana – očitno pa je pomembna za virulentnost in zato lahko predpostavimo, da bi izničenje te funkcije, podobno kot mutacija gena *ORF8*, zmanjšalo virulentnost koronavirusa. Poleg objavljenih eksperimentalnih podatkov smo v naši analizi upoštevali tudi na osnovi primarne strukture proteina Orf8 napovedane fizične interakcije proteina (doi 10.1101/2020.03.29.014381), saj smo tako v analizo lahko zajeli celoten proteom človeka in ne zgolj tistih proteinov, ki se izražajo v prej omenjeni celični liniji. Z izločitvijo manj verjetnih interaktorjev in z dodatno analizo, temelječo na znani funkciji najbolj verjetnih humanih interaktorjev proteina Orf8, smo seznam 15 potencialnih tarč, ki so jih na podlagi interaktoma proteina Orf8 v objavljeni študiji predlagali Gordon in sodelavci, zožili na eno tarčo: protein MST1R (slika 1), ki se med drugim izraža v celicah epitelija spodnjih dihal in deluje kot regulator vnetja; registrirana zdravilna učinkovina fostamatinih pa je inhibitor tega proteina. Dodatno smo z našo analizo pokazali, da ima Orf8 zelo



**Slika 1: Integrativni interaktom (roza: protein-protein interakcije; svetlo vijoličasto: koekspresija; oranžno: računsko napovedane funkcijske povezave; temno vijoličasto: kolokalizacija; modro: skupna biokemijska pot; zeleno: genetske interakcije) genov/proteinov, povezanih s proteinom Orf8 koronavirusa SARS-CoV-2. CASP8, YWHAB, YWHAQ: računsko napovedani protein-protein interaktorji Orf8; GDF15, STC2: eksperimentalno določena protein-protein interaktorja Orf8. Eden od dveh proteinov v mreži, ki imata najkrajšo razdaljo do vseh interaktorjev Orf8 (število povezav v najkrajši poti  $\leq 2$ ), je MST1R (drugi je CDC25B). Slika je bila pripravljena z uporabo orodja GeneMania (<https://genemania.org/>).**

verjetno vlogo pri uravnavanju vnetnega odziva pacientov, okuženih s SARS-CoV-2. Načrtujemo, da bomo naše napovedi kmalu lahko preverili tudi z laboratorijskimi eksperimenti.

## NIDOVIRUSI SO VELIKA GROŽNJA ZA IZBRUHE NOVIH BOLEZNI PRI ČLOVEKU IN DOMAČIH ŽIVALIH

prof. dr. Dušan Kordiš, B2

Nidovirusi (red Nidovirales) so velika skupina RNA-virusov, ki povzročajo respiratorne in gastrointestinalne infekcije pri ljudeh in živalih. Največ raziskav v zadnjih dveh desetletjih je bilo usmerjenih na koronavirus, kamor spadajo SARS-CoV-1, SARS-CoV-2 in MERS-CoV. Na področju veterine imajo nidovirusi veliko vlogo, saj je prašičji reproduktivni in respiratorni arterivirus (PRRSV) virusna grožnja številka 1 po svetu. Nedavni hudi izbruhi virusa diareje pri prašičih (PEDV) in stalne težave z virusom nalezljivega bronhitisa (IBV) v perutninski industriji

so drugi primeri družbenega in gospodarskega pomena okužb z nidovirusi. Koronavirusi sicer lahko okužijo samo sesalce in ptiče, drugi vretenčarji pa so občutljivi na okužbo s tobanivirusi in arterivirusi. Zelo raznolike nidoviruse najdemo pri nevretenčarjih. Zanje so značilni kompleksni in največji genomi med RNA-virusi. Evolucijo genomov in adaptivno evolucijo proteinov so do zdaj v glavnem analizirali pri betakoronavirusih. Temeljne raziskave nidovirusov zagotavljajo vpogled v njihovo biologijo, njeno natančno poznavanje pa je ključnega pomena za

ustrezno pripravo na izbruhe novih bolezni, ki jih bodo ti virusi še povzročili.

Naše raziskave so usmerjene v analizo genomov in evolucijo različnih nidovirusov pri nevretenčarjih in vretenčarjih. Zanimivo je, da so do zdaj našli relativno malo novih predstavnikov nidovirusov pri nevretenčarjih, precej več pa pri vretenčarjih. Z različnimi bioinformatičnimi orodji smo preiskali številne transkriptome in odkrili genome več kot 20 novih, zelo divergentnih nidovirusov. Filogenetsko nekateri od njih spadajo v že znane družine, nekateri pa predstavljajo nove družin nidovirusov. Genomi novih nidovirusov so velikostnega reda 19–27 kilobaznih parov (kb). Za vse nove nidoviruse smo pridobili po večini celotna zaporedja genomov, kar nam omogoča analizo strukturne organizacije njihovih genomov in proteomov ter evolucijsko analizo. Odkrili smo tudi zanimiv primer horizontalnega prenosa pri muhi cece, ki je imela v svojem transkriptomu sesalski arterivirus (sorodnik koronavirusov). Muhe bi torej lahko bile prenašalci arterivirusov oziroma

drugih nidovirusov in bi lahko prispevale k hitremu širjenju bolezni predvsem med domačimi živalmi.

Posebno zanimivi so možni novi izbruhi epidemij, ki bi izvirali iz do zdaj neznanih virov, kot so npr. delta-koronavirusi in alfakoronavirusi (z velikih prašičjih in perutninskih farm). Naslednja potencialna nevarnost za človeka so mezonivirusi (Mesoniviridae), ki so prisotni tudi pri tropskih komarjih in bi lahko pomenili nov vir okužb. Komarji tudi ne potrebujejo vmesnega gostitelja za uspešno okužbo človeka. S pomočjo mestno specifične pozitivne selekcije bomo raziskali, katere spremembe v ključnih proteinih nidovirusov bi lahko bile pomembne za povzročitev okužbe pri človeku oziroma za prilagoditev na človeka kot novega gostitelja.

*Dodatno branje:* Bad News Wrapped in Protein: Inside the Coronavirus Genome Jonathan Corum and Carl Zimmer -- <https://www.nytimes.com/interactive/2020/04/03/science/coronavirus-genome-bad-news-wrapped-in-protein.html>

## OBISKI OTROK IN MLADINE NA IJS TUDI NA DALJAVO?

Miha Pitako, [ijsobiski@ijs.si](mailto:ijsobiski@ijs.si), Center za prenos tehnologij in inovacij

*Zaradi interesa izobraževalnih ustanov za obiske, ki presegajo dane možnosti osebnih tedenskih obiskov otrok in mladine, v Centru za prenos tehnologij in inovacij kot eno od možnosti preverjamo interes in zmožnosti odsekov, da se za šolarje in študente tudi na Jamovi cesti izvajajo obiski na daljavo.*

Kot ste v preteklosti že opazili po vrvežu otrok in mladine na Institutu, Center za prenos tehnologij in inovacij (CTT) organizira redne obiske vrtcev, osnovnih in srednjih šol ter fakultet, ki potekajo v objektih na Jamovi cesti v Ljubljani. Obiske organiziramo v okviru tedenskih terminov. Namen šolskih obiskov na IJS je spodbujanje radovednosti in interesa za znanost in naravoslovne vede pri otrocih in mladini. Prav tako nas ti obiski spomnijo, komu so namenjene izboljšave, s katerimi znanstvenoraziskovalne in spremljajoče dejavnosti sodelavcev IJS prispevajo v tehnološki napredek in posledično splošno korist družbe. Ob tej priložnosti bi se želeli zahvaliti vsem, ki na posameznih odsekih sprejmejo obiskovalce ali so drugače vključeni v pripravo in izvedbo obiskov.

V okviru šolskega leta 2019/20 smo z zadnjim obiskom osnovne šole Jožeta Krajca z Rakeka (27. 2. 2020) morali prekiniti serijo 36 načrtovanih in potrjenih 75-minutnih obiskov. Žal smo prav tako

morali odpovedati Dan odprtih vrat in obiske med Štefanovimi dnevi, ki tradicionalno potekajo konec marca. Do prekinitve smo na IJS gostili ter v dialog z vrhunsko znanostjo povabili 430 obiskovalcev in njihovih odraslih spremljevalcev. Sodeč po njihovih pozitivnih odzivih jim bo spomin na predstavljeno delo sodelavcev in opreme Instituta še dolgo oblikoval zavedanje o vrhunski znanosti kot zanimivi in neizogibni sestavini vsake uspešne družbe.

Novo okoliščine, ki so zahtevale hitro posvojitve elementov izobraževalnega procesa na daljavo, so mnoge prisilile v uporabo telekonferenčnih tehnoloških rešitev in omejile fizične stike. Zaradi nastalih omejitev in pobud izobraževalnih ustanov v Centru za prenos tehnologij in inovacij z odseki kot eno od možnosti preverjamo interes in zmožnosti za izvedbo obiskov na daljavo. TT-koordinatori, s katerimi smo imeli virtualni sestanek, so idejo načeloma podprli, seveda pa je vse odvisno od konkretne izvedbe in soglasja vodij enot.

Možnosti za izvedbo je veliko. Od slike in žive besede koordinatore obiskov, vzpostavljenega dialoga s šolajočo mladino do vnaprej pripravljenih virtualnih sprehodov po laboratorijih. Na reaktorju v sklopu svojega dela določene obiske na daljavo že izvaja ICJT.

Pri tem še vedno ostajamo osredotočeni na organizacijo klasičnih obiskov, ki so se po odzivu šol in šolarjev izkazali za nepogrešljivo doživetje. Obiske na daljavo bi v prihodnje ponujali kot dodatno možnost za premagovanje časovnih, logističnih in drugih ovir za obiske šol.

Sodelavci CTT v želji po nadaljevanju predstavitev Instituta zunanjim obiskovalcem nadaljujemo delo in bomo veseli tudi odzivov in pobud zaposlenih tako glede možnosti izvedbe e-obiskov na posameznem odseku kot glede konkretnih predlogov in materialov, ki so bili morda že pripravljene za druge priložnosti, a so primerni tudi za testno uporabo pri izvedbi obiskov na daljavo.

## PRISPEVKI

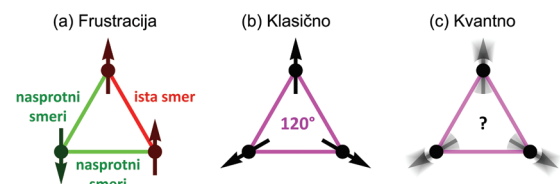
## VALOVI MAGNETNE PREPLETENOSTI

dr. Matjaž Gomilšek, F5

## 1. Uvod

## Red in nered

Magnetni pojavi v kvantni mehaniki so zadnja desetletja postavljeni v ospredje raziskav v fiziki trdne snovi [1–3]. Razlog za njihovo popularnost je, da vse bolj spoznavamo, da najdemo v magnetnih snoveh nepričakovano široko paleto fizikalnih pojavov, čeprav so osnovni gradniki magnetnih snovi – tako imenovani spini magnetnih ionov – sami zase izjemno preprosti objekti. Spine (kvantizirane magnetne dipolne momente) si lahko predstavljamo kot majhne magnetke, ki se lahko obračajo v različne smeri in se nahajajo na mestih ionov. Kompleksnost magnetnih snovi je posledica koreliranega obnašanja velikega števila takšnih vrtljivih magnetkov.



**Slika 1.** (a) V trikotniku spinov je nemogoče, da bi vsi trije spini kazali v paroma nasprotni smeri (zeleni vezi) in s tem zadostili antiferomagnetnim interakcijam med njimi. (b) Klasično stanje z najnižjo energijo je vseeno urejeno s spini pod koti  $120^\circ$ . (c) Zaradi kvantne nedoločenosti (kvantnih fluktuacij) se spinski red lahko poruši. Dobimo kvantno tekoče stanje. Povzeto po ref. [4, 7].

Ker med spini delujejo sile, ki lahko silijo pare sosednjih spinov, da se obrnejo na primer v isto smer (feromagnetna sklopitev) ali v medsebojno nasprotni smeri (antiferomagnetna sklopitev), se spini pri dovolj nizkih temperaturah, ko se poleže toplotni nered, običajno uredijo (zamrznejo) v izbran stacionaren vzorec, ki ima v dani snovi najnižjo

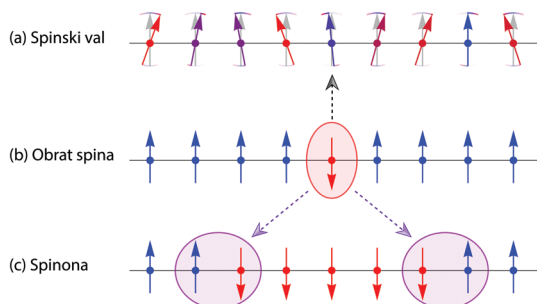
energijo. Temu vzorcu pravimo urejeno osnovno stanje sistema spinov. Snovem, ki ga pri nizkih temperaturah dosežejo, pravimo snovi z redom dolgega dosega. Posebni primeri takšnih snovi so na primer običajni (fero)magnetni, ki jih poznamo iz vsakdanjega življenja (magnetki, ki jih pripnemo na hladilnik). Ti zaradi urejenosti spinov magnetnih ionov v njihovi notranjosti ustvarijo znatno zunanje magnetno polje celo pri sobni temperaturi.

Obstajajo pa tudi takšne snovi, ki stacionarnega stanja, kjer bi vsi spini kazali v predpisane smeri, ne dosežejo pri nobeni temperaturi; niti pri idealizirani temperaturi 0 K, kjer bi se morale vse gibanje ustaviti. To se zgodi, kadar: je v snovi veliko trikotnikov antiferomagnetno sklopljenih spinov (to vodi do frustracije, torej intrinzične nezmožnosti sistema, da bi hkrati minimiziral energijo vseh interakcij med pari spinov [slika 1(a, b)]); so spini zelo majhni (saj takrat pride najbolj do izraza načelo kvantne nedoločenosti smeri posameznega spina [slika 1(c)]); je sistem efektivno nizkodimenzionalen (na primer dvodimenzionalne plasti spinov v kristalu, ki so znotraj posamezne plasti močno sklopljeni, med spini sosednjih plasti pa ni skoraj nobene interakcije). Skupaj lahko ti intrinzični viri nereda stalijo spinski red v snovi in vodijo do neurejenega, dinamičnega stanja snovi, ki mu pravimo kvantna spinska tekočina [1–3]. Ime izhaja iz analogije med dinamičnim obračanjem spinov v takšnih snoveh in dinamičnim pretakanjem molekul v tekočinah iz vsakdanjega življenja. O kvantnih spinskih tekočinah smo pisali že v prejšnjih številkih Novic IJS [4–6].

## Vzbuditve in vesolje v kristalu

Če damo spinu v običajni, magnetno urejeni snovi nekaj dodatne energije (ga zavrtimo v stran od zanj energijsko najbolj ugodne smeri), bo energijo predal preostanku snovi v obliki tako imenovanega

spinskega vala [slika 2(a, b)]. V takšnem valu se spini korelirano obračajo vstran od za njih v danem trenutku energijsko najbolj ugodnih smeri in so magnetni analog valovanja na vodi (kjer se molekule vode korelirano dvigajo in spuščajo nad in pod svojo ravnovesno lego na vodni gladini). V kvantni mehaniki spinskim valovom pripišemo kvantno spinsko število 1 (kot fotonom, kvantom svetlobe), kar pomeni, da predstavljajo bozone (vedejo se torej kot prenašalci sil).



**Slika 2.** (a) V spinskem valu se spini (barvne puščice) korelirano obračajo vstran od za njih najbolj energijsko ugodnih smeri (sive puščice v ozadju). (b) Tak val nastane iz obrata spina vstran od zanj energijsko najbolj ugodne smeri. (c) V kvantni spinski tekočini obrat spina ne ustvari enega vala, ampak dva kvazidelca spinona (prikazana je klasična analogija).

Če ponovimo enak poskus z obračanjem enega spina [slika 2(b)] v kvantni spinski tekočini, ki ni magnetno urejena temveč dinamična, pa nepričakovano ugotovimo, da obrnjeni spin ne ustvari enega navadnega spinskega vala, ampak (običajno) dve neodvisni motnji, ki jima pravimo spinona, ki se skoraj prosto širita skozi kvantno spinsko tekočino [slika 2(c)] [1–3]. Proces si lahko predstavljamo, kot da spinski val, ki je v urejenem magnetu stabilna vzbuditev, v kvantni spinski tekočini spontano razpade na dva neodvisna kvazidelca spinona. Ta sta torej v tem smislu kvantni »polovici spinskega vala«.

Spinone se običajno obravnava v enakem teoretičnem jeziku kot delce v fiziki osnovnih delcev; a ker so spinoni »le« kolektivne vzbuditve mnogih sklopljenih kvantnih spinov, jim pravimo kvazidelci. Pripišemo jim efektivno maso in kvantno spinsko število  $1/2$  (kot elektronom), kar pomeni, da jih lahko v najpreprostejšem primeru obravnavamo kot navadne fermione (v fiziki osnovnih delcev so takšni delci snovi). Spinoni se lahko skoraj prosto širijo po »vakuumu« osnovnega stanja kvantne spinske teko-

čine, a če se dva spinona približata drug drugemu, se med seboj začutita in se bodisi preusmerita (slika 3), anihilirata ali pa celo zlijeta v nov kvazidelec [1–3, 8].

Interakcijo med spinoni v najpreprostejših primerih opisujemo z umeritvenimi polji kot na primer  $U(1)$  (analogno elektromagnetni interakciji) ali  $SU(2)$  (analogno šibki interakciji), torej na enak način, kot opisujemo osnovne interakcije v fiziki osnovnih delcev [1–3]. Na tej ravni lahko torej razumemo kvantne spinske tekočine kot zveste naravne simulatorje hipotetičnih vesolj z drugačnim številom osnovnih delcev, drugačnim naborom osnovnih sil med njimi in (potencialno) tudi z drugačno dimenzionalnostjo prostorčasa.

A kvantne spinske tekočine lahko simulirajo še veliko več kot le analoge tistih delcev, ki jih poznamo v našem vesolju oziroma v fiziki osnovnih delcev. Izkaže se [1–3], da lahko v kvantnih spinskih tekočinah med drugim najdemo tudi: naravne primere umeritvenih polj z diskretno (namesto običajno zvezno) umeritveno simetrijo (pogosta je na primer simetrija  $\mathbb{Z}_2$ ), snovne delce, ki so sami sebi antidelci (Majoranovi fermioni), in topološke delce, ki niso niti bozoni niti fermioni (kljub nominalnemu spinu  $1/2$ ), temveč delci, ki so obtičali nekje vmes med obojima. Med slednje štejemo anyone [8] in (še kompleksnejše) parafermione [9], oboji pa so bili predlagani kot eni od ključnih gradnikov robustnih topoloških kvantnih računalnikov prihodnosti.

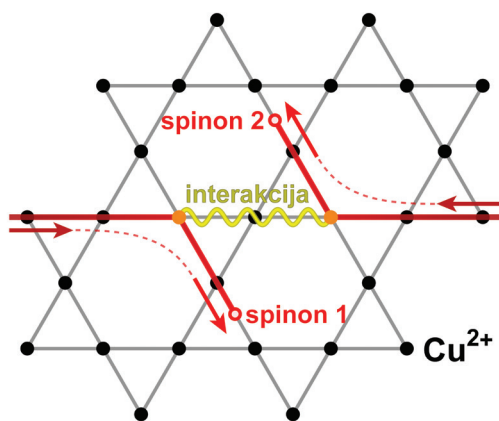
Nekatere kvantne spinske tekočine imajo prav tako dodaten nabor tako imenovanih konformnih simetrij, ki so ključen element kvantne kritičnosti. To pomeni, da bi stanje take kvantne spinske tekočine izgledalo enako, tudi če bi lokalno reskalirali dimenzije prostora. Prek slavne Anti de Sitter/Conformal Field Theory (AdS/CFT) korespondence [10], ki je poznana iz teorije strun, lahko vedenje kvantno kritičnih kvantnih spinskih tekočin povsem ekvivalentno opišemo tudi kot gibanje klasičnega delca v Einsteinovi teoriji splošne relativnosti, ki se je znašel v bližini eksotične črne luknje v posebnem ukrivljenem prostorčasu (Anti de Sitterjevem prostoru z negativno kozmološko konstanto).

Vidimo, da so kvantne spinske tekočine zmožne opisati oziroma simulirati skoraj vso kompleksnost našega vesolja in še precej več, čeprav jih sestavlja »le« veliko majhnih sklopljenih magnetkov (kvantnih spinov) v danem kristalu.

## Valovi prepletenosti

Omenimo še razlog za naslov prispevka. Ko se vprašamo po globljem razlogu za zmožnost kvantnih spinskih tekočin, da realizirajo vso to bogastvo različnih vedenj, ugotovimo, da tiči razlog v še enem od značilno kvantnomehanskih pojavov, in sicer v pojavu kvantne prepletenosti [1–3]. To je zmožnost kvantnih delcev, da se obnašajo korelirano (da ima opaženo vedenje enega delca napovedno vrednost pri napovedovanju vedenja drugega delca), tudi kadar delci niso v neposrednem fizičnem stiku in za opaženo korelacijo v klasični mehaniki ni nobenega razloga. Einstein je pojav takšnih korelacij v kvantni mehaniki poimenoval kar fantomsko delovanje na daljavo (angl. spooky action at a distance). V kvantnih spinskih tekočinah postanejo takšne neklasične korelacije izjemno močne in se pravzaprav raztezajo kar čez celoten kristal snovi. Vsi spini v kvantni spinski tekočini, tudi če so fizično zelo oddaljeni, so v skupnem, kvantno prepletenem stanju.

Projekt zadnjih desetletij, ki so se ga lotili teoretiki, je, da poenotijo razumevanje vseh posebnih vrst kvantnih spinskih tekočin ter njihovih kvazidelcev in vedenj v skupnem ogrodju vzorcev in valov v kvantni prepletenosti med posameznimi spini, ki sestavljajo snov, v kateri najdemo kvantno spinsko tekočino [1–3]. Kljub znatnemu napredku v zadnjih letih projekt še zdaleč ni končan in še zmeraj manjkajo odgovori na nekatera od najbolj osnovnih vprašanj.



Slika 3. Spinska mreža kagome in sipanje dveh magnetnih vzbuditev spinonov (rdeče) zaradi interakcije med njima (rumena vijugasta črta). V cinkovem brohantitu in herbertsmithitu je mreža kagome sestavljena iz magnetnih ionov bakra,  $\text{Cu}^{2+}$  (črne pike).

Eno od teh je identiteta enigmatične kvantne spinske tekočine na dvodimenzionalni spinski mreži kagome

(slika 3) [4, 5], ki je bila kot najbolj frustrirana med vsemi mrežami predmet mnogih raziskav v zadnjih letih [1–3]. Znano je, da se spini, postavljeni v to mrežo, obnašajo kot kvantna spinska tekočina, a o podrobnostih te kvantne spinske tekočine ni znanega skoraj nič zanesljivega. Razlog je v kompleksnosti eksaktne teorije na tej mreži in v majhnem številu dobrih eksperimentalnih realizacij kvantne spinske tekočine, ki imajo takšno mrežo spinov.

## 2. Cinkov brohantit

V svojem doktorskem delu [7] sem proučeval novo realizacijo spinske mreže kagome v spojini, ki smo jo poimenovali cinkov brohantit ( $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{SO}_4$ ). Ena od prednosti novega materiala je, da so dvodimenzionalne plasti kagome v njem med seboj mnogo bolj magnetno ločene kot v mnogih drugih predstavnikih spinskih mrež kagome (spini različnih plasti se med seboj praktično ne čutijo) [11].

### Spinonska kovina

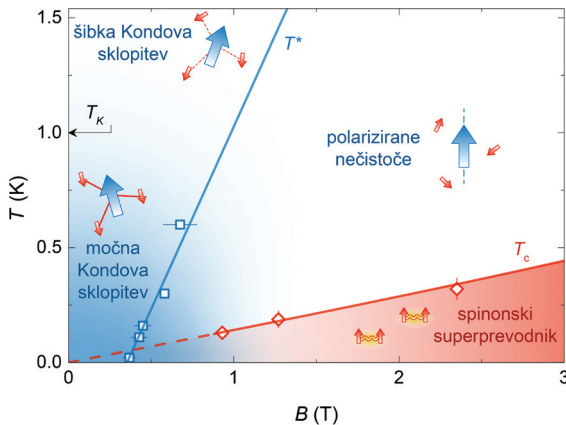
Z uporabo široke palete eksperimentalnih tehnik smo pokazali [12–14], da cinkov brohantit dejansko realizira enega od redkih potrjenih primerov kvantne spinske tekočine na mreži kagome. Meritve kažejo, da so spinoni v novi kvantni spinski tekočini fermioni (kot elektroni) z razsežno Fermijevo površino. Spinoni (kvanti magnetnih vzbuditev) se v cinkovem brohantitu torej vedejo tako, kot se prevodniški elektroni v kovini, čeprav je snov električni izolator. Takšne kvantne spinske tekočine, ki jim pravimo tudi spinonske kovine, so v naravi izjemno redke in spadajo med najbolj kompleksne med kvantnimi spinskimi tekočinami. Cinkov brohantit je pri tem še posebej nenavaden, saj ima spinonska kovina v njem dva različna režima obnašanja v dveh ločenih temperaturnih območjih [11, 12].

Za pravilno interpretacijo rezultatov meritev mionske spinske relaksacije ( $\mu\text{SR}$ ) na cinkovem brohantitu, ki je bila ena od ključnih uporabljenih eksperimentalnih tehnik, sem izpeljal tudi novo družino eksaktnih rešitev za precesijo miona, dipolno sklopljenega z bližnjim jedrom [12]. Izkaže se, da postaneta v takšni situaciji mion in jedro kvantno prepletena. Rešitev za jedro devterija, ki sem jo izpeljal, je zapisana tudi na steni kavarne Mafija na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani.

### Kondov pojav

V eksperimentalnih vzorcih cinkovega brohantita so v sicer nizkih koncentracijah neizogibno prisotne tudi nečistoče v obliki občasnih zamenjav nemagnetnih ionov  $\text{Zn}^{2+}$  z magnetnimi  $\text{Cu}^{2+}$  v strukturi

(podobno kot pri večini kvantnih spinskih tekočin na mreži kagome) [11–14]. Pokazali smo, da se okrog magnetnih nečistoč v cinkovem brohantitu pri dovolj nizkih temperaturah zberejo spinoni, ki z nečistočo tvorijo posebno kvantno prepleteno stanje (Kondov oblak) in nasprotujejo (senčijo) magnetni moment nečistoče (slika 4) [5, 14, 15]. Pojav je magnetni analog netrivialnega Kondovega pojava (senčenja magnetnih nečistoč), ki ga sicer poznamo iz običajnih kovin [16].



**Slika 4. Fazni diagram kvantne spinske tekočine v cinkovem brohantitu. Zunaj območja spinonskega superprevodnika (rdeče) je snov v stanju kvantne spinske tekočine, ki jo imenujemo spinonska kovina. Povzeto po ref. [5, 14].**

Naše odkritje je prva zanesljiva eksperimentalna realizacija tega pojava v električnem izolatorju, z njegovim odkritjem pa smo potrdili tudi več kot dve desetletji stare teoretične napovedi, da bi pojav v določenih kvantnih spinskih tekočinah z nečistočami moral obstajati. Z natančnimi meritvami odziva magnetnih nečistoč v pogojih za nastop Kondovega pojava pa nam je uspelo dokazati tudi prisotnost nezanemarljivih interakcij (umeritvenih polj) med spinoni v kvantni spinski tekočini v cinkovem brohantitu [5, 14]. O teh odkritjih smo podrobneje pisali tudi v nedavni številki Novic IJS [5].

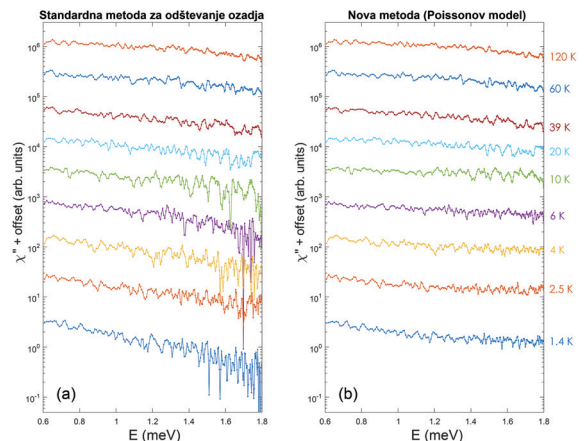
### Spinonski superprevodnik

Odkrili smo tudi, da cinkov brohantit v dovolj močnih magnetnih poljih in pri dovolj nizkih temperaturah preide v stanje povsem drugačne kvantne spinske tekočine (slika 4) [17]. Spinoni spinonske kovine namreč v teh pogojih tvorijo vezane pare pod vplivom umeritvenih interakcij med njimi, ki postanejo močnejše pod vplivom zunanjega polja. S tem se odpre energijska reža v gostoti stanj magnetnih vzbuditev okrog Fermijeve energije. Proces tvorbe

parov spinonov in pojav energijske reže v cinkovem brohantitu je magneten analog tvorbe Cooperjevih parov elektronov v (sicer eksotičnih tripletnih) superprevodnikih, ki prav tako vodi do energijske reže okrog Fermijeve energije. Magnetnemu stanju z energijsko režo v cinkovem brohantitu, ki nastopi v močnih magnetnih poljih, tako pravimo stanje spinonskega superprevodnika.

### Kvantna kritičnost

Pri visokih temperaturah, kjer postane vpliv termičnih fluktuacij znatnejši in začnemo zapuščati režim spinonske kovine, smo v cinkovem brohantitu odkrili tudi nenavadno kvantno kritično stanje spinov [12], ki ga še ne razumemo povsem. Te meritve so bile izjemno zahtevne, saj je bila intenziteta signala našega vzorca izjemno slaba. Da nam je uspelo iz podatkov vseeno izluščiti uporaben signal spinov, smo razvili novo metodo za analizo eksperimentalnih podatkov neelastičnega sipanja nevtronov [12], ki lahko poveča razmerje signal/šum tudi do 50-krat (slika 5). Metoda temelji na inovativni uporabi načela detajlnega ravnovesja, posebne simetrije v verjetnosti neelastičnega sipanja delcev, in je povsem splošna. Brez sprememb deluje na vseh snoveh (magnetnih in nemagnetnih) kot tudi na neelastičnem sipanju drugih delcev, na primer pogosto uporabljenih rentgenskih žarkov. Znanstveni članek, ki bo metodo podrobneje predstavil, je v pripravi.



**Slika 5. Rezultati (a) standardne in (b) novo razvite metode, temelječe na načelu detajlnega ravnovesja, za ločitev prispevka vzorca od prispevkov drugih virov sipanja (ozadja), uporabljene na eksperimentalno izmerjenih podatkih neelastičnega sipanja nevtronov na cinkovem brohantitu. Znatno zmanjšanje šuma z novo metodo je očitno.**



### 3. Herbertsmithit

V doktoratu [7] sem proučeval tudi novo sintetizirane kristale herbertsmithita ( $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ ). Herbertsmithit je najslavnejši in najbolj proučevan primer kvantne spinske tekočine v dveh dimenzijah. Po dolgotrajni nejasnosti okrog vrste kvantne spinske tekočine v tem materialu zadnji rezultati kažejo, da herbertsmithit vsebuje spinone z Diracovo disperzijo (torej z disperzijo brezmasnih fermionov; kot elektroni v grafenu), ki med seboj interagirajo prek efektivnih interakcij z umeritveno simetrijo  $U(1)$  (spinonski analog elektromagnetne sile) [18].

### Zlom simetrije in dve vrsti nečistoč

V herbertsmithitu smo odkrili prisotnost blage, a nedvoumno prisotne strukturne distorzije v kristalu, ki poruši idealno šestštevno simetrijo mreže kagome (slika 3). Distorzija bi lahko bila neposredno povezana z nastopom stanja kvantne spinske tekočine pri nizkih temperaturah, prav gotovo pa na to stanje vpliva [19]. Prav tako smo dokazali, da sta v herbertsmithitu prisotni dve vrsti magnetnih nečistoč (defektov), ki se znotraj kvantne spinske tekočine vedeta kvalitativno različno – do tedaj je bila predpostavljena le ena vrsta nečistoč. Razumevanje distorzije in različnih vrst nečistoč se je izkazalo za ključno za pravilno interpretacijo eksperimentalnih rezultatov na tej spojnini [18]. O odkritju distorzije in dveh vrst nečistoč v herbertsmithitu smo podrobneje pisali tudi v eni od prejšnjih številc Novic IJS [4].

### 4. Zaključek

Kvantne spinske tekočine so izjemno fascinantna stanja snovi, ki lahko kljub preprostosti svojih gradnikov (kvantnih spinov), realizirajo izjemno širok nabor različnih fizikalnih pojavov in vedenj. Področje raziskav kvantnih spinskih tekočin je zadnja leta izjemno aktivno in prinaša mnoga nova nepričakovana spoznanja. Obstaja celo upanje, da bi lahko te raziskave vodile do razvoja zmogljivega kvantnega računalnika, osnovanega na valovih magnetne prepletenosti.

### Literatura

[1] L. Savary in L. Balents, *Quantum spin liquids: a review*, Reports on Progress in Physics **80**, 016502 (2017).  
 [2] X.-G. Wen, *Choreographed entanglement dances: Topological states of quantum matter*, Science **363**, 834 (2019).

[3] C. Broholm *et al.*, *Quantum spin liquids*, Science **367**, 263 (2020).  
 [4] M. Gomilšek, *Odkritje znižane simetrije v kvantni spinski tekočini Herbertsmithit*, Novice IJS **180**, 19 (2017).  
 [5] M. Gomilšek, *Nov kvanten odziv nečistoč v kvantnih spinskih tekočinah*, Novice IJS **191**, 8 (2019).  
 [6] M. Klanjšek, *Odkritje visokotemperaturne kvantne spinske kapljevine polaronskih spinov*, Novice IJS **183**, 5 (2017).  
 [7] M. Gomilšek, *Quantum spin liquids on geometrically frustrated kagome lattices*, doktorska disertacija (Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, 2018).  
 [8] N. Janša *et al.*, *Observation of two types of fractional excitation in the Kitaev honeycomb magnet*, Nature Physics **14**, 786 (2018).  
 [9] J. Alicea in P. Fendley, *Topological phases with parafermions: theory and blueprints*, Annual Review of Condensed Matter Physics **7**, 119 (2016).  
 [10] E. Papantonopoulos, *From gravity to thermal gauge theories: the AdS/CFT correspondence* (Berlin Heidelberg New York: Springer, 2011).  
 [11] Y. Li *et al.*, *Gapless quantum spin liquid in the  $S = 1/2$  anisotropic kagome antiferromagnet  $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{SO}_4$* , New Journal of Physics **16**, 093011 (2014).  
 [12] M. Gomilšek *et al.*, *Instabilities of spin-liquid states in a quantum kagome antiferromagnet*, Physical Review B **93**, 060405(R) (2016).  
 [13] M. Gomilšek *et al.*,  $\mu\text{SR}$  insight into the impurity problem in quantum kagome antiferromagnets, Physical Review B **94**, 024438 (2016).  
 [14] M. Gomilšek *et al.*, *Kondo screening in a charge-insulating spinon metal*, Nature Physics **15**, 754 (2019).  
 [15] M. Gomilšek, *Quantum spin liquid Kondo effect* [video], <https://youtu.be/JgfAkBqkxqU> (2019). Naloženo 6. 6. 2019.  
 [16] A. C. Hewson, *The Kondo problem to heavy fermions* (Cambridge University Press, Cambridge, 1997).  
 [17] M. Gomilšek *et al.*, *Field-induced instability of a gapless spin liquid with a spinon Fermi surface*, Physical Review Letters **119**, 137205 (2017).  
 [18] P. Khuntia *et al.*, *Gapless ground state in the archetypal quantum kagome antiferromagnet  $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$* , Nature Physics **16**, 469 (2020).  
 [19] A. Zorko *et al.*, *Symmetry reduction in the quantum kagome antiferromagnet herbertsmithite*, Physical Review Letters **118**, 017202 (2017).

## DOSTOPNA JE PRVA VERZIJA GRAFA ZNANJA V OKVIRU EU-PROJEKTA THEYBUYFORYOU

Matej Posinkovič (E3), Matej Kovačič (CT3) in Anja Polajnar (CT3)

Laboratorij za umetno inteligenco (E3) in Center za prenos znanja na podočju IT (CT3) v okviru IJS sodelujeta pri evropskem projektu TheyBuyForYou. Vloga IJS je razvoj spletne aplikacije, katere cilj bo odkriti nepravilnosti v sistemu javnih naročil in javne porabe ter s tem omogočiti večji vpogled in pregled nad poljem javnih naročil.

Konzorcij projekta je objavil prvo verzijo grafa znanja za javna naročila ter s tem vzpostavil in standardiziral povezave med javnimi naročili in vključenimi podjetji.

Sistem javnih naročil je pomemben instrument za številna zasebna podjetja oziroma javne ustanove, saj se znotraj EU na razpisih vsako leto razdeli za približno dva bilijona (2000 milijard) EUR javnih naročil.

Visoke vsote, porabljene v sklopu javnih naročil, kar kličejo po mehanizmih, ki bi zagotavljali karseda transparentno in učinkovito potrošnjo. Take mehanizme je mogoče vzpostaviti le na podlagi jasnih in transparentnih povezav med kupci in dobavitelji – kar pa je omogočeno prav z objavo grafa znanja TBFY.

TheyBuyForYou je triletni raziskovalni projekt, podprt s sredstvi EU v okviru programa Obzorje 2020, ki združuje raziskovalce, inovatorje ter javne in zasebne ustanove iz petih evropskih držav. Cilj programa je olajšati dostop do podatkov javnih naročil in tako izboljšati proces upravljanja povpraševanja, konkurenčnosti trgov in gospodarske rasti.

V okviru projekta TheyBuyForYou zastavljene cilje dosegajo z integracijo različnih podatkovnih virov v graf znanja, ki omogoča najprej standardizacijo podatkovnih virov in nato še njihovo analizo. Prav analize podatkov nato kupcem (najpogosteje javnim ustanovam) omogočajo boljši pregled nad javnimi

naročili ter s tem učinkovitejši proces sprejemanja odločitev.



Po 18 mesecih ekipa s ponosom objavlja svojo prvo izdajo grafa znanja TBFY, ki že vključuje številne podatke o ponudbah in podjetjih. Od prvega četrletja v letu 2019 je graf sestavljen že iz več kot 23 milijonov trojic (osnovni gradnik grafa znanja), ki opisujejo skoraj 220 tisoč razpisov.

Graf znanja je na voljo kot odprtokodni vir in je združljiv z naslednjimi standardi na področju javnih naročil:

- OCDS (angl. kratica za odprti pogodbeni standard), ki zajema podatke o razpisih med celotnim procesom sklepanja pogodb,
- euBG ontologija, ki jo je razvil evropski projekt euBusinessGraph in standardizira podatke o podjetjih.

Graf znanja TBFY črpa podatke iz dveh temeljnih virov, ki ga zagotavljata podjetji:

- OpenCorporates, ki je vir podatkov o podjetjih, ter
- OpenOpps, ki prispeva podatke o razpisih in pogodbah, vključno s »Tenders Electronic daily – TED – data feed«.

Pomemben vir podatkov so tudi podatki o javnih naročilih, ki jih za Slovenijo zagotavlja Ministrstvo za javno upravo, ki je partner pri projektu.

Več informacij o projektu TheyBuyForYou je na voljo na spletni strani <http://www.theybuyforyou.eu/>.

## METEORIT NOVO MESTO

Bojan Ambrožič, CO Nanoznanosti in Nanotehnologije

V petek, 28. februarja 2020, ob 10.31 je nad Hrvaško in Slovenijo eksplodiral superbolid. Pojav so opazili tudi v Italiji in na Madžarskem. Ker je bil jasen dan, ga je opazilo veliko ljudi. Še več jih je slišalo značilen tuleč zvok, ki je spremljal pojav. Udarni val, ki je nastal ob eksploziji, je zaznala tudi državna mreža potresnih opazovalnic. Meteoroid, ki je povzročil superbolid, je v atmosfero vstopil s hitrostjo 21,5 km/s in je eksplodiral na višini 34,5 kilometra z energijo, ekvivalentno do 5 kT TNT. Njegova masa je znašala okoli 90 ton, premer pa okoli 4 metre. Zato je bilo kmalu jasno, da je najverjetneje del meteoroida preživel in padel na tla v obliki kosov meteorita. V torek, 3. marca, so se pojavili prvi izračuni lege meteoritskega polja. To je veliko približno 100 kvadratnih kilometrov in obsega kar 0,5 % površine celotne Slovenije: razteza se na Dolenjskem v smeri JV-SZ, v pasu približno od Birčne vasi do Gabrovke. Domnevamo, da se je tam razletelo od nekaj 10 do nekaj 100 kosov meteorita s skupno maso okoli 200 kilogramov.

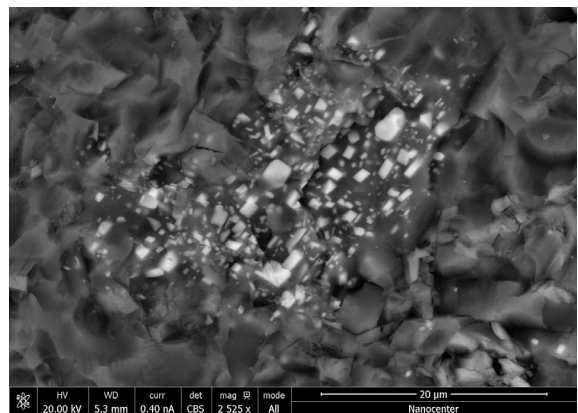


V sredo, 4. marca, sem v okolici Mirne Peči organiziral prvo iskalno akcijo. Kosov meteorita sicer nismo našli, ampak kot se je izkazalo pozneje, je to spodbudilo obširen odziv poročanja v medijih, kar je vodilo do najdbe prvega kosa meteorita. Poleg tega smo nevede šli le nekaj 10 metrov stran od druge lokacije najdbe kosa meteorita. Udeležen sem bil v devetih iskalnih akcijah, v katerih je skupno sodelovalo več kot 50 ljudi, a v nobeni nismo našli kosov meteorita.

Precej več sreče kot mi so imeli domačini. Prvi kos meteorita je 4. marca okoli 15.30 našel Gregor Kos na dovozu svoje hiše, v Prečni pri Novem mestu. O najdbi nas ni takoj obvestil, ker pri poskusu z

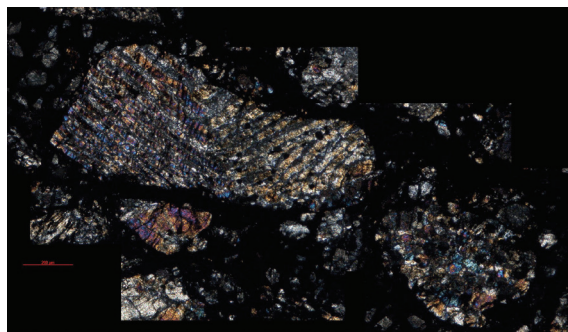


magnetom ni zaznal magnetnosti kamna (v medijih smo preveč poudarjali magnetnost – meteoriti so resda magnetni, vendar kamniti ne preveč močno). Gospod Kos me je v petek, 6. marca, okrog 21. ure kontaktiral in takoj sem potrdil, da gre za pravi meteorit – hondrit. Njegova masa znaša 203 grame. Najdbo smo uradno naznanili takoj naslednji dan na novinarski konferenci v Prirodoslovnem muzeju Slovenije. Drugi, doslej največji kos meteorita so našli 10. marca prav tako na dvorišču hiše najditelja, ki pa ne želi biti imenovan, prav tako ne želi, da razkrijemo lokacijo najdbe. Masa tega kosa znaša 469 gramov. Tretji kos so našli 14. marca v gozdu v neposredni bližini tovarne počitniških prikolic in avtodomov Adria pri Novem mestu. Našla ga je deklica Gaja Urek Ekart po le 45 minutah iskanja. S tem je postala prva in do zdaj edina oseba v Sloveniji, ki je iskala meteorit in ga tudi našla. Masa tega kosa znaša 48 gramov. Poleg teh treh kosov sem do zdaj prejel v pregled še več kot 60 drugih domnevnih meteoritov, ki pa so se vsi izkazali za lažne.



V CO Nanocentru smo že opravili prve analize meteorita Novo mesto. Vse tri kose meteorita prekriva črna žgalna skorjica, ki je nastala med letom

meteoroida skozi atmosfero. V primeru prvega in tretjega kosa je ohranjena skorajda v celoti, drugi kos pa jo ima razmeroma malo. V notranjosti prvega kosa je bilo že s prostim očesom mogoče videti značilne okrogle strukture, imenovane hondrule, zaradi česar smo že od začetka sklepali, da gre za hondrit. Preiskave hondrul z optičnim mikroskopom so pokazale, da so te zdrobljene oziroma zelo slabo ohranjene, kar kaže, da gre za močno termično metamorfoziran meteorit. Kemijske in petrološke analize so pokazale, da meteorit sestavljajo minerali silikati (olivin, pirokseni, plagioklaz, apatit), sulfidi (troilit) in železovo-nikljevi minerali (kamacit, taenit, tetratenit). Z meritvami kemijske sestave mineralov smo pokazali, da gre za L-hondrit oziroma navadni hondrit z majhno vsebnostjo železa. V nasprotju s prvim je drugi kos brečiran – gre za t. i. impaktno brečo. Naj pojasnim: hondritni meteoriti so bili nekoč del starševskih teles (večjih asteroidov), ki so med seboj trkali z velikimi relativnimi hitrostmi. Zaradi trkov je prišlo do delne stalitve/zdrobitve



meteoroida, kar je povzročilo nastanek čudovite breče, ki jo vidimo v drugem najdenem kosu. Prvi kos pa je le večji klast v breči. To kaže na to, kako zelo pomembno je za nas raziskovalce, da dobimo čim več kosov meteorita Novo mesto, saj bomo lahko le v tem primeru sestavili celotno zgodbo. Še vedno ostaja upanje, da najdemo glavni kos meteorita, ki po izračunih tehta najmanj 10 kilogramov.

## JIH POZNAMO

## JANEZ PUHAR

V prejšnji številki Novic IJS smo spoznali Janeza Puha, konstruktorja motociklov in avtomobilov, v tej številki pa bomo predstavili izumitelja z zelo podobnim imenom, a precej drugačno življenjsko zgodbo, Janeza Puharja.

Janez Avguštin Puhar, tudi Johann (ali Joannes) Augustin (ali August) Pucher, se je rodil leta 1814 v Kranju očetu Jožefu, kamnoseškemu mojstru in posestniku, ter mami Mariji, ki je bila Jožefova druga žena. Imel je še brata in tri sestre. Najprej je obiskoval normalko v Kranju, potem gimnazijo v Ljubljani. V šoli je pokazal nadarjenost za jezike, naravoslovje in umetnost. Čeprav se je po maturi najprej želel posvetiti umetnosti, se je na materino željo odločil za duhovniški poklic. Vstopil je v semenišče in leta 1838 v Kranju bral novo mašo. Tudi brat Matija je postal duhovnik.

Kot župnijski pomočnik je nato Puhar nastopil službo v Leskovcu pri Krškem, pozneje pa je kot kaplan delal v različnih krajih po Sloveniji. Najprej v Svibnem, nato v Metliki, v Ljubnem na Gorenjskem, v Radovljici, v letih od 1846 do 1853 na Bledu (kjer je dosegel največje uspehe, poleg tega pa je bil zaradi kozmopolitske narave kraja v stikih z obiskovalci z vsega sveta), potem v Čerkljah na Gorenjskem, na Smedniku, v Kamniku in nazadnje na Dovjem.

Umril je leta 1864 v Kranju, uradno zaradi tuberkuloze. Zadnja leta je bolehal na pljučih, verjetno tudi zato, ker se je pri svojem delu s fotografijo ukvarjal s strupenimi snovmi, kot so halogeni in živo srebro. Ob duhovniškem in fotografskem delu je Puhar risal risbe in slikal akvarele ter pisal slovenske in nemške pesmi. Nekatere so ponarodele, med bolj znanimi je žalostinka Vigred se povrne, ki jo je pozneje uglasbil skladatelj Oskar Dev.

**Janez Puhar** se je rodil 26. avgusta 1814 v Kranju in umrl 7. avgusta 1864, prav tako v Kranju. Po poklicu je bil duhovnik, v zgodovino pa se je zapisal kot eden od pionirjev razvoja fotografije, izumil je poseben način fotografije na steklo. Po njem se imenujeta ulici v Ljubljani in Kranju ter fotografsko društvo v Kranju, ki podeljuje po Puharju poimenovana priznanja.

Prva polovica 19. stoletja je bila obdobje, ko so bili narejeni prvi koraki v razvoju fotografije. Za začetnika velja Francoz Joseph Nicéphore Niépce (1765–1833). Niépce je že leta 1816 eksperimentiral s srebrovim kloridom, s katerim mu je uspelo izdelati negative, ki pa niso bili obstojni. Pri tem je izkoristil lastnost srebrovega klorida, da ta ob izpostavitvi svetlobi ali toploti razpade v kovinsko srebro in

elementarni klor. V naslednjih letih je postopek spremenil. Uporabil je bitumen, ki je tudi občutljiv na svetlobo, ga raztopil v sivkinem olju in raztopino na tanko nanese na kosirno ploščo. To ploščo je postavil v *camero obscura* in jo za nekaj dni na svojem oknu izpostavil zunanji svetlobi. Rezultat je bila prva do danes ohranjena fotografija – heliograf (iz leta 1826 ali 1827), ki prikazuje dvorišče, drevesa in zgradbe v okolici. Seveda nekajdnevna ekspozicija ni bila praktična za širšo uporabo. V naslednjih letih je Niépce začel sodelovati z rojakom Louis-Jacques-Mandéjem Daguerrom (1787–1851). Daguerre je po smrti Niépca izboljševal tehnologijo in leta 1839 objavil proces, imenovan dagerotipija. V tem postopku je na posrebrano bakreno ploščo neparil tanko plast srebrovega jodida, ki jo je izpostavil svetlobi. Dolgo ekspozicijo mu je uspelo skrajšati tako, da je ploščo



po kratki osvetlitvi izpostavil param živega srebra, nereagirani srebrov jodid pa je odstranil s slano vodo ali pozneje z natrijevim tiosulfatom.

Puhar se je s postopkom dagerotipije verjetno seznanil že leta 1839, ko je služboval v Metliki. Po poročilih Puharjevega biografa je metodo obvladal že naslednje leto (slike se niso ohranile). Ker pa je bil Daguerrov postopek zanj predrag, je Puhar razvil originalni pristop, ki je bil tudi veliko cenejši. Namesto kovinske plošče je uporabil stekleno, ki jo je izpostavil žveplovim spojinam in jodovim param. Za fiksiranje slike je prav tako uporabil živosrebrne pare in brom, utrdil pa jo je z alkoholom. Pri fotografiranju je osvetljevanje najprej trajalo eno minuto, pozneje pa ob dobri svetlobi okoli 15 sekund. Celoten postopek izdelave je trajal od 5 do 8 minut. Stekleno ploščo je nato prevlekel s temnim firnežem, jo pokril z drugo stekleno ploščo in na vseh straneh zalepil robove. Metodo je poimenoval svetlopis. Natančnejši postopek se sicer ni ohranil, saj Puhar rezultatov ni rad objavljajal, tako da postopka danes ni mogoče povsem rekonstruirati. Fotografija na

steklu je imela določeno prednost pred fotografijo na kovinski plošči, namreč, na fotografski plošči nastane zrcalna slika, ki se jo lahko na prozornem steklu obrne in dobi naravno lego, na kovinski plošči

pa ne (čeprav je ta pristop deloval le pri fotografijah, kjer je bila plast tanka in enakomerna). Poleg tega je Puhar eksperimentalni tudi z drugimi tehnikami, kot so fotografije na papirju in drugih podlagah, kopiranje in povečevanje negativov, razmnoževanje slik itd., vendar se podrobnosti niso ohranile.

Prvo poročilo o Puharjevih izumih je leta 1841 objavil časopis Carniolia. Dve leti pozneje, aprila 1843, je Puhar v tem časopisu objavil članek *Neu erfundenes Verfahren, transparente Heliotypen auf Glassplatten darzustellen* (Na novo izumljen postopek za prikazovanje prozornih heliotipov na steklenih ploščah). Že maja je članek povzel graški časopis

*Innerösterreichisches Industrie und Gewerbe Blatt*. Tako je Puhar prvi poročal o fotografiji na steklo, čeprav so za njegove dosežke na Dunaju izvedeli šele leta 1850, v Parizu pa leta 1852. Tako je nekaj časa (in v delu fotografske literature še zdaj) za začetnika fotografije na steklu veljal Francoz Abel Niépce de Saint-Victor (1805–1870), nečak zgoraj omenjenega Nicéphora. Ko je Puhar izvedel, da je Niépce o svojem izumu obvestil francosko akademijo znanosti (leto zatem pa objavil podrobnosti o postopku, ki je trajal 15 minut in je bil za portretiranje neuporaben), je začel iskati pot za uveljavitev prvenstva svojega izuma. Leta 1849 je Puhar o svojem delu poročal na shodu ljubljanskih znanstvenikov, leta 1851 pa so njegov izum objavili v poročilih akademije znanosti na Dunaju. Zapisal je, da so njegove fotografije sicer slabše kakovosti kot dagerotipije, vendar pa gre za popolnoma nov način izdelave, in da za izboljšavo potrebuje boljšo opremo.

V naslednjih letih je bil Puhar deležen mednarodne slave. Leta 1851 je svoje slike predstavil na Veliki razstavi v Londonu, na prvi od svetovnih razstav

(ti dogodki danes potekajo pod imenom Expo). Ob tej priložnosti je prejel bronasto medaljo, ki ni ohranjena. 17. junija 1852 je Puhar postal častni član francoske akademije za poljedelstvo, obrt in trgovino, ki mu je tudi izdala diplomu, kjer ga je poimenovala za izumitelja fotografije na steklu. Puharjevo poročilo dunajske akademije je istega leta v prevodu objavil francoski časopis La Lumière, malo zatem pa je ta časopis objavil tudi pismo francoskega vikonta Louisa de Daxa, ki je Puharja spoznal na Bledu in je tudi odkupil nekaj njegovih slik. Leta 1853 so bile Puharjeve slike razstavljene na svetovni razstavi v New Yorku, dve leti pozneje pa v Parizu.

Leta 1853 so Puharja z Bleda premestili v Cerklje, kjer se je še naprej ukvarjal s fotografijo, vendar svojih ugotovitev ni več objavljaj. V tem času so se na področju fotografije pojavile naprednejše tehnologije, ki so Puharjevo metodo potisnile na stranski tir. Puhar je izdelal veliko fotografij, vendar se jih je le okoli deset ohranilo do danes. Veliko jih je prodal ali

podaril tujcem, ki so ga obiskali na Bledu, in so se potem razgubile. Med motivi prevladujejo portreti, reprodukcije slik znanih avtorjev (denimo da Vincijeva Zadnja večerja) in krajine. Več fotografij, tudi zgornji avtoportret, hrani Narodni muzej Slovenije.

*Anton Gradišek*

Viri:

- Sandi Sitar: Sto slovenskih znanstvenikov, Prešernova družba, 1987
- [www.puhar.si](http://www.puhar.si)
- <http://www.fotodrustvo-kranj.si/>
- Damir Globočnik: Janez Puhar (1814–1864), razstavniki katalog, dokumentarna razstava ob dvestoletnici rojstva, 2014
- Slovenska biografija
- The Niepce Heliograph, <https://www.hrc.utexas.edu/niepce-heliograph>
- Narodni muzej Slovenije (slika)

## VARNOST IN ZDRAVJE NA DELOVNEM MESTU

### EPIDEMIJA KORONAVIRUSA COVID-19 IN SPREJETI UKREPI NA IJS

Ana Marija Horvat, dipl. var. inž., in mag. Bojan Huzjan, Služba za varnost in zdravje pri delu IJS

Začetek letošnjega leta je bil zaznamovan s prvimi primeri koronavirusa COVID-19 v Evropi, 4. marca pa je bil prvi primer obolelega potrjen tudi v Sloveniji. Z zaostrojitvijo ukrepov s strani države in priporočili Nacionalnega inštituta za javno zdravje (v nadaljevanju NIJZ) smo v naši organizaciji izvajali vse preventivne ukrepe za zaščito zaposlenih pred morebitnimi okužbami z novim koronavirusom.

Direktor Inštituta je s sklepom imenoval Komisijo za zagotavljanje kontinuiranega delovanja Inštituta, ki je pripravila načrt in glede na stopnjo nevarnosti skrbela za izvajanje ukrepov. Pri določitvi stopnje nevarnosti je bilo treba upoštevati pristojna nacionalna navodila in priporočila.

Zaradi izredno hitrega širjenja virusa in povečanja števila obolelih, tudi s težkimi oblikami in potekom bolezni, je bila v Sloveniji razglašena epidemija. Odpovedana so bila vsa ne nujna potovanja na ogrožena območja, kjer je bila okužba s koronavirusom COVID-19 potrjena. Z razglasitvijo epidemije se je življenje v Sloveniji dobesedno ustavilo. Delovale so le najnujnejše dejavnosti in službe, ki so zagotavljale podporo državljanom, kot so trgovine z osnovnimi živili, civilna zaščita, gasilci, policija, zdravstvo itd. Za optimalno zagotavljanje preprečevanja okužb s koronavirusom je bilo za vse zaposlene na Institutu-

#### Nasveti za umivanje rok

— Novi koronavirus SARS-CoV-2 —

1



Roke najprej dobro splaknemo pod toplo tekočo vodo.

2



Z milom, ki ga nanesemo po celotni površini rok, si drgnemo roke 1 minuto, po vseh predelih (dlani, hrbtišča, med prsti, palca in tudi pod nohti obeh rok).

3



Milo dobro speremo z rok s toplo vodo.

4



S papirnato brisačo za enkratno uporabo si roke obrišemo do suhega. Pipo zapremo s papirnato brisačo in pazimo, da se je z umitimi rokami ne dotaknemo več.

Več informacij na spletni strani Nacionalnega inštituta za javno zdravje: [www.nijz.si](http://www.nijz.si)

**NIJZ** Nacionalni inštitut za javno zdravje

## Pravilna higiena kašlja

— Novi koronavirus SARS-CoV-2 —

1



Preden zakašljate/kihnete si pokrijte usta in nos s papirnati robčkom.

ali

2



Zakašljajte/kihnite v zgornji del rokava.

3



Papirnat robček po vsaki uporabi odvrzite v koš.

4



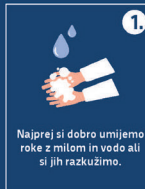
Po kašljanju/kihanju si umijte roke z milom ter vodo.

Več informacij na spletni strani Nacionalnega inštituta za javno zdravje: [www.nijz.si](http://www.nijz.si)



## PRAVILNA NAMESTITEV ZAŠČITNE MASKE ZA ENKRATNO UPORABO

1.



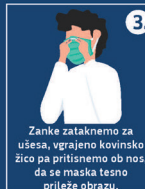
Najprej si dobro umijemo roke z milom in vodo ali si jih razkužimo.

2.



Masko obrnemo tako, da je vgrajena kovinska žička na vrhu. Pri barvni maski pazimo, da je bela stran obrnjena navznoter.

3.



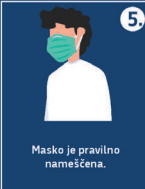
Zanke zatakamo za ušesa, vgrajeno kovinsko žico pa pritisnemo ob nos, da se maska tesno prilježe obrazu.

4.



Masko držimo na nosu, njen spodnji del potegnemo čez brado.

5.



Masko je pravilno nameščena.

Maska je namenjena ENKRATNI uporabi. ZAMENJATI jo je treba po DVEH URAH oziroma POGOSTEJE, če je VLAŽNA.

Pravilno nameščena maska mora pokrivati USTA, NOS in BRADO.

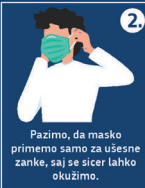
## PRAVILNA ODMANITEV ZAŠČITNE MASKE

1.



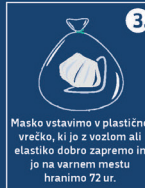
Najprej si dobro umijemo roke z milom in vodo ali si jih razkužimo.

2.



Pazimo, da masko primemo samo za ušesne zanke, saj se sicer lahko okužimo.

3.



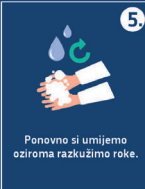
Masko vstavimo v plastično vrečko, ki jo z vodom ali elastično dobro zapremo in jo na varnem mestu hranimo 72 ur.

4.



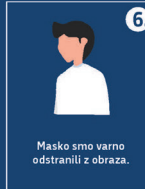
Vrečko z masko po pretečenih 72 urah odvržemo v koš z mešanimi odpadki.

5.



Ponovno si umijemo oziroma razkužimo roke.

6.



Masko smo varno odstranili z obraza.

Vlada Republike Slovenije



tu odrejeno delo od doma. Znotraj organizacijskih enot so bili zagotovljeni minimalni pogoji dela za pravočasno izvedbo projektnih nalog in pogodbenih obveznosti. Na začetku razglasitve epidemije se je na IJS vstopalo samo ob predhodni najavi, in sicer le v nujnih primerih in za kratek čas, o čemer se je vodila tudi evidenca.

Zaposleni, ki so zaradi nujnosti delovnih procesov opravljali delo na lokaciji IJS, so prejeli navodila, da se izogibajo nevarnim delom oziroma da se ta skrbno načrtujejo, da bi se izognili morebitnim poškodbam in/ali nastanku požara. Prejeli so tudi natančna navodila za preprečevanje okužb s koronavirusom (npr. delovne prostore je treba dobro prezračevati tako, da se odpirajo okna, komunikacija zaposlenih naj poteka tako, da ni osebnih stikov, ampak se opravlja po telefonu ali po elektronski pošti, tudi kadar so zaposleni v istem objektu in/ali nadstropju, ukinjeni so odmori za kajenje ter druge oblike zbiranja ljudi (kava, sestanki, posveti ...), nošenje malice od doma, pred obrokom in po njem si je treba dobro umiti roke itd. Skratka, ravnati samozaščitno ter v skladu z navodili in priporočili Nacionalnega inštituta za javno zdravje (NIJZ).

Zaposleni, ki so opravljali delo od doma, so prejeli navodila in priporočila za varno delo od doma. Zaposlenim je bila vseskozi na voljo Služba za varnost in zdravje pri delu (SVZD).

Služba za varnost in zdravje pri delu je tudi v stiku z Medicino dela, prometa in športa ter upoštevamo njihova navodila in priporočila. Služba za varnost in zdravje pri delu v času epidemije ni zaznala nobene okužbe zaposlenega na Institutu s koronavirusom COVID-19. Iz tega izhaja, da so bili vsi preventivni varnostni ukrepi s stališča zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu izvedeni pravočasno in ustrezno glede na nastalo situacijo.

Za zaposlene smo kupili vso ustrezno zaščitno opremo. V skladu z Navodili za delo v izrednih razmerah v času epidemije z virusom SARS-CoV-2 so predstavniki odseka s seznamom zaposlenih v organizacijski enoti prevzeli zaščitno opremo na IJS ter jo razdelili vsem zaposlenim.

S postopnim izboljšanjem epidemiološke situacije v Sloveniji in sproščanjem ukrepov s strani države se bodo postopoma rahljali tudi ukrepi na Institutu. Življenje se počasi vrača v normalne tire. Tudi v prihodnje se bo, da bi se izognili širjenju morebitnega novega vala okužb z koronavirusom COVID-19 ali podobnim, treba navodil in priporočil dosledno držati in jih spoštovati.

## PRIŠLI - ODŠLI (10. 2. – 1. 5. 2020)

**Zaposlili so se:**

10. 2. 2020 Zdenko Vuk, strokovni sodelavec, E9  
 15. 2. 2020 Marija Grozdanič, asistentka, B1  
 29. 2. 2020 Jamal Belhadi, asistent z doktoratom, K9  
 25. 2. 2020 Zuhail Kottoli Poyil, asistent z doktoratom, F5  
 1. 3. 2020 Jožica Repovž, samostojna strokovna delavka, U6  
 1. 3. 2020 Anja Grmovšek, samostojna strokovna sodelavka, U3  
 1. 3. 2020 Maja Hari, samostojna strokovna delavka, U3  
 1. 3. 2020 Žiga Brenčič, strokovni sodelavec, F2  
 1. 3. 2020 Jaka Olenik, strokovni sodelavec, F6  
 1. 3. 2020 dr. Andrej Čampa, znanstveni sodelavec, E6  
 1. 3. 2020 Tanja Dergan, asistentka, E8  
 1. 3. 2020 Edwin Johnatan Avila Mireles, asistent z doktoratom, E1  
 4. 3. 2020 dr. Mohit Pramod Sharma, znanstveni sodelavec, R4  
 11. 3. 2020 dr. Ermira Begu, asistentka z doktoratom, O2  
 16. 3. 2020 Maja Zupan, asistentka, O2  
 16. 3. 2020 dr. Desy Salvadego, asistent z doktoratom, E1  
 1. 4. 2020 dr. Vasyl Shvalya, znanstveni sodelavec, F6  
 8. 4. 2020 dr. Timon Mede, znanstveni sodelavec, R4  
 21. 4. 2020 Petra Hauschild, samostojna strokovna sodelavka, CPMIS  
 1. 5. 2020 Eva Pori, asistentka, E3, 38 ur/teden  
 1. 5. 2020 Alina Luminita Machidon, asistentka, E9

**Odšli:**

14. 2. 2020 dr. Barry Martin Ridge, asistent z doktoratom, E1  
 29. 2. 2020 dr. Anja Pucer Janež, asistentka z doktoratom, B3  
 29. 2. 2020 Gregor Klinc, strokovni sodelavec, E1  
 29. 2. 2020 Iaroslav Gerasimenko, asistent z doktoratom, F7  
 29. 2. 2020 dr. Luka Stopar, asistent z doktoratom, E3  
 6. 3. 2020 Jutra Černilogar Mrzelj, asistentka, O2  
 20. 3. 2020 dr. Aleksandar Savić, asistent z doktoratom, F5  
 31. 3. 2020 Stevanche Nikoloski, asistent, E8  
 31. 3. 2020 Bojan Hiti, asistent, F9  
 31. 3. 2020 Matjaž Rihtar, strokovni svetnik, E3  
 31. 3. 2020 David Golob, strokovni sodelavec, E9  
 31. 3. 2020 Žiga Barba, asistent, F2  
 31. 3. 2020 Željka Kukec, samostojna strokovna sodelavka, E1  
 31. 3. 2020 Eva Levičnik, strokovna sodelavka, F4  
 16. 4. 2020 dr. Rituraj Singh, asistent z doktoratom, E6  
 26. 4. 2020 Tjaša Lazič, samostojna strokovna sodelavka, CPMIS  
 30. 4. 2020 Žiga Zupanek, asistent, K1  
 30. 4. 2020 Dona Štepec, asistentka, K1

*Barbara Gorjanc*

*Novim sodelavcem želimo prijetno počutje na delovnem mestu.*

## OBISKI PO ODSEKIH

## OBISKI PO ODSEKIH (14. 2. – 15. 5. 2020)

**Odsek za tehnologijo površin in optoelektroniko (F4)**

25. 2. 2020 je bil na obisku prof. dr. Petr Špatenka s Tehnične univerze v Pragi, Češka, zaradi pogovorov o možnosti prijave EU-projekta na temo plazemskega nanosa tankih plasti za bioaktivno embalažo in razprave o sodobnih izzivih na področju plazemskih tehnologij.

**Odsek za fiziko trdne snovi (F5)**

Od 2. do 7. 3. 2020 je bil na obisku dr. Lachezar Komitov z Univerze v Göteborgu, Švedska, zaradi meritev fleksoelektričnosti v kapljicah tekočih kristalov.

**Odsek za kompleksne snovi (F7)**

Od 20. 2. do 4. 3. 2020 je bil na obisku prof. dr. Toda Yasunori z Univerze Hokkaido, Japonska.

**Odsek za reaktorsko fiziko (F8)**

Od 7. 3. do 3. 4. 2020 je bil na obisku dr. Daniel de A. M. Campolina (Nuclear Technology Development Centre, Belo Horizonte, MG, Brazilija) zaradi sodelovanja pri raziskovalnem delu na področju delovanja reaktorja TRIGA. Med obiskom so potekali tudi pogovori o skupnih projektih.



Od 24. 2. do 6. 3. 2020 sta bila na obisku dr. James P. Gunn (Institut de Recherches sur la Fusion Magnétique, Saint Paul Lez Durance, Francija) in prof. Tsviatko K. Popov (St. Kliment Ohridski University of Sofia, Fakulteta za fiziko, Sofija, Bolgarija) zaradi sodelovanja pri izvedbi eksperimenta v okviru skupnega raziskovalnega projekta EUROfusion Enabling Research (Project WPENR ENR-MFE19.CEA-06 Emissive divertor).

Od 17. do 21. 2. 2020 je bil na obisku Arran Plant z oddelka za inženiring Univerze v Lancastru, Anglija, zaradi pogovorov o krepitvi sodelovanja med obema institucijama v sklopu skupnih raziskovalnih projektov.

Od 20. do 21. 2. 2020 je bil na obisku dr. Aidan Reilly (United Kingdom Atomic Energy Authority, Abingdon, Anglija) zaradi pogovorov o krepitvi sodelovanja med obema institucijama v sklopu skupnih raziskovalnih projektov.

#### Odsek za elektronsko keramiko [K5]

Od 9. do 12. 3. 2020 je bila na obisku doktorska študentka Katharina Schuldt s Tehniške univerze Darmstadt, Nemčija. Glavni namen obiska je bila priprava tankih plasti feroelektričnih perovskitnih oksidov na različnih podlagah in njihova karakterizacija. Obisk je potekal v okviru bilateralnega projekta.

#### Odsek za nanostrukturne materiale [K7]

Od 1. 3. do 6. 4. 2020 je bil na obisku Milan Vukšić s Fakultete za strojništvo in pomorsko arhitekturo Univerze v Zagrebu (FSB), Hrvaška, zaradi raziskav v sklopu odobrenega projekta mobilnosti sklada JECS Trust, ki finančno podpira gostovanja mladih raziskovalcev s področja keramičnih materialov na institucijah, ki so pridružene članice evropskega keramičnega združenja (European Ceramic Society; ECERS). Raziskave so potekale v okviru projekta Spark plasma sintering of alumina ceramics with addition of waste (secondary) alumina powder, ki je potekal pod okriljem raziskovalnega programa P2-0087. Delal je pod vodstvom doc. dr. Andraža Kocjana.

Od 5. do 7. 3. 2020 je bila na obisku Sophie Legeai z Inštituta Jean Lamour Univerze Lorraine, Nancy, Francija, zaradi pogovorov o sodelovanju na evropski prijavi H2020 Heroic v letu 2020. Gostjo je sprejela prof. dr. Kristina Žužek Rožman.

24. 2. 2020 je bila na obisku prof. dr. Stoja Rešković z Zavoda za mehanično metalurgijo, Fakulteta za metalurgijo Univerze v Zagrebu, Sisak, Hrvaška, zaradi pogovorov o možnosti sodelovanja v prihodnje. Gostjo je sprejel prof. dr. Miran Čeh.

**V Novicah IJS objavljamo le tiste obiske, ki so vneseni v bazo podatkov (<http://www.ijs.si/ijs/obiski>). S tem lahko zagotavljamo večjo ažurnost, pravilnost in zanesljivost objav.**

#### Odsek za raziskave sodobnih materialov [K9]

Od 27. 1. do 13. 3. 2020 je bila na obisku dr. Manal Benyoussef (Laboratoire de Physique de la Matière Condensée (LPMC), Amiens, Francija). Namen obiska je bilo raziskovalno delo na področju keramičnih materialov na osnovi  $\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5}\text{TiO}_3$  za shranjevanje energije.

#### Odsek za znanosti o okolju [O2]

Od 14. do 15. 2. 2020 je bil na obisku prof. dr. Gleb Sukhorukov, School of Engineering and Materials Science, Queen Mary, University of London, London, Velika Britanija. Gost se je udeležil pogovorov o možnostih nadaljnega sodelovanja med različnimi skupinami na IJS, med obiskom je imel tudi odsečni seminar.

Od 1. do 20. 3. 2020 je bila na obisku dr. Dominika Saniewska z Inštituta za oceanografijo Univerze v Gdansk, Poljska, da bi raziskovala stabilne izotope in živo srebro na multikolektorju.

#### Center za prenos tehnologij in inovacij [CTT]

4. 3. in 10. 3. 2020 sta potekala sestanka s predstavniki podjetij:

- Vinkom Avguštinom, Elan, d. o. o., Begunje na Gorenjskem,
- Romanom Pestotnikom in dr. Radmilo Wollrab, Helios TBLUS, d. o. o., Domžale, Slovenija, na katerem so obravnavali teme za sodelovanje med podjetjem in raziskovalnimi odseki.

25. 2. 2020 je bil na obisku Boris Jordan, Kekon, d. o. o., Žužemberk, Slovenija. Namen obiska je bila presoja in konkretizacija predhodno identificiranih tem za sodelovanje z Odsekom za elektronsko keramiko (K5).

20. 2. 2020 je bil na obisku Tomaž Terček z Le-Tehnike, d. o. o., Kranj. Namen obiska je bila vzpostavitev dogovora o sodelovanju z zasebnim inventorjem, ki je izrazil interes za sodelovanje s podjetjem pri skupnem nadaljnjem razvoju in trženju izuma.

20. 2. 2020 je bil na obisku Milenko Prerad, zasebni inventor iz Ljubljane. Glavni namen obiska je bilo

posredovanje informacij o postopkih patentne zaščite, obsegu pravic industrijske lastnine, pravici uporabe tehnologije, pomembnih rokih in možnostih za komercializacijo svojih izumov; vzpostavljanju dogovora o sodelovanju s podjetjem in zunanjim sodelavcem, ekspertom za razvoj strojev, ki je izrazilo interes za sodelovanje z izumiteljem pri skupnem nadaljnjem razvoju in trženju izuma.

## KULTURNO DOGAJANJE NA IJS

## ODPRTJE RAZSTAVE STOJANA ŠPEGLA - INDUSTRIJSKI MOTIV

PONEDELJEK, 13. JANUARJA 2019, OB 18.00

**Samo eno srce**

Slikar in pesnik Stojan Špegel, ki živi in ustvarja v kraju, kjer igra rudarstvo veliko vlogo, je po prejšnjih slikarskih na naravo vezanih ciklih začel prav tu iskati motive. Najprej je upodabljal rudniške jaške iz Velenja, pozneje pa tudi druge rudniške jaške v Sloveniji. Ker sam živi v industrijskem okolju, se je (sprva v okviru magistrskega študija) odločil tudi za slikanje industrijskih motivov, ker meni, da je treba estetiko črpati iz tega industrijskega motiva in jo vrniti v neki drugi obliki, pregneteni, ter jo prikazati z drugega vidika. Seveda, z določeno distanco. V svojih slikah z industrijskimi motivi sestavlja sporočila z večpomenskimi zgodbami, z deloma povsem realističnimi, deloma pa simbolno abstraktnimi motivi. V nekaterih delih je že navzoče njegovo združevanje geometrijskih

in organskih oblik, posegal pa je tudi po simbolno poenostavljenih rešitvah: slikovni prostor je gradil iz večjih pravokotnih, različno obarvanih ploskev v diptihe ali celo triptihe. Predpriprava za slike so računalniški osnutki. Z njimi raziskuje, kakšen je vpliv novih vizualnih praks, ki jih podpira razvoj sodobnih tehnologij na status slikarske podobe.

V postopek slikarjevega dela so vključene podobe z interneta, spontani gibi z računalniško miško in podobe, ustvarjene z grafičnimi računalniškimi programi, pri čemer je končni videz likovne podobe unikatno izslikan in mestoma kolažiran na platno. Zbrane motive je Špegel z uporabo programa na ipadu prenesel v oblikovane formate slike, z njimi začel komponirati kompozicije, dodajati, brisati,

doslikavati s prsti in jih primerjati v različnih barvah. To mu je uspevalo, ker ta računalniški program omogoča tudi predstavitev oziroma prikaz postopka dopolnjevanja slike s hitro slikovno obdelavo podobe. Prav tako je z računalniškim programom preverjal posamezne triptihe, če je zastavljenost tridelne

podobe uravnotežena, če so motivi usklajeni in temu primerja kompozicijo tako vsebinsko kot oblikovno, likovno. Pri tem je uporabil več možnosti, in sicer črno-bele podobe, rentgenske posnetke, dvobarvnost, skratka značilnosti, ki se nanašajo na simboliko, ki jo je hotel vgraditi glede na posamezna obdobja industrijskega razvoja (fotografija, rentgen, dizajn ...). Magistra umetnosti Stojana Špegla zanimajo načini pojavljanja slike in njene navzočnosti v medijski sferi, vsebinsko pa vztraja pri determinirano-

sti področja svojega raziskovanja na dveh ravneh: na likovnem in literarnem. Industrijske motive za ta cikel slik je našel neposredno v svoji okolici, povezani tako s premogovništvom, pri katerem je bil pri delovanju v velenjskem Muzeju premogovništva dnevno navzoč, kot z njegovo širšo bivanjsko okolico. Za naslednji vsebinski cikel slik je uporabil motive, industrijsko proizvedene v Gorenju, umetniško deloma nazorno, deloma simbolično oblikovane v tridelne podobe. Vsaka tridelna podoba, do katere se skoraj praviloma dokoplje prek spleta, je vsebinsko in oblikovno samostojna entiteta, kompozicijsko povezana v triptih pa oblikuje večplastno nadrealistično pripoved. Kar deloma razloži tudi marsikatero pesem v zadnji zbirki Če ne ve, ve, če ve, ne ve, v kateri pravi:



*Tako ostajaš prepuščen slutenju svetlobe, plastenju razgledov. In prelom na simbolni ravni: Za brušenje skrhanega rezila duše si prvi na brusilni mizi, vendar ne razmaješ zob te mašine, ki škrtata in valovi tla (Industrijska suita).*

Za slikarja in pesnika Stojana Špegla je pomembno, da so njegove zgodbe premišljene, ne pa le ponujene v pogled zaradi pogleda samega. Čeprav se je z industrijsko panogo, ki jo želi izpostaviti, dodobra seznanil – ne le z izdelki, ampak tudi z njihovo zgodovino, reklamnimi plakati in oblikovanjem – njegova dela niso podrejena larpurlartizmu. Smisel njegovih likovnih sporočil je skrit v ozadju, gledalcu se razkrije šele s povezovanjem simbolov vseh delov triptiha. Pri treh večjih triptihih, ki delujejo tudi kot hommage Krki, tovarni zdravil, je obliko zenovsko nadgradil s pomenom in vizijo njenih izdelkov. Pri proučevanju minimalistično čisto oblikovanih izdelkov se je bolj kot na njihovo pojavnost osredinil na njihov pomen. Naslednji cikel slik ni več vezan na konkretno tovarno oziroma industrijski objekt, vsebuje pa posamezne elemente iz industrijskega okolja (led luč, osnova za izstrelitveno rampo za torpeda, orodje, kladivo v rokah delavca ...). V zasnovi gre tudi za nadaljevanje triptihov, čeprav je že sama zgradba osrednje podobe tridelna. Slikar lahko podobe dopolni s stranskima kriloma, ali pa tudi ne. Osrednja ženska figura na sliki sijočih barv predstavlja predmete poželenja, zrcalno postavljeni ženski figuri na drugi sliki občutke ujetosti in melanholije, na tretji pa nenavadno gracilni položaj balerine kaže morda objem stiske ali vrtočlavega zapeljevanja, kar vse je odvisno od gledalčevega pogleda in razumevanja teh Špeglovih podob. Slikarska poetika monumentalnih slik niha med (na prvi pogled) vizualno zelo privlačno osrednjo podobo in izbranimi industrijskimi atributi, povezanimi s sodobno tehnologijo. Vsebinsko se slikar vse bolj posveča intimnim zgodbam iz življenja, hrepenjenju, pripadnosti, lastnim vizijam, kar oživlja z bolj žarečo barvo in svetlobo, namesto hladnega industrijskega atributa pa v center spodnjega dela slike *Samo eno srce* umesti medicinsko podobo srca.

Spontanost je pri ustvarjanju Stojana Špegla še vedno rezultat standardnega postopka pri nastajanju umetniškega dela. Slikanja. Avtorjeve korekture v procesu nastajanja izslikane podobe in napake, ki se prikradejo pri slikarskem ročnem postopku, ostajajo navzoče v končnem izdelku z enako tehtnostjo kot nabor podob iz raznih tehnoloških praks. S takó ureničeno končno izdelano unikatno sliko se je Špegel postavil po robu industrijskim motivom, ki so praviloma ponavljajoče se serije enakih izdelkov. Gledalec mora zdaj le v tihoti razbrati posamične plasti v sliki in iz njihove razbitosti zaznati slikarjevo prikazovanje

odsotnosti celostnega pogleda na svet. *Zaznamovana pred ogledalom, s prepletenimi mehanizmi, / tihota ugasnjene spomina vlačí poljube iz žarometov noči.* (Izplunjeno jedro). V svetu, ki je razdrobljen bolj kot kadarkoli in v katerem ima osrednje mesto podoba, skupaj z emotikoni, sodobnimi hieroglifi, instagromom, kratkimi montažnimi rezi, kadri, oglasi, napisi, mnogi vizualni umetniki danes pospešeno iščejo svoj prostor. Špegel ga je našel v samosvojem likovnem in besednem komentiranju redko upodobljenih industrijskih motivov, v njihovi izslikani estetiki. Ker (kot zapiše v zadnjem verzju pesmi *Kantata padanja v ne-čas*) *Nič ni tako, kot je videti.*

Tatjana Pregl Kobe

### Stojan Špegel

Rodil se je 14. novembra 1963 v Slovenj Gradcu. Diplomiral je na Visoki šoli za risanje in slikanje v Ljubljani, kjer je spomladi 2017 tudi magistriral. Do novembra 2019 je bil vodja Muzeja premogovništva Slovenije in vodja razstavišča Barbara Premogovnika Velenje, kjer je postavil že več kot 180 razstav. Izdal je štiri pesniške zbirke: *Zmeraj kot prvokrat* (1996), *Špegel v ogledalu* (1998), *Notranje pokrajine* (2006) in v zbirki *Sončnica Če ne ve, ve, če ve, ne ve* (2017). Pesmi objavlja v revijah *Poetikon*, *Vpogled*, *Mentor*, *Akt* in *Hotenja*. Prav tako je bil predstavljen v Antologiji slovenske poezije, ki je bila prevedena v srbski jezik (Srbija, 2019). Oblikoval je več naslovnih strani za knjige, naredil prelom za dve pesniški zbirki, likovno opremil osem pesniških zbirk ter ilustriral knjigo *Lesene cokle* (zbirka *Zvonovi – Kmečki glas* v sodelovanju s SAZU) in literarna almanaha *Hotenja* (št. 15 in št. 24). O njegovem dosedanjem likovnem delu je leta 2000 izšel predstavitevni katalog njegovih slik *Na prelomu tisočletja*, leta 2007 je izšla monografija *Notranje pokrajine – slike* (2007), leta 2019 pa monografija *Industrijski motiv/Industrial motive*. Do zdaj je imel štirideset samostojnih razstav, sodeloval je na več kot sto skupinskih razstavah in likovnih kolonijah. Prejel je dvanajst mednarodnih nagrad in priznanj, med njimi prvo nagrado na mednarodni likovni koloniji v Budimpešti (Csepel, 1988), večkrat pa je bil nagrajen na piranskem Ex-temporu (v letih 1998, 1999, 2002, 2005, 2007). Predstavljen je bil v publikaciji *World Encyclopedia International Artists Book Collaborative Project* (Vermont, USA, 2001) ter v monografiji slovenskih slikarjev in pesnikov *Poetika* Tatjane Pregl Kobe (Koroška galerija likovnih umetnosti, Slovenj Gradec, 2008). Leta 2008 je postal član Zveze društev slovenskih likovnih umetnikov, je tudi član Društva likovnih umetnikov Maribor. Živi in ustvarja v Šoštanju.

### Navadna šmarna hrušica (*Amelanchier ovalis*)

Navadna šmarna hrušica je ena od okoli 3000 vrst iz družine rožnic. Nekateri rodovi te družine so vsem poznani, spomnimo se le šipka (*Rosa*) ali pa pomemben rod sadnih dreves (*Prunus*), ki vključuje vrste, kot so breskev, marelica, jabolana, hruška in mandljevec. Za nekatere, kot je šmarna hrušica (*Amelanchier*), pa večina ljudi sploh še ni slišala.

Navadna šmarna hrušica je grm brez trnov ali bodic, ki navadno ne zraste višje od treh metrov. Edino vrsto tega rodu pri nas bomo spomladi spoznali po socvetjih belih cvetov, ki se začnejo odpirati še pred olistanjem. Njeni ozki beli venčni listi so do dva centimetra dolgi in goli, čašni listi pa volnatodlakavi. Od dva do štiri centimetre dolgi pecljati listi imajo ovalno listno ploskev z drobno nazobčanim listnim robom. Mladi listi so spodaj sprva volnatodlakavi in zato sivozeleni, pozneje pa, kot zgoraj, goli. Jeseni se listi obarvajo rumeno do rdeče in so skupaj s črno-modrimi okroglastimi koščičastimi plodovi, ki so široki od pet do deset milimetrov, lep okras tega grma.

Ta zanimiva rastlinska vrsta uspeva na pustih – z dušikom revnih tleh, na suhih in toplih legah od nižin do gorskega pasu. V osrednjem delu Slovenije je precej redka, v večjem delu jugovzhodne in severovzhodne Slovenije pa sploh ne uspeva.

Viri:

**Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands**, H. Haeupler & T. Muer, Verlag Eugen Ulmer, 2000

**Gradivo za Atlas flore Slovenije**, N. Jogan et. al., Center za kartografijo favne in flore, 2001

**Flora Croatica Database**, dostopno na spletu: <https://hirc.botanic.hr/fcd/>

**Flora Helvetica**, K. Lauber & G. Wagner, Verlag Paul Haupt, 1998

**Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk**, A. Martinčič et al., TZS, Ljubljana, 2007



Jošt Stergaršek