

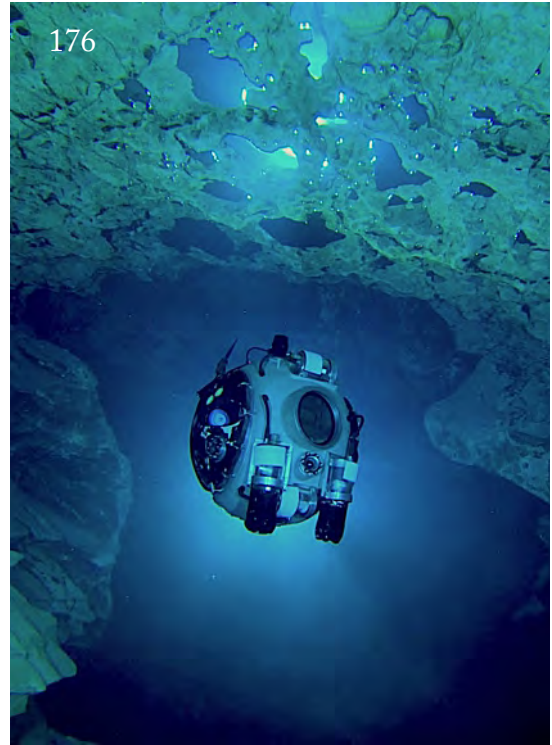
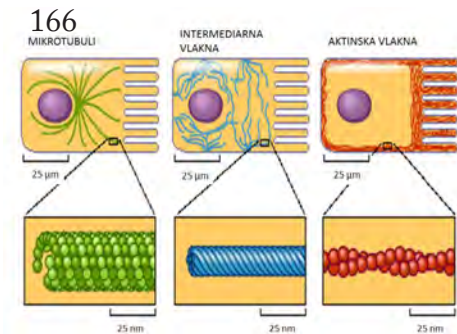
PROTEUS

*mesečnik
za poljudno
naravoslovje*



December 2019, 4/82. letnik
cena v redni prodaji 6,00 EUR
naročniki 5,00 EUR
upokojeenci 4,20 EUR
dijaki in študenti 4,00 EUR
www.proteus.si





147 Table of Contents

148 Uvodnik
Tomaž Sajovic

150 100. obletnica *Spomenice za varstvo narave*
Stoletnica
Spomenice za varstvo prirode
Okoliščine nastanka Spomenice
Stane Peterlin

154 200. obletnica smrti Žige Zoisa
Naravoslovec baron
Sigismondo (Žiga) Zois
Miha Jeršek, Breda Činč Juhant, Alenka Jamnik, Mojca Jernejc Kodrič, Urška Kačar, Tea Knapič, Matija Križnar, Špela Pungaršek, Al Vrezec

166 Celična biologija in medicina
Mehanske lastnosti celic kot
diagnostični označevalci v medicini
Špela Zemljič Jokhadar, Mirjana Livovič

176 Geologija
Raziskovanje potopljenih rudnikov
v Evropi s podvodnim robotom –
projekt Unexmin
Timotej Verbovšek

184 Paleontologija
Alkmonavis – nova praptica
Matija Križnar

186 Nove knjige
Nov pomnik medicinske preteklosti
Celoviti prikaz razvoja medicine in zdravstva
z bogato slikovno opremo in objektivnim
navajanjem podatkov za sedanje
in prihodnje rodove
Tjaša Debelak

189 Naše nebo
Betelgeza sveti vedno šibkeje
Mirko Kokole

Contents

Editorial

Tomaž Sajovic

100 years of the Nature Conservation Memorandum

Centennial of the Nature Conservation Memorandum

Stane Peterlin

Today, the *Nature Conservation Memorandum* stands as the first Slovenian national nature protection programme. Ferdinand Seidl's proposals and initiative for nature conservation led to the inception of a special section for the protection of nature and natural monuments in Yugoslavia within the Museum Society for Slovenia, and in less than nine months its members put together the *Memorandum* which they submitted to the provincial government for Slovenia on 20 January 1920.

Although similar in essence, these two documents differed in that Seidl's (probably hastily put together) proposal did not fully showcase the author's extensive knowledge of nature conservation situation both at home and abroad, whereas the *Memorandum* was a comprehensive, and for its time also exceptionally well-prepared document. But this is not an occasion on which we would want to discuss the content and realisation of the requirements laid down by the *Memorandum*, as we have referred to it many times since 1976 when it was first reprinted in full in the *Journal for the Protection of Monuments*. Instead, we would like to divulge the less known circumstances of the event.

If only decades ago, the *Memorandum* seemed like a document born in an environment devoid of any nature conservation efforts, we are now gradually becoming aware of its predecessors. The publication of Paulin's manuscript on natural monuments in *Carniola* (Mayer, 1988) shed more light on the background of its inception. The memorandum's text can now be read from a different perspective; the listed proposals, ideas and names illustrate the spirit of the time that was so important for the beginnings of the nature conservation movement. It was the time when Slovenian lands were directly involved in European movements. Even more importantly: nearly everyone who was knowledgeable in nature conservation was involved in the drafting of the *Memorandum*, with only two names missing, those of Albin Belar and Anton Šivic. As an Austrophile, Belar was completely ostracised from the public life in the new country, and Anton Šivic joined the Section for nature protection a few years later. Life and work of Albin Belar was finally presented ten years ago by Renato Vidrih and Jože Mihelič in their book *Albin Belar, forgotten Slovenian naturalist*.

The programme of the *Memorandum* was partly implemented already in the first four years after its adoption with the protection of endangered plant and animal species and the establishment of the "Alpine Conservation Park" (for a period of 20 years) in the Triglav Lakes Valley. The initiative lost momentum due to the immature and backward thinking of the new common country of the Kingdom of Yugoslavia.

Bicentennial of Žiga Zois's Death
Baron Sigismondo (Žiga) Zois, Naturalist

Miha Jeršek, Breda Činč Jubant, Alenka Jamnik, Mojca Jernejc Kodrič, Urška Kačar, Tea Knapič, Matija Križnar, Špela Pungaršek, Al Vrežec

Sigismond (Žiga) Zois (1747-1819) was defined by his family and his time. One of Slovenia's most prominent figures of the Enlightenment, Zois was able to become a patron thanks to his family, which ensured his work and property, complete with mining and ironworks heritage. He gathered progressive Slovenian enlightenment figures in his so-called Zois circle. In his palace at Breg he welcomed like-minded intellectuals such as Jurij Japelj, Blaž Kumerdej, Jernej Kopitar, Anton Tomaž Linhart, Valentin Vodnik, Baltazar Hacquet and many others. This is something we learn about already at primary school in Slovenian lessons, but Zois's role in the natural sciences is less known, although he was first and foremost a naturalist.

Cell biology and medicine

Mechanical Properties of Cells
as Diagnostic Markers in Medicine

Špela Zemljič Jokbadar, Mirjana Livovič

The past decade has shown that mechanical properties of cells are closely related to numerous biological characteristics and functions, such as mitosis, motility, differentiation and deformation. Mechanical properties of cells depend largely on the structure of cytoskeleton, which is a network of three complex, interlinking systems of filaments and associated proteins. The filament system is composed of tens of different proteins with cell- and tissue-specific expression. As a result, cell types differ in terms of their stiffness. It is known that tumour and healthy tissues differ in hardness already to the touch, and this can be used for diagnostic purposes. Like tissues, altered cells also frequently differ from healthy cells in their biophysical properties. Basic level findings, i.e. that cancer cells are more deformable than healthy cells, made us think that mechanical properties of cells could be used as biomarkers in medical diagnosis.

Geology

Exploration of Flooded Mines in Europe
with an Autonomous Underwater Explorer
– UNEXMIN project

Tjomej Verbovšek

Europe has a long history of mineral exploitation and used to be the leading continent in this respect, but the situation has changed by now. Most of the mines in Europe have been depleted, although it should be noted that many have been closed for economic reasons rather than depletion. Some rare metals used in electronics can be found mainly in China, Russia and on other continents. Europe therefore heavily depends on foreign markets, which is always a bad strategy. In 2017, the European Commission published an updated *List of Critical Raw Materials (CRM)*. The list included 27 raw materials identified as critical for the development of European economy, most of which are metals and rare earth elements. Lithium holds a special status today, as it is used for lithium-ion batteries, which also comprise cobalt, nickel and graphite. But

most importantly, lithium and nickel scarcity are an increasingly pressing issue in Europe. Today, we use different methods of exploitation as we can source, in a more environmentally friendly fashion, ore with such low element content that could not be utilised in the past. Old abandoned mines also still hold huge potential reserves that have not yet been exhausted. It is estimated that there are about 30,000 abandoned metalliferous mines in Europe and about 20,000 coal mines, so the question of how these resources can be tapped is becoming increasingly important also from the economic perspective.

There are a number of mines that have potential, but are inaccessible, dangerous and even radioactive, which makes them unsuitable for exploration. Mining has always been hazardous for people due to gas outbursts (carbon monoxide, methane) and explosions, water leakage, fires, and cave-ins that leave miners trapped underground. Abandoned mines are even more problematic as they are in a very poor condition, and on top of that our knowledge of mine pits is incomplete because they did not use to be recorded until a couple hundred years ago. In addition, old pits have no electricity and light, so visibility is very poor, there is no ventilation and similar. All these problems aside, pits can be explored with specially trained staff. However, most research methods fail when a mine is flooded with ground water, because people cannot dive several hundred metres deep into the abandoned pits. But even this can be remedied if we employ robots in mine exploration.

Paleontology

Alcmonavis – New Species of Proto-Bird

Matija Križnar

World-known sites of Jurassic fossils, which we have visited several times also with the Natural History Society of Slovenia, have announced a new sensation. In 2017, a handful of bones were unearthed in one of the stone quarries south of the famed Solnhofen, which appeared at first glance to be the remains of an Archaeopteryx. The right wing of the proto-bird was preserved on a limestone slab, complete with digits and even claws. The collector who found the specimen passed it on to Bavarian palaeontologists, who carefully examined and compared it with similar fossils. They discovered that the new find was surprisingly different from Archaeopteryx. They named it *Alcmonavis poeschli*. The species name is dedicated to the lucky discoverer Roland Pöschl, and the generic name is derived from the Celtic word for the nearby river Altmühl, Alcmona.

New books

A New Reminder of the History
of Medicine

Tjaša Debelak

A comprehensive account of the development of medicine and healthcare with extensive visual material and objective references for present and future generations.

Our sky

Betelgeuse Is Dimming

Mirko Kokole



Naslovnica: *Robot UX-1 raziskuje poplavljeni rudnik.*

Foto: Iz promocijskega gradiva UNEXMIN.

Proteus

Izhaja od leta 1933

Mesečnik za *poljudno naravoslovje*

Izdajatelj in založnik:

Priradoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavce

dr. Petra Draskovič Pelc

<http://www.proteus.si>

priradoslovno.drustvo@gmail.com

© Priradoslovno društvo Slovenije, 2019.

Vse pravice pridržane.

Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez pisnega dovoljenja izdajatelja ni dovoljeno.

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalomon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde - Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež - Bogataj

prof. dr. Tamara Lab - Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Priradoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 1.600 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Priradoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, 1000 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 6,00 EUR, za naročnike 5,00 EUR, za upokojene 4,20 EUR, za dijake in študente 4,00 EUR.

Celoletna naročnina je 45,00 EUR, za upokojene 37,00 EUR, za študente 35,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

Poslovni račun: SI56 6100 0001 3352 882, davčna številka: SI 18379222. Proteus sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.

Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805

Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147

Uvodnik

Kultura in umetnost v slonokoščениh stolpih – doklej?

Mehiški slikar Diego Rivera (1886-1957), ustvarjalec monumentalnih fresk in prepričan komunist, je leta 1932 objavil besedilo *Revolucionarni duh v moderni umetnosti*. Rivera je svoje razumevanje umetnosti najbolj jasno izrazil v sledečih stavkih: »Vsi slikarji so bili propagandisti ali pa pravzaprav niso bili slikarji. Giotto je bil propagandist duha krščanskega usmiljenja, orodja franciškanskih menihov, ki so se takrat upirali fevdalnemu zatiranju. Bruegel je bil propagandist boja holandskih malo-meščanskih obrtnikov proti fevdalnemu zatiranju. Vsak umetnik, ki je naredil kaj vrednega, je bil propagandist. *Znana obtožba, da propaganda uničuje umetnost, izhaja iz buržoaznih predsodkov. Seveda je jasno, da si buržoazija ne želi umetnosti, ki bi lahko služila revoluciji.*« Rivera v teh stavkih ostro nasprotuje novoveški »buržoazni«, kapitalistični umetnosti, ki se je – z besedami Rastka Močnika – »avtonimizirala, kar pomeni, da se je ločila od svojega družbeno-zgodovinskega konteksta«. Z drugimi besedami, pred kakršno koli »nevarnostjo« propagande je »pobegnila« za visoke zidove slonokoščениh stolpov in se tam v 19. stoletju lar-

purlartizirala: njena funkcija ni družbena niti moralna, ampak zgolj estetska – njen edini cilj je, da je lepa. Filozofski utemeljitelj takega razumevanja umetnosti je bil nemški filozof Immanuel Kant (1724-1804): po njem naj bi umetnost nudila le brezinteresno ugodje (kar je v popolnem nasprotju na primer z antično umetnostjo, ki je opravljala tudi poučevalne in koristnostne naloge; z drugimi besedami, bila je sestavni del svojega družbeno-zgodovinskega konteksta).

Prvo vprašanje je, zakaj je kapitalizem umetnost (in z njo vso kulturo) »ločil od njenega družbeno-zgodovinskega konteksta« in jo »zaprl« v aseptične, »brezkužne« prostore slonokoščene stolpa. William Morris (1834-1896), angleški oblikovalec tekstila, pesnik, romanopisec, prevajalec, socialistični aktivist in pripadnik gibanja *Umetnosti in obrti*, na vprašanje ni neposredno odgovoril, je pa govoril o posledicah kapitalistične avtonimizacije umetnosti. Zanj je bila vsaka umetnost v razrednih družbah lažna, saj je »vsaka umetnost, ki je utemeljena na posebni izobrazbi ali izpopolnjenju omejene skupine ali razreda, nujno neresnična in kratkotrajna«. Umetnost kot posebna dejavnost je bila zanj možna zgolj, kjer je delo nezno. Ko je delo osvobojeno kapitalistične odtujenosti, izgine tudi umetnost kot

od dela odtujeni užitek. Da bi se pa to zgodilo, bi bilo treba ukiniti kapitalistično družbeno ureditev. Potrebna bi bila torej družbena revolucija. Riverin odgovor na vprašanje, zakaj je kapitalizem umetnost ločil od njenega družbeno-zgodovinskega konteksta, je zdaj bolj razumljiv: buržoazija si ne želi take umetnosti, ki bi lahko služila revoluciji. Ne želi si umetnosti, ki bi stopila v areno življenja in se politično spopadla z buržoazijo. Umetnost mora ostati v slonokoščnem stolpu svoje avtonomnosti, kajti le v tej odmaknjenosti od življenja lahko »vzdržuje« kapitalizem pri »življenju« - z drugimi besedami, nespremenjeno stanje v družbi. Paradoks pa je, da je novoveška umetnost prav zaradi svojega bega pred političnostjo in propagando nekaj najbolj »političnega« in »propagandnega«. Je »posredna« ideološka podpora kapitalizma.

Drugo vprašanje je, kako je avtonomizirana novoveška umetnost nastala; prej je v taki obliki namreč ni bilo. Da bi to bolje razumeli, velja brati besedilo z naslovom *Pokora in mecenstvo*, ki ga je napisala Maja Breznik in objavila v knjigi *Kultura danajških darov* (2009). Razlogi za nastanek avtonomizirane novoveške umetnosti so danes tistim, ki komaj kaj vedo o življenju v obdobju renesanse, precej ne navadni: »Če si ogledamo pomembne spomenike italijanske renesanse, naletimo navadno med podatki o nastanku spomenikov na pojasnilo, da je bilo naročilo oblika verske pokore, neke vrste odpustek. Kapelo Scrovegni v Padovi z Giottovimi freskami je dal zgraditi Enrico Scrovegni kot pokoro za svojega očeta Reginalda, ki je s posojanjem denarja zbral precejšnje bogastvo. Na Giottovi freski se je dal prikazati v vijoličnem plašču spokornišтва, ko izroča kapelo trem Marijam.« Bankirjem, ki so v tistih časih posojali denar za oderuške obresti, se očitno ni godilo najbolje. Po kanonskem (cerkvenem) in civilnem pravu bi izgubili vse cerkvene in posvetne časti in privilegije, izgnali bi jih iz cerkvenega občestva in jim vzeli državljske pravice, če ne bi vseh prihodkov, ki so jih dobili za nezakonite obresti, vrnili svojim žrtvam. Finančniki so se znašli v nemogoči dilemi: odpovedati se denarju ali pa sprijazniti se z izobčenjem iz družbe. Razrešitev dileme je bila koruptivna in prav iz te koruptivnosti »se je rodilo moderno finančništvo«, hkrati z njim – za nepoučene presenetljivo - pa tudi novoveška avtonomna sfera umetnosti in kulture. Kakšna je torej bila »rešitev«? Branje Maje Breznik je poučno: »Nemogoči izbiri se je [oderuh] lahko izognil, če je s cerkvenimi oblastmi ali celo s samim papežem sklenil poseben in prikrit dogovor, s katerim je dobil odpustek, če je del dobička od oderuštvā namenil za zidavo in okrasitev religioznih institucij ali za človekoljubne namene, sirotišnice ali hiralnice. Oderuh in njegov dediči so se tedaj rešili prega-

njanja po kanonskem in civilnem pravu, če so opravili tako vrsto pokore. [...] Za nameček so postali še mecen, s čimer niso dosegli le odprave kazni, temveč so okrepili svojo družbeno moč in politični vpliv.« Prepovedano oderuštvo je s skrivno podporo cerkve in posvetnih oblasti bilo »legalizirano«, koristi od tega pa so imeli oboji: oderuhi ter cerkev in posvetne oblasti. Nas seveda zanima predvsem »usoda« kulture in umetnosti v tem mešetarjenju. Odgovor je glede na še vedno splošno prepričanje o njuni duhovni vzvišenosti nad »plehko« vsakdanjostjo presenetljiv. Kultura in umetnost sta bili že od vsega začetka zgolj »predmet« licemerstva in preračunljivosti, oderuški bankirji in trgovci (zametki nove kapitalistične aristokracije) so se namreč prekleto dobro zavedali, da bi brez podpiranja kulture in umetnosti izgubili boj s tedaj vladajočo aristokracijo, s tem pa tudi možnosti za ustvarjanje dobičkov v oderuških poslih: »Religiozna ponižnost in ljubezen do umetnosti, ki so ju kazali mecen, sta bili [zgolj] preračunljivi postavki v računovodskih knjigah, kakršne so pač postavke v racionalnih kalkulacijah bankirjev in trgovcev. Nujnost, da so postali mecen in zavetniki umetnosti, je bila splošen pogoj, da so se lahko ukvarjali z donosnimi finančnimi dejavnostmi.« Kulturo in umetnost so preračunljivi oderuški bankirji in trgovci brez slabe vesti »zabarantali« za svoje nemoteno izkoriščevalsko bogatenje. Vzpon in razvoj kulture in umetnosti v novem veku sta nedvomno rezultat ekonomskega izkoriščanja nastajajoče finančne, kapitalistične aristokracije - problem je, da sta kultura in umetnost s svojim »videzom« to »skrila«: Giottove freske v Kapeli Scrovegni v Padovi danes lahko estetsko uživamo, ne da bi vedeli, zakaj so sploh nastale. Med estetsko mogočnostjo Giottovih fresk in zgodovinskimi vzroki zanjo – spokornim dejanjem oderuha - so postavljeni »slonokoščeni zidovi«. Estetsko mogočnost poraja prav »pozabac« zgodovinskih okoliščin, v katerih se je rodila. Maja Breznik ta »ambivalentni«, protislovni položaj kulture in umetnosti v novem veku opiše z besedami: »Kapitalistični bog Janus [...] ima dva neločljiva obraza: na eni strani strasti in interese finančnega kapitala, na drugi strani kulturo in filantropijo, vsak pa na svoj način bedi nad trdnostjo ekonomskega sistema. Česar ne doseže hladni obraz ekonomske prisile, na to usmeri pogled prijazno lice kulture, a vsakič v tesni povezanosti z ekonomskimi procesi.«

Prav zadnje - da sta kultura in umetnost vsakič tesno povezani z ekonomskimi procesi – pa nam danes niti »skrito« ni več: znanost mora biti v službi gospodarskega, torej kapitalističnega razvoja, umetnost pa je že dolgo le blago in investicija ...

Tomaž Sajovic

Stoletnica Spomenice za varstvo prirode

Okoliščine nastanka Spomenice

Stane Peterlin

V prvem zvezku *Glasnika Muzejskega društva za Slovenijo* najdemo na straneh 41-42 kratko notico pod naslovom *Za varstvo prirode*, in sicer:

Prof. F e r d. S e i d l je stavil na občnem zboru »Muzejskega društva za Slovenijo« dne 28. aprila 1919 naslednji predlog za varstvo prirode:

Občni zbor Muzejskega društva za Kranjsko prosi slavno poverjenišvo kraljevine SHS za nauk in bogočastje, da vzame z vsemi sredstvi v zaščito ohranitev prirodnih spomenikov in ohranitev potrebnih prirodnin, in da zastopa svoje mnenje ob potrebi tudi v naučnem ministrstvu v Beogradu.

Varstvo prirode je postalo potrebno spričo nesmotrenega pustošenja in uničevanja že pred svetovno vojno. Neprimerno večjemu, naravnost skrajnemu ropanju je bila priroda izpostavljena med vojno. Te slabe razvade in zle posledice, ki pretijo, da oropajo naše lepe krajine najznačilnejšega živalskega in rastlinskega nakita, je treba s trdno voljo in z vsemi sredstvi zaježiti in ustaviti. Naše gore, naši gozdovi, naše poljane naj ohranijo kolikor mogoče svoje prirodno lice in naj ne zamro v neme pokrajine! V to svrhu predlagam za izvršitev gorenjega predloga to-le:

1. Lov četveronogate in pernate divjačine ter ribji lov naj se zavarujeta s strogimi postavami in odredbami; v posvetovanje o tem naj se povabijo vešči lovci. Potrebna je ta ukrenitev iz prirodnovarstvenega, važna iz gospodarskega stališča.
2. Zakon o varstvu ptic naj se dosledno izvaja in njega izvršitev nadzira; doslej smo ga imeli samo na papirju. V drugih državah (na Angleškem, v Švici, na Francoskem i.dr.) so ga strogo izvrševali.
3. Postavi naj se zakon za varstvo rastlin, kakor ga imajo že v drugih državah (n.pr. v Švici). Mnogokateri izletniki brezobzirno trgajo po cvetličnih livadah; pa še predno dospejo domov, pomečejo kar svežnje zvenelih cvetlic proč. Na ljubljanskem trgu lahko opazujemo kar jerbase cvetlic, izruvanih dostikrat s koreninami (med njimi redko *Daphne blagayana*, *Daphne cneourum* i.dr.), na gorenjskih postajah ponujajo kar šopke očnic (»planink« *Leontopodium alpinum*), ki so mnogokrat izruvane cele iz zemlje. Po naših Alpah nabirajo kar polne koše zdravilnih rastlin s koreninami in koreninami; tako so v Kamniških Alpah zatrli nekatere vrste lepih sviščev (*Gentiana*) že skoraj popolnoma; istotako alpsko možino (*Eryngium alpinum*). Ako bo šlo to skrunjenje prirode dalje, bodo naše krajine kmalu gole in neme.
4. Pri osuševalnih delih na ljubljanskem barju naj se skuša ohraniti kolikor mogoče vsaj e d n a parcela v njenem prirodnem bistvu.

Podpisani svetuje, da se povabijo k posvetovanju o tej ukrenitbi zlasti gg. šolski svetnik Alfonz Pavlin, ravnatelj dr. B e v k, višji šolski nadzornik dr. L. P o l j a n e c in prof. dr. Gv. S a j o v i c, in stavi občnemu zboru ta svoj predlog, da ga sprejme po deputaciji na pristojno oblast.

Predlog je bil soglasno sprejet.

Poznavalcem zgodovine slovenskega varstva narave ne bo ušla podobnost tega zapisa s kasnejšo *Spomenico* (Beuk, 1920: 69-75), ki jo danes označujemo kot prvi slovenski nacionalni program za varstvo narave. Nesporno je, da je iz navedene Seidlove pobude najprej v okviru Muzejskega društva za Slovenijo nastal poseben »Odsek za varstvo prirode in prirodnih spomenikov v Jugoslaviji«, ta pa je v slabega tri četrt leta sestavil *Spomenico* in jo 20. januarja 1920 predložil pokrajinski vladi za Slovenijo.

Med obema dokumentoma so poleg sorodnosti tudi razlike, predvsem v tem, da je iz Seidlovega (najbrž na hitro pripravljene) predloga slutiti avtorjevo dobro poznavanje domačih in tujih razmer na področju varstva narave, medtem ko je *Spomenica* za svoje čase izjemno dobro pripravljen in celovit dokument. – Vendar se zdaj ne bi ustavljali ob vsebini in uresničevanju zahtev iz *Spomenice*, saj smo se je večkrat spomnili po letu 1976, ko je bilo v zborniku *Varstvo spomenikov* prvič ponatisnjeno celotno besedilo, in ob kasnejših jubilejih. Pomudimo se ob manj znanih okoliščinah nastanka.

Če se je še pred desetletji zdelo, da je *Spomenica* nastala v dotlej naravovarstveno praznem okolju, pa se postopoma odkrivajo njeni idejni predhodniki. Brez dvoma je k razjasnitvi njenega nastanka (poleg Seidlove pobude) veliko doprinesla objava Paulinovega rokopisa o naravnih spomenikih na Kranjskem (Mayer, 1988). Zdaj tudi besedilo spomenice lahko beremo drugače; med naštetimi predlogi, idejami in imeni slutimo duh tedanjega, za nastajanje naravovarstvenega gibanja zelo zanimivega časa. To je bila doba, ko so bile slovenske dežele neposredno vključene v evropska gibanja. In še nekaj: ob nastajanju *Spomenice* so se zbrali skoraj vsi, ki so v tedanji Sloveniji kaj vedeli o varstvu narave. Manjkala sta

le dva: Albin Belar in Anton Šivic. Belar je bil zaradi svojega prejšnjega izrazitega avstrofilstva v novi državi popolnoma izključen iz javnega življenja, Anton Šivic pa se je Odseku za varstvo prirode priključil nekaj let kasneje. Življenje in delo Albina Belarja sta pred desetimi leti izčrpno predstavila Renato Vidrih in Jože Mihelič v knjigi *Albin Belar, pozabljeni slovenski naravoslovec* (Vidrih R., Mihelič J., 2010).

Ferdinand Seidl (1856-1942) je bil eden zadnjih slovenskih naravoslovnih polihistorjev, saj skoraj ni področja, ki ga vsaj občasno ne bi zamikalo. Nas tukaj zanima predvsem njegovo naravovarstveno delovanje, ki ni omenjeno ne v njegovi avtobiografiji niti v drugih kratkih biografskih prikazih Seidlovega življenja in dela. Iz tega sklepamo, da je bilo njegovo obdobje naravovarstvenega zanimanja očitno kratko, najbrž je trajalo le nekaj let. Edini rezultat je bila pobuda za kolektivno sestavljeno *Spomenico*, ki je bila morda zanj obrobna zadeva, za naše varstvo narave pa temeljni kamen. Seidl je poznal Paulinovo rokopisno delo. Očitno je poznal tudi eno najstarejših mednarodnih naravovarstvenih konvencij: o varstvu koristnih ptic, ki je bila sestavljena v Parizu leta 1902. Kljub temu, da je bil odličen poznavalec narave in naravnih znamenitosti slovenskih pokrajin, ni predlagal za zavarovanje nobenega od izjemnih pojavov nežive narave. Pač pa se je zavzel za ohranitev »živalskega in rastlinskega nakita« in dela Ljubljanskega barja. Očitno mu je bilo pri tem pomembnejše merilo ogroženost kot sama redkost ali izjemnost pojava.

V Paulinovem rokopisu iz leta 1906, ki je bil očitno znan še kateremu od sodobnikov iz ožjih in širših naravoslovnih krogov, je jasno prepoznavna in omenjena vez s šolo Huga Conwentza, tedaj nesporno najvplivnejšega evropskega naravovarstvenika.



*Priložnostna poštna znamka,
ki jo je Pošta Slovenija posvetila
100-letnici Spomenice za varstvo prirode.*

Paulin uporablja njegov pojem in definicijo naravnega spomenika (Naturdenkmal). Pojem »naravni spomenik« (monument de la nature) je prvi uvedel Alexander von Humboldt leta 1819, uporabil ga je kot romantično obarvano simbolno prispodobo za poudarjanje veličine nekega starega

in mogočnega drevesa. Kasneje je Schweinfurth (po Becku, 1911: 4) vsebino naravnega spomenika razširil tudi na neživo naravo (za neko skalo izjemnih oblik in dimenzij). Conwentz pa je ob prelomu iz 19. v 20. stoletje pojem naravnega spomenika oživil in mu dal novo, mnogo širšo vsebino. Pod tem pojmom je namreč združil vse, kar je bilo v tistem času predmet posebnega varstvenega zanimanja: osebke žive in pojave nežive narave, ogrožene rastlinske in živalske taksonne in varstva vredna območja: kot habitati ali estetsko vredna krajina. Paulin je bil botanik, zato so njegove varstvene pobude usmerjene predvsem na to področje.

Mnogo premalo so nam znana naravovarstvena prizadevanja Albina Belarja. Vse doslej znane navedbe so drugotne, njegovih izvirnih dokumentov javnost ne pozna. Večina njegovega dela je bila uničena ali porazgubljena še v času njegovega življenja med obema vojnoma. *Spomenica* navaja, da je prek Avstrijsko-nemškega planinskega društva posredoval osrednji vladi na Dunaju predlog za zavarovanje Doline Triglavskih jezer. Belar je eden od zgodnjih primerov znanstvenika, ki sta mu bila zaradi njegovega političnega prepričanja uničena kariera in vse pre-

ostalo življenje. Paulin je poznal Belarjev predlog; Seidl ga v prvi pobudi ne omenja – ali ga ni poznal ali ga je zavestno prezrl, »spomeničarji« pa so ga že vključili v svoj program.

Okrožnica avstro-ogrskega kmetijskega ministrstva za začetek sistematičnega popisovanja varstva vrednih delov narave, ki jo je objavila tudi naša *Carniola* pod naslovom *Za varstvo prirodnih spomenikov (Carniola, 1917: 271-272)*, je vsebinsko sestavljena popolnoma v duhu Conwentzovih napotkov (Conwentz, 1905). Conwentz je bil sistematičen in operativen naravovarstvenik, zavzemal se je za inventariziranje delov ogrožene narave. Prvemu v Evropi mu je leta 1906 v Berlinu v tedanjem nemškem cesarstvu uspelo institucionalizirati varstvo narave (Hellmich, 1953: 8). Po njegovem zgledu so bile v mnogih sosednjih deželah ustanovljene podobne naravovarstvene postaje, med prvo svetovno vojno tudi na Dunaju za območje tedanje Avstrije – torej tudi za naše dežele (Fachstelle für Naturschutz in Österreich – Strokovna postaja za varstvo narave v Avstriji). Usoda njenega delovanja nam ni znana, tudi okrožnica v *Carnioli* je tedaj padla v vojno viхро. *Spomenica* je priporočilo okrožnice za »sestavo vseh prirodnih spomenikov« praktično prezrla, lotila se je že znanih in nerešenih primerov ogrožene narave. Šele več desetletij kasneje se je A. Šivic kot pristojni strokovnjak v banovinski upravi lotil inventariziranja metodično pretehtanih rokopisnih »izkazov«, nato pa je med vojno objavil tudi njihov povzetek v članku *Domovinski prirodni spomeniki* (Šivic, 1944).

Pretok naravovarstvenih informacij pa je v obdobju pred prvo svetovno vojno tekkel tudi v drugo smer, od nas proti severu. V že omenjenem Beckovem nemškem priročniku najdemo med pregledom naravovarstvenih prizadevanj po svetu tudi poročilo o sta-

nju v Avstriji. Med konkretnimi uspehi varstva narave je navedeno, da so v posameznih deželah (mi vemo, da so to bile naše dežele!) zavarovane nekatere ogrožene rastlinske vrste, med njimi Blagajev volčin in planika (Beck, 1911: 98). V članku A. Guttenberga (1913: 59) pa najdemo navedbo o zavarovanju kočevskih pragozdnih ostankov. To so bili za tisti čas odmevni varstveni uspehi, ki so služili za spodbudo in primer tudi sosedom v Srednji Evropi. Program *Spomenice* se je delno uresničil že v naslednjih štirih letih, ko so bile zavarovane ogrožene rastlinske in živalske vrste ter za dobo 20 let ustanovljen »Alpski varstveni park« v Dolini Triglavskih jezer, kasneje pa je zalet uplahnil zaradi nezrelosti in zaostalosti nove skupne države Kraljevine Jugoslavije.

Literatura:

- Anon., 1917: Za varstvo prirodnih spomenikov. Carniola, vol. 8: 271-272; Ljubljana.*
Beck, W., 1911 (?): Die Naturdenkmalpflege. Stuttgart: Verlag von Strecker & Schroeder.
Beuk, S., 1920: Spomenica, ki jo je predložil odsek za varstvo prirode in prirodnih spomenikov pokrajinski vladi za Slovenijo. Glasnik Muzejskega društva za Slovenijo, B-Priradoslovni del, vol. 1, str. 69-75; Ljubljana.
Conwentz, H., 1905: Die Gefaehrung der Naturdenkmaeler und Vorschlaege zu ihrer Erhaltung (3. Aufl.); Berlin.
Guttenberg, A., 1913: Naturschutz und Naturschutzgebiete. Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins, Vol. 44: 54-61; Wien.
Hellmich, W., 1953: Natur- und Heimatschutz. Stuttgart: Franckh'sche Verlagsbandlung.
Mayer, E., 1988: Usoda in vsebina rokopisa A. Paulina »Ueber botanische Naturdenkmaeler in Krain. Biološki vestnik, 36: 33-52; Ljubljana.
Seidl, F., 1920: Za varstvo prirode. Glasnik Muzejskega društva za Slovenijo, A-Zgodovinski del, vol. 1, str. 41-42; Ljubljana.
Šivic, A., 1944: Domovinski prirodni spomeniki. Priradoslovna izvestja, 1: 184-197; Ljubljana.
Vidrih, R., Mibelič, J., 2010: Albin Belar, pozabljeni slovenski naravoslovec. Radovljica: Didakta.

Naravoslovec baron Sigismondo (Žiga) Zois (prvi del)

Miha Jeršek, Breda Činč Juhant, Alenka Jamnik, Mojca Jernejc Kodrič, Urška Kačar, Tea Knapič, Matija Križnar, Špela Pungaršek, Al Vrezec

Sigismonda (Žigo) Zoisa (1747-1819) opredelujeta rodbina in čas, v katerem je živel. Bil je eden najpomembnejših razsvetlencev na Slovenskem. Da je lahko postal mecen, je v prvi vrsti zaslužna rodbina, ki mu je zagotovila delo in imetje, z rudarsko in fužinarsko dediščino vred. Okoli Zoisa so se zbirali napredni slovenski razsvetljenci v tako imenovanem Zoisovem krožku. V njegovi palači na Bregu so se namreč sestajali slovenski razsvetljenci Jurij Japelj, Blaž Kumerdej, Jernej Kopitar, Anton Tomaž Linhart, Valentin Vodnik, Baltazar Hacquet in mnogi drugi. Po zaslugi slovenistov

smo s tem seznanjeni že v osnovni šoli. Manj poudarjen je Zoisov pomen za naravoslovje. Bil pa je prav to, naravoslovec.

Zoisova zbirka mineralov

Baron Sigismondo (Žiga) Zois je bil lastnik ene od največjih zbirk mineralov v tem delu Evrope. Po njegovi smrti leta 1819 jo je ne-

Sigismondo (Žiga) Zois v avli Prirodoslovnega muzeja Slovenije (Jurij Šubic, olje na steno, 1885).

Foto: David Kunc.



čak Karel Zois prodal in tako je postala ena izmed ustanovnih zbirk Deželnega muzeja. Najprej je bila razstavljena v ljubljanskem liceju, kasneje pa se je v celoti preselila v sedanjo osrednjo muzejsko zgradbo v Ljubljani. Tedaj je bila, glede na prepis *Inventarne knjige* iz leta 1890, že skoraj zagotovo vključena v skupno zbirko mineralov. Za-

radi prostorske stiske in vedno novih vsebin se je mineraloški razstavnih del po drugi svetovni vojni stalno zmanjševal. Ernest Fa-

Razvejeni kristali zlata iz Rosie Montane v Romuniji, višina 18 milimetrov. Zoisova zbirka, brani Prirodoslovni muzej Slovenije.
Foto: Miba Jeršek.





Olivin z otoka Zabargad v Rdečem morju sodi med imenitnejše kristale v Zoisovi zbirki, hrani ga Prirodoslovni muzej Slovenije.
Foto: Miba Jeršek.

ninger je ob ponovnem krčenju razstavnega dela mineraloških zbirk leta 1988 zasnoval postavitev mineralov iz Zoisove zbirke, katere jedro se je ohranilo do danes.

Med pomembnejšimi nahajališči mineralov v Zoisovi razstavni zbirki so Rosia Montana s kristali zlata, Banská Štiavnica na Slovaškem s srebrovimi minerali, znameniti Kongsberg na Norveškem s povitimi žicami samorodnega srebra, kapniške oblike azurita in malahita iz Moldove v Romuniji, sicilijansko samorodno žveplo, železovi oksidi in sulfidi z Elbe v Italiji, vezuvianit z Vezuva v Italiji, orudjenje v Kremnici na Slovaškem, alpska parageneza, nahajališča plemenitega opala na Slovaškem, kristali soli iz Poljske, minerali, ki se izločajo iz termalnih vod pri Karlovih varih, fluoriti z Anglije in mineralna združba iz Bleiberga v Avstriji. Posebej je predstavljena železova

ruda na Gorenjskem, ki je bila temelj fužinarstva rodbine Zois, in primerka iz idrijskega rudnika živega srebra. Kar nekaj je mineralov iz Zoisove zbirke, ki so postali del strokovnih in znanstvenih razprav ali pa so pomembni zaradi pojavnosti oblike ali kakšne druge značilnosti. Tako je predstavljen Zoisov diamant, ki je bil leta 2015 po več kot sto letih ponovno odkrit v muzejskem depozitu, smaragdi in zeleni berili kot tipsko primerjalno gradivo, meteorit Krasnojarsk kot del monografije, kjer je njen avtor združil eksponate iz vseh dostopnih zbirk in jih predstavil kot celoto. Kako se je odnos do narave spremenil, pričajo kalcitni kapniki in kristali kalcita iz Postojnske jame. Nekoč so jih pošiljali po vseh evropskih muzejih, danes pa jih občudujemo v naravi. V Zoisovi zbirki so tudi svetovno pomembni minerali draguljarske kakovosti, med njimi



*Mineral saualpit so našli na Svinji planini na avstrijskem Koroškem in ga leta 1805 v čast baronu Zoisu preimenovali v zoisit. Zoisova zbirka, hrani Prirodoslovni muzej Slovenije.
Foto: Matjaž Učakar in Miha Jeršek.*

olivin iz znamenitega nahajališča v Egiptu. Lapis lazuli je zanimiva kamnina, ker je obdelana tako, da so manjše ploščice zlepljene v celoto in na podlago, kar predstavlja prve primerke sestavljenih kamnov in dokazuje, kako so že nekoč cenili to razmeroma redko kamnino, ki je cenjena v svetu dragih in okrasnih kamnov. V Zoisovi zbirki je tudi jantar z Baltika, ki je eden od večjih v tem delu Evrope, saj tehta 1,234 kilograma. Zoisova zbirka je pomembna tudi zato, ker hrani tipsko gradivo minerala zoisita s Svinje planine na avstrijskem Koroškem. Zoisova zbirka ni samo najpomembnejša kulturnozgodovinska zbirka v Sloveniji, ampak postaja pomembna tudi za znanstvene raziskave.

Zois in plemeniti kamni

Baron Sigismondo (Žiga) Zois je svoj plemiški naslov von Edelstein podedoval od očeta. Izraz Edelstein je nemško ime za dragulj. In Zois je bil z dragulji zelo povezan. Odločilno je vplival na odkritje novega minerala zoisita, ki so ga našli na Svinji planini in so ga prvotno imenovali saualpit. Leta 1805 ga je Werner v čast Zoisa preimenoval v zoisit. Primerki mineralov s Svinje planine niso draguljarske kakovosti. So jih pa kasneje našli na drugih mestih po svetu in jim dodelili draguljarska imena. Rožnati zoisit s primesjo mangana se imenuje thulit. Zeleni zoisit je skupaj z rubinom v kamnini aniolit, ki so jo našli v Keniji in Tanzaniji. V Tanzaniji so leta 1967 našli najbolj cenjeni draguljarski različek zoisita in ga imenovali tanzanit. Danes je eden od najboljše prodajanih barvnih dragih kamnov.



Ostanek amonita iz Doline Triglavskih jezer, kjer so te fosile zbirale tudi Zoisove odprave. V ozadju je zemljevid Balthasarja Hacqueta, ki prikazuje Julijske Alpe.

Foto: Matija Križnar.

Zois, Vodnik in njuni fosili

Paleontološko področje je Sigismondo (Žiga) Zois gotovo spoznaval že med prebiranjem mnogih takratnih naravoslovnih knjig, ki so vsebovale tudi opise fosilov oziroma okamnin. Zagotovo jih je videl v knjigah izpod peresa Balthasarja Hacqueta, ki je eden od prvih upodobil prav nekatere kranjske fosile. Toda veliko bolj se je posvetil njihovemu zbiranju in preučevanju ob zna-

menitem naravoslovnem »sporu« med plutonisti in neptunisti. Zois je že pred tem za naravoslovje ter tudi iskanje fosilov navdušil svojega prijatelja in somišljenika Valentina Vodnika. Vodnik je že leta 1792 v enem izmed pisem opisoval Zoisu, kako je opazoval amonite v apnencih Julijskih Alp oziroma okolici Bohinja, kjer je Vodnik tudi služboval. Na višku spora med plutonisti in neptunisti je Zois sredi leta 1795 organiziral eno izmed odprav, ki naj bi iskala fosile na najvišjih predelih pod Triglavom.

Ker sam Zois zaradi bolezni ni mogel hoditi, je na odpravo povabil Valentina Vodnika, ki sta se mu pridružila grof Franc Jožef Hanibal Hohenwart in Jožef Pinhak. Hohenwart je bil navdušen naravoslovec, podobno kot Zois, medtem ko je bil Pin-



Okremenjena bišica jurskega amonita iz okolice Gorjuš v Bohinju, kjer je fosile zbiral prav Valentin Vodnik, somišljenik in Zoisov prijatelj.

Foto: Matija Križnar.

hak znani ljubljanski duhovnik in večji podjetnik. Trojici pohodnikov so se pridružili še nekateri delavci iz Zoisovih rudnikov in fužin, vsi večji iskalci fosilov in pomočniki. Zoisova večdnevna odprava se je podala iz Stare Fužine do Savice preko Dednega polja v Dolino Triglavskih jezer. V Dolini Triglavskih jezer so popotniki in iskalci našli mnoge ostanke jurskih amonitov ter jih tudi poslali Zoisu v Ljubljano. Naprej so iskali fosile še v okolici Kanjavca in Vršaca, kjer je Valentin Vodnik spesnil tudi eno izmed svojih »geoloških« kitic:

*Sklad na skladu se vzdiguje
golih vrhov kamni zid;
večni mojster ukazuje:
»Prid, zidar, se les učit!«*

(Valentin Vodnik:
Vršac, druga kitica.)

Družina nabiralcev fosilov se je nato odpravila z Velega polja pod Toscem in Draškim vrhom na Rudno polje in proti Gorjušam, kjer je služboval Valentin Vodnik. Zois je vse zbrane fosile verjetno shranil in o svojih najdbah poročal tudi nasprotnikom plutonistom z Johannom Ehrenreichom von Fichtelom na čelu.

Kljub temu pa Zois še vedno ni bil zadovoljen in je kmalu načrtoval že novo odpravo in kot poroča v enem izmed pisem: »Zdaj nam je treba samo še s triglavske Ledine sledu okamenin. Zaradi tega sem se dogovoril z iskalcem Kosom, da bo še letos, in sicer v najbližjih dneh, Ledino znova preiskal. Drugo leto pa nameravam njega namestiti na Velo polje in mu prideliti štiri rudarje, da bodo od tu hodili na Vršac in Triglav ter na izbranih mestih odkopavali petrefakte oziroma lomili sveže pole. Kajti, dokler se najdejo le posamezni kosi, si ne upam delati iz tega nobenih trdnih sklepov, cele plasti pa so neoporečni dokazi, ki jih je mogoče zapustiti potomstvu!« (Rus, 1933.)

Zoisovo zbiranje fosilov je presehalo zgolj kopičenje primerkov, saj jih je zbiral zato, da bi dokazal, da so plasti Julijskih Alp nastale v morju. Mnogi njegovi amoniti so se izgubili, toda nekatere še vedno hranijo v najstarejših paleontoloških zbirkah Prirodoslovnega muzeja Slovenije (Križnar, 2019). Ti ostanke so pomemben pomnik zgodovine naravoslovja in razvoja paleontologije na Slovenskem.

Baron Zois in človeška ribica

Baron Zois je imel pomembno vlogo pri preučevanju človeških ribic. Z njimi je oskrboval Carla von Schreibersa, zdravnika, profesorja zoologije na Medicinski fakulteti Univerze na Dunaju in kasneje direktorja dvornega Naravoslovnega kabineta na Dunaju. Schreibers jih je natančno anatomsko preučil in predstavil strokovni javnosti širom sveta. Zois primerkov, dobljenih z Vira pri Stični, ni le pošiljal v tujino, temveč jih je tudi gojil na svojem domu in kot prvi preučeval njihovo vedenje. Ker so bili sprva poskusi prevoza živih osebkov na Dunaj neuspešni, je Schreibers opise živih živali in njihovega vedenja v svoji znameniti razpravi *A Historical and Anatomical Description of a doubtful amphibious Animal of Germany, called, by Laurenti, Proteus Anguinus* iz leta 1801 citiral po Zoisovih pismih. Zois je z dolgotrajnim opazovanjem posameznih osebkov - dve človeški ribici je gojil skoraj štiri leta - potrdil mnenje Joanesa Antoniusa Scopolija, da gre za odraslo žival samostojne vrste in ne zgolj njen larvalni stadij. Tednik *Laibacher Wochenblatt* je leta 1807 objavil več kot tri strani dolgo Zoisovo razpravo z naslovom *Nachrichten von der im Dorfe Vir bey Sittich vorkommenden Fischart (Poročila o vrsti ribe iz vasi Vir pri Stični)*. Prevod Zoisove razprave je leta 1997 v četrti številki 60. letnika *Proteusa* kot prvi objavil Marko Aljančič (1933-2007), priznani raziskovalec in gojitelj človeških ribic. Omenjena razprava je Zoisovo domnevno edino objavljeno delo.

Leta 1998 je bibliotekar Drago Samec v zapuščini rodbine Zoisa v Biblioteki Slovenske akademije znanosti in umetnosti odkril tri nepodpisane risbe človeške ribice; pobarvano in nepobarvano različico risbe cele živali in pobarvano risbo glave človeške ribice. Marko Aljančič (1933–2007) je v njih prepoznal že dolgo iskane risbe, ki jih je slikar Vincenc Dorfmeister izdelal po Zoisovem naročilu. Gre za doslej najstarejše znane upodobitve človeške ribice, narisane po živi živali. Vir: Biblioteka SAZU; mapa z inv. št. XXV/2386:1, R98/1:1, iz zapuščine rodbine Zoisa.



Nro. XXIX.

1807.



Laibacher Wochenblatt.

Zum Nutzen und Vergnügen.

Als Zugabe zur Edel von Kleinmayerschen Laibacher Zeitung.

Sonnabend den 18. July.

Nachrichten von der im Dorfe Vir bey Sittich vorkommenden Fischart.

Man findet dieselbe in Krain, zwischen Sittich, einem alten Kloster, 8 Stunden von Laibach, auf der Straße gegen Neustadt, und einem kleinen Dorfe, von den Eingebornen Vir genannt, auf Floriant'schisch's Karte Weper, nach der gewöhnlichen germanischen Dehnung der Slavischen Namen.

Die Gebirgsart der Hügel bey Sittich ist derselbe dicke geschichtete Kalkstein, der sich in der größten Anhäufung unster Alpen bis zu 1500 Klafter über die Oberfläche des adriatischen Meers erhebt, und dessen geologischer Charakter ist voll kesselförmiger Vertiefungen an der Oberfläche, so wie im Innern voll Höhlen und Grotten zu seyn.

Am Fuße einer Masse dieses Kalksteins, im Winkel des Thales von Vir, kommen zwey Grottenmündungen zum Vorscheine, von 15 — 18 Zoll im Durchmesser, 3 — 4 Schuh ober der Bodensole, 2 Klöstern entfernt von einander; aus jeder derselben quillt ein klares, frisches Wasser in kleine selbst gegrabene Bassins, deren Überflus sich 750 Schritte vom Dorfe nach und nach im Boden verliert.

In diesen Bassins nun ist das Amphibium, wovon hier die Rede seyn wird, bisher einzig gefunden worden. Da es jedoch selbst da, nur nach geschmolzenen Schnee oder anhaltenden Regen zum Vorschein kommt, ist man der Meinung, daß das Überfließen des Wassers es mit sich fortreißt aus den unterirdischen Behältern, denen es angehört.

Die Landleute von Vir, die es aus Tradition und aus Erfahrung kennen, nennen es bela riba, weißer Fisch, oder zhlovehka riba, menschlicher Fisch, wegen der fingerähnlichen Artikulation der Füßchen, und wegen seiner Fleischfarbe.

Die erste Notiz von diesem Thiere gab dem Publikum Dr. Laurenti, im Jahre 1768, in seiner Synopsis Reptilium. Die Beschreibung machte er nach einem bey dem Domherrn v. Hohenwart in Klagenfurt in Weingeist aufbewahrten Exemplare. Laurenti sah es für ein selbstständiges Thier an, und gab ihm den Namen Proteus anguinus.

Im Jahre 1772 hatte der Dr. Scopoli, unser großer Botaniker, damals erster Arzt in Udria Gelegenheit das Amphibium lebend zu sehen, und er gab davon in seinen Annus V. hist. nat. pag. 73. eine viel umständlichere Beschreibung als die von Laurenti war. Er schließt; Ill. Linnaeus, cui iconem misi, habet pro larva lacertae, mihi videtur genus singulare.

Seit Scopoli erwähnte niemand dieses Thierchens, bis auf J. Hermann, der davon in seinem Commentarius Tab. Affinit. Animalium 1783, in einer Note spricht, u. J. G. Schneider in seiner Hist. Amphibiorum 1799. Heft 1. pag. 40.

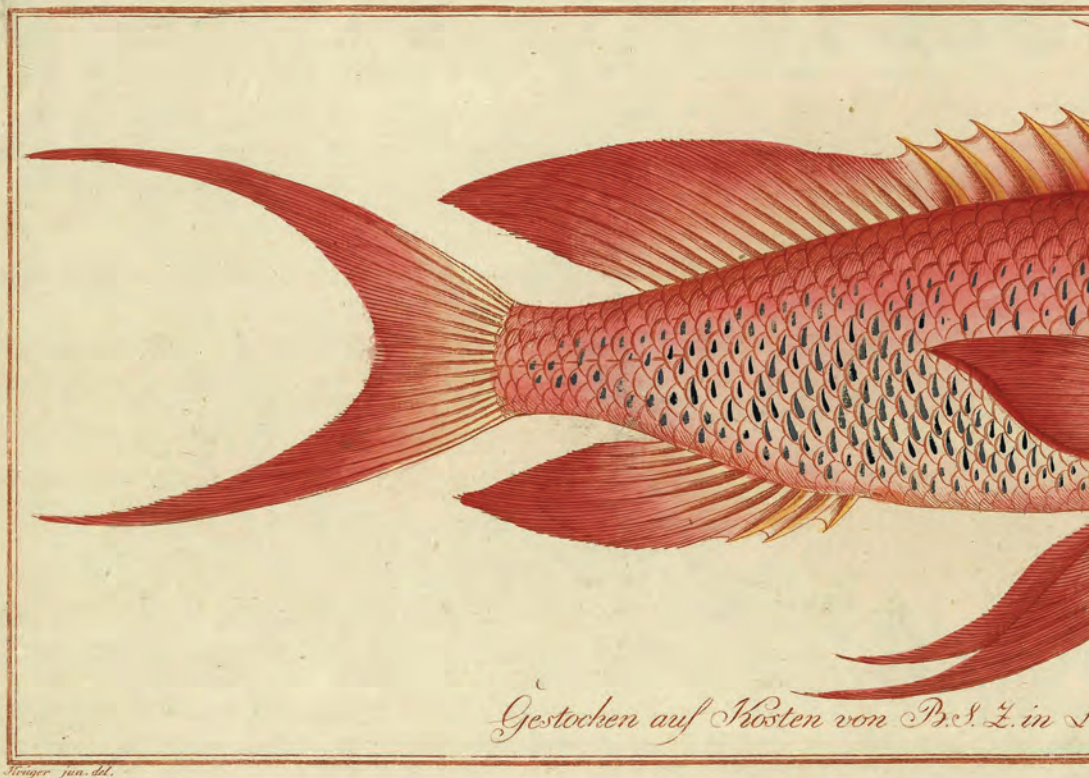
Diese beyden Autoren behaupten ausdrücklich, daß der Proteus ein unselbstständiges Thier sey; sie lachen über Laurenti und Scopoli, und verübeln es sogar dem Lince, daß er nur habe ansehen können, es dafür zu erklären.

Naslovnica 29. številke tednika Laibacher Wochenblatt iz leta 1807, v kateri je bila objavljena Zoisova sicer nepodpisana razprava Nachrichten von der im Dorfe Vir bey Sittich vorkommenden Fischart (Poročila o vrsti ribe iz vasi Vir pri Stični). Vir: Knjižnica Narodnega muzeja Slovenije.

Bakrorez z upodobitvijo kirnjice

Sigismondo (Žiga) Zois je naravoslovje finančno podpiral tudi prek domačih meja, bil je namreč eden izmed številnih mecenov dela *Splošni prirodopis rib (Allgemeine Naturgeschichte der Fische)* berlinskega zdravnika in naravoslovca Marcusa Elieserja Blocha (1723-1799). Delo je izšlo v letih od 1782

do 1795 in je bilo ilustrirano s 432 pobarvanimi bakrorezi. Bloch se je pri opisih vrst skliceval predvsem na lastno zbirko, ki je obsegala približno 1.400 primerkov morskih in sladkovodnih rib. Sprva je Bloch izdajanje publikacije financiral sam, nato pa je za izdelavo bakrorezov moral pridobiti mecene. V zahvalo posameznemu pokrovitelju je bilo



njegovo ime navedeno na ustreznem bakrorezu.

Leta 1998 je v zapuščini rodbine Zois, shranjeni v Biblioteki Slovenske akademije znanosti in umetnosti, bibliotekar Drago Samec odkril poleg risb človeške ribice še tri bakroreze z upodobitvami rib. Arheolog dr. Dragan Božič z Inštituta za arheologi-

jo ZRC SAZU je iz napisa na bakrorezu z motivom kirnjice ugotovil, da je Zois kril stroške njegove izdelave in da odkriti bakrorezi pripadajo Blochovemu delu. Po en bakrorez z upodobitvijo kirnjice hranita še Grafični kabinet Narodnega muzeja Slovenije in Narodna galerija. Na omenjenem bakrorezu je navedeno latinsko, nemško in francosko ime vrste, Krüger mlajši je naveden kot avtor barvne risbe, J. F. Hennig pa je risbo vrezal v bakreno ploščo.



Bakrorez št. 315 z upodobitvijo kirnjice iz Splošnega prirodopisa rib berlinskega zdravnika in naravoslovca Marcusa Elieserja Blocha. Strošek izdelave bakroreza je kril baron Zois.

Hrani Biblioteka SAZU; mapa z inv. št. XXV/2386:1, R98/1:5, iz zapuščine rodbine Zois.



Naslovna stran prvega od treh delov Blochovega Gospodarskega prirodopisa rib Nemčije (Oeconomische Naturgeschichte der Fische Deutschlands), ki so skupaj z naslednjimi devetimi deli, v katerih je obravnaval tuje ribje vrste (Naturgeschichte der ausländischen Fische), sestavljali obsežno publikacijo pod skupnim naslovom Splošni prirodopis rib (Allgemeine Naturgeschichte der Fische).

Vir: Biodiversity Heritage Library.

Viri in literatura:

Aljančič, G., 2019: *History of research on Proteus anguinus Laurenti 1768 in Slovenia (Zgodovina raziskovanja človeške ribice (Proteus anguinus Laurenti 1768) v Sloveniji).* Folia biologica et geologica, 60 (1): 39–69.

Aljančič, M., Bulog, B., Kranjc, A., Josipovič, D., Sket, B., Skoberne, P., 1993: *Proteus: skrivnostni vladar kraške teme.* Ljubljana: Vitrum, 75 str.

Aljančič, M., 1997: *Žiga Zois in človeška ribica.* Ob 250. obletnici rojstva velikega razsvetljenca. Proteus, 60 (4): 152–159.

Aljančič, M., 1998: *Najdene stare ribe človeške ribice.* Proteus, 61 (4): 151.

Aljančič, M., 2007: *Žiga Zois in človeška ribica.* Glasnik Slovenske maticе, 29–30, 2005/2007, 1–3: 136–144.

Anonymous, 1807: *Nachrichten von der im Dorfe Vir bei Sittich vorkommenden Fischart.* Laibacher Wochenblatt 29, 18. Julij 1807, 4.

Bloch, M. E., 1782–1795: *Allgemeine Naturgeschichte der Fische,* Berlin. Dostopno na: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/128875#page/7/mode/1up>.

biodiversitylibrary.org/item/128875#page/7/mode/1up. Pridobljeno s spletne strani 5. 8. 2019.

Božič, D., 2009: *Žiga Zois, somecen Blochovega monumentalnega dela o ribah.* Večer, 65 (288): 29.

Božič, D., 2010a: *Baron Žiga Zois in kirnjica, ena najlepših jadranskih rib.* Gea, 20 (3): 58–59.

Božič, D., 2010b: *Dopust na otoku Žirju in »zlata ribica« v jadranskih globinah.* Delo, 52 (192): 10.

Božič, D., 2010c: *Je res, ni res. Baron Žiga Zois in rdeči krap, ki je v resnici kirnjica.* Nedeljski dnevnik, 49 (35): 22.

Božič, D., 2010d: *Bakrorez s kirnjico iz Blochovega Splošnega prirodopisa rib. DEDI - digitalna enciklopedija naravne in kulturne dediščine na Slovenskem,* <http://www.dedi.si/dediscina/331-bakrorez-s-kirnjico-iz-blochovega-splosnega-prirodopisa-rib>. Naloženo 23. septembra 2019.

Breckerfeld, F. A., 1784: *Namen der in Krain gemein bekannten botanischen Gewächse.* Rokopis Ms 367. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica.

Breckerfeld, F., 1785: *Namen der Fische.* Rokopis Ms 367. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica.

- Faninger, E., 1983:** Baron Žiga Zois in njegova zbirka mineralov. *Scopolia*, 6: 1–32.
- Grošelj, P., 1933:** Kako so odkrili človeško ribico? *Proteus*, 1 (1): 1–7.
- Gspan, A., 1956:** Razsvetljenje. Str. 329–440, v: **Legiša, L., Gaspan, A., (ur.):** Zgodovina slovenskega slovstva 1. Do začetkov romantike. Ljubljana: Slovenska matica, 459 str.
- Jezernik, B., 2015:** Pogledi na Triglav skozi čas. *Traditiones*, 44 (1): 29–58.
- Južnič, S., 2009:** Jezuitska dediščina barona Žige Zoisa (ob 200-letnici Ilirskih provinc in 190-letnici Zoisove smrti). *Kronika*, 57 (3): 471–490.
- Kidrič, F., 1938:** Zois in Hacquet. *Ljubljanski zvon*, 58: 271–275.
- Križnar, M., 2019:** Sigismondo (Žiga) Zois in zametki slovenske paleontologije. *Scopolia*, 97.
- Križnar, M., Činč Jubant, B., Jeršek, M., 2013:** Geološke značilnosti Bleda in okolice. *Scopolia*, suppl. 6: 55–64.
- Müllner, A., 1895:** Der Botaniker Karl Sieber in der Woche. *Argo*, 4: 237–238.
- Linné, C., 1758:** Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I, Editio decima, reformata – str. 1 – 824. Stockholm: Holmiae Salvius.
- Paepke, H.-J., 2001:** Marcus Elieser Bloch, seine Bedeutung als Ichthyologe und seine berühmte Fischesammlung. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ichthyologie*, Band 2: 69–85.
- Pavlovec, R., 1976:** Nasi kraji in boju med plutonisti in neptunisti. *Proteus*, 38 (9–10): 346–347.
- Rus, J., 1933:** Triglav v herojski dobi geološke vede (H komentarju Vodnikove ode »Vršac«). *Geografski vestnik*, 1–4: 94–106.
- Pöhl, M., 1781:** Tu malu besediše treh jesikov. : Das ist: das kleine Wörterbuch in dreyen Sprachen. : Quod est: parvum dictionarium trilingue. <<https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-FU7E7FMB/9faefdeb-1bd3-483c-a915-02a92cf5e03d/PDF>>. Naloženo 10. september 2019.
- Praprotnik, N., 2015:** Botaniki, njihovo delo in herbarijske zbirke praprotnic in semenk v Prirodoslovnem muzeju Slovenije. *Scopolia*, 83/84: 414 str.
- Richter, F. X. J., 1820:** Laibachs Verschönerungen. *Illyrisches Blatt*, 43: 174–175.
- Schreibers, C., 1801:** A Historical and Anatomical Description of a doubtful amphibious Animal of Germany, called, by Laurenti, Proteus Anguinus. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 91: 241–264.
- Scopolia, 2019:** Žiga Zois – popoln naravoslovec (dve stoletji po smrti). Št. 97. Prirodoslovni muzej Slovenije, 206 str.
- Slomšek, A. M., 1861:** Poldrugi den na Mislinskih fužinab. *Drobtinice*, 15: 120.
- Smrekar, A., 2011:** Kirnjica ali sredozemska zobčasta pirka. 58–59. V: **Jaki, B., (ur.):** Nove pridobitve 2001–2010. Ljubljana: Narodna galerija, 256 str.
- Steska, V., 1919:** Baron Žiga Zois (1747–1819). *Dom in svet*, 32 (9–12): 277–286.
- Svoljšak, S., 2019:** Knjižnica Žige Zoisa: med osebnimi in javnimi razsvetljenskimi agendami. V: *Knjižnica barona Žige Zoisa : središče razsvetljenske kulture na Slovenskem = In: Baron Sigismund Zois's library : the centre of enlightenment culture in Slovenia (avtor / avtors Svolfjšak, S., L. Vidmar. Ljubljana, Narodna in univerzitetna knjižnica = National and University Library.*
- Šumrada, J., 2000:** Hacquet, Žiga Zois in francoski naravoslovec Picot de La Peyrouse. *Scopolia*, 44: 1–34.
- Šumrada, J., 2001:** Žiga Zois in Déodat de Dolomieu. *Kronika*, 49 (1–2): 65–72.
- Valencič, V., Faninger, E., Gspan - Prašelj, N., 2013:** Zois plemeniti Edelstein, Žiga (1747–1819). Slovenska biografija. Slovenska akademija znanosti in umetnosti, Znanstvenoraziskovalni center SAZU. <http://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi872726/#slovenski-biografski-leksikon>. Naloženo 12. september 2019.
- Verkaufs Anzeige, 1817:** Intelligenzblatt, Vermischte Nachrichten, Verkaufs Anzeige. *Laibacher Zeitung*, 5. 9. 1817, št. 17: 247–248.
- Vidmar, L., 2010:** Zoisova literarna republika: vloga pisma v narodnih prerodih Slovencev in Slovanov. Ljubljana: Založba ZRC SAZU.
- Wraber, T., 1995:** Večni led pod prepadnim skalovjem. *Planinski vestnik*, 95 (9): 387–391.
- Zois, S., 1793?:** Slavische Sammlung, 6. Ovoj. Rokopis Ms 368. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica.
- Zois, Ž. (Anon.), 1807:** Nachrichten von der im Dorfe Vir bey Sittich vorkommenden Fischart. *Laibacher Wochenblatt*, 18. 7. 1807, 29: neoštevilčeno.
- Žontar, J., 1954:** Neznana pisma Žige Zoisa. *Kronika*, 2 (3): 188–191.

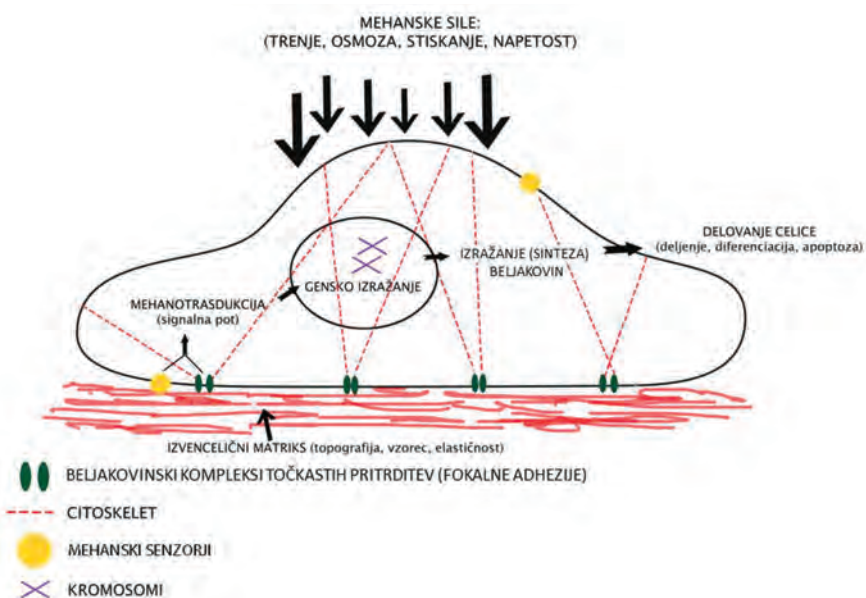
Drugi del članka bo objavljen v sledeči številki.

Mehanske lastnosti celic kot diagnostični označevalci v medicini

Špela Zemljič Jokhadar, Mirjana Liović

Celice so nenehno izpostavljene številnim mehanskim dejavnikom, med katere štejemo napetost, strižne sile, torzijo, upogibanje in sile, nastale zaradi povezav med celicami kot tudi med celicami in podlago. Te obremenitve zaznajo s specializiranimi senzori, ki se odzivajo na mehanske spremembe.

Takšni senzori so na primer beljakovine, imenovane integrini, ki segajo čez membrano, in ionski kanalčki, ki so občutljivi za obremenitve na zgornji (apikalni) strani celic, torej tisti, ki je usmerjena v prostor. Znano je, da mehanski dražljaji iz zunanosti preko prej omenjenih senzorjev sprožijo



Slika 1: Celice se odzivajo na mehanske dražljaje iz okolja, ki jih povzročajo različni procesi, kot so osmoza, trenje okoljske tekočine, napetost, stiskanje, pa tudi topografija, rigidnost in kemične lastnosti podlage, na kateri celice rastejo, oziroma zunajceličnega matriksa. Mehanske dražljaje zaznavajo celice s številnimi zanje občutljivimi beljakovinami, kar povzroči, da se spremeni povezava med njimi in elementi notranjega celičnega ogrodja. Ta sprememba nato na drugi strani vpliva na povezavo med elementi notranjega celičnega ogrodja (v glavnem aktinskimi vlakni) in povezavo med temi vlakni in proteini jedrne ovojnice. Ta sprememba vpliva na izražanje genov in posledično na izražanje (biosintezo) beljakovin, ki so tesno povezane z delovanjem celice in vplivajo na procese, kot so proliferacija, diferenciacija, celična smrt (apoptoza) in podobno.

Mehanska trdnost živalskih celic je v prvi vrsti odvisna od notranjega celičnega ogrodja, ki ni le preplet že omenjenih treh oblik vlaknatih beljakovin, temveč vključuje tudi beljakovine, ki so povezane z njimi. V tako zapletenem sistemu lahko motnja v kateri koli vlaknati ali z vlakni povezani beljakovini pripelje do sprememb v fiziološkem delovanju celic in posledično do bolezni. Zato bi lahko ugotovitve o mehanskih lastnostih celic uporabili kot kazalec njihovega biološkega stanja, kar bi omogočilo boljše razumevanje nekaterih bolezni.

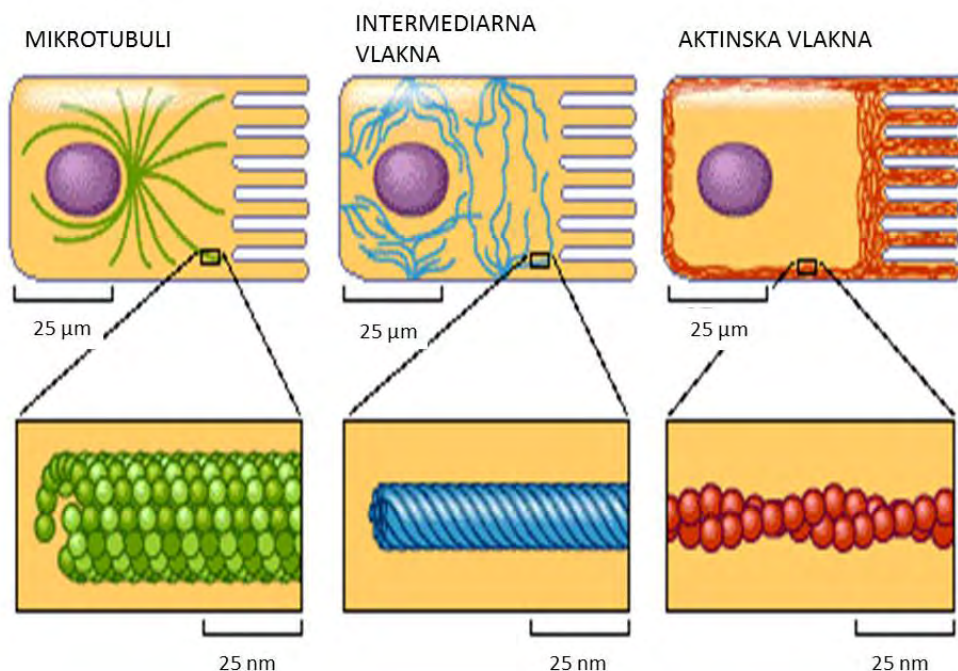
biokemične spremembe na nekaterih beljakovinah v notranjosti celice. To povzroči neke vrste verižno reakcijo: aktivacija predhodne beljakovine sproži signal za aktivacijo naslednje beljakovine v citoplazmi. Ti signali se nato končno prenesejo v jedro, kjer dosežejo specifične dele DNA, kar vpliva na izražanje genov. Nedavno so ugotovili, da se ob biokemičnih signalih neposredno prenašajo tudi mehanski signali, kar imenujemo mehanotransdukcija. Neposredna mehanska pot vključuje vlaknate beljakovine (aktinska vlakna, mikrotubule in intermediarna vlakna) v citoplazmi, ki sestavljajo notranje celično ogrodje (citoskelet). Beljakovine notranjega celičnega ogrodja se nato povezujejo z beljakovinami jedrne ovojnice – nesprini, ki prenesejo mehanske signale preko jedrne ovojnice do laminov, jedrnih proteinov, ki pripadajo skupini intermediarnih vlaken. Lamini so povezani s kromatinskimi kompleksi (kompleksi jedrnih proteinov in DNA) in na ta način vplivajo

na izražanje genov ter posredno na izražanje (biosintezo) beljakovin, kar se posledično izrazi v številnih bioloških procesih, vključno z adhezijo (pritrjevanjem), selitvijo oziroma gibanjem, proliferacijo (pomnoževanjem) in diferenciacijo celic.

Notranje celično ogrodje

Reorganizacija notranjega celičnega ogrodja je ena od prvih posledic mehanske obremenitve celic, ki ji sledi proizvajanje sile. Notranje celično ogrodje sestavljajo trije sis-

Slika 2: Shematski prikaz sestave posameznih elementov notranjega celičnega ogrodja (mikrotubulov, intermediarnih vlaken in aktinskih vlaken) in njihove namestitve v celici. Slika je povzeta po Pearson Education, Inc. (http://www.phschool.com/science/biology_place/biocoach/cells/cytoreview.html.)



temi vlaknatih beljakovin: aktinska vlakna, mikrotubuli in intermediarna vlakna, ki so sestavljena iz podenot (slika 2).

Površina notranjega celičnega ogrodja je glede na velikost celic razmeroma velika. Za primerjavo povejmo, da je površina celične membrane velika približno sedemsto kvadratnih mikrometrov, površina vseh notranjih membran je približno desetkrat večja in samo površina aktinskih vlaken še okoli petkrat večja kot površina notranjih membran, primerljivi pa sta tudi površini ostalih dveh vlaknatih sistemov: intermediarnih vlaken in mikrotubulov.

Pri naših poskusih smo ugotovili, da se sprememba v organizaciji katerega koli sestavnega elementa notranjega celičnega ogrodja kaže v spremenjeni organizaciji drugih dveh vlaknatih sistemov notranjega celičnega ogrodja. Razlike se poznajo tudi, če se spremeni sestava membrane, ki obdaja celico (plazemska membrana) in je z notranjim celičnim ogrodjem neposredno ali posredno povezana. Vse to pa vpliva na trdoto celic in na povezavo med

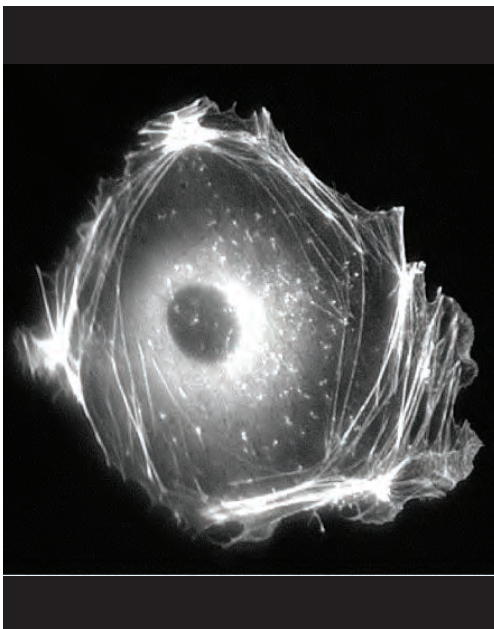
celično membrano in notranjim celičnim ogrodjem.

Aktinska vlakna

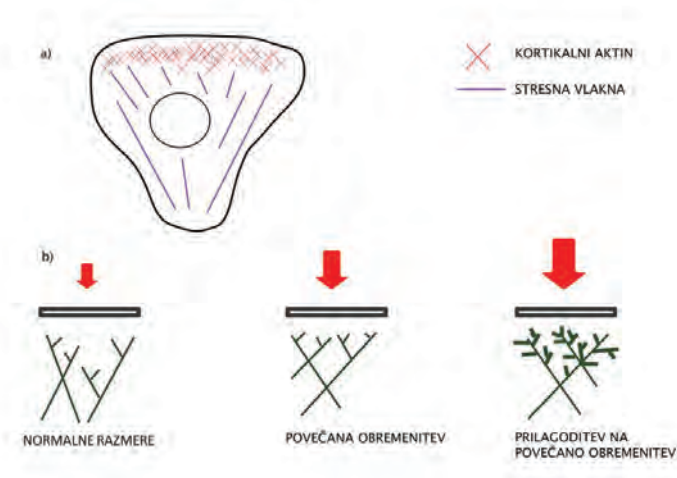
Aktinska vlakna (slika 3), najbolj znan element notranjega celičnega ogrodja, so zelo dinamična in se po potrebi zelo hitro reorganizirajo. To omogoča celicam hitro spreminjanje oblike, kar pa sovпада s celičnim gibanjem, homeostazo oziroma vzdrževanjem ravnotežnega stanja tkiv in diferenciacijo celic. Debela so od pet do sedem nanometrov, so polarna in sestavljena iz številnih podenot G-aktina, ki se med seboj povezujejo ter zavzamejo obliko vijačnice.

Aktinsko notranje celično ogrodje ima zelo raznovrstne naloge in sodeluje na primer pri pritrtanju celic na podlago, premikanju celic, prenosu signalov (v povezavi z različnimi receptorji, na primer povezavi celičnih membranskih receptorjev z integrini), celičnem ciklu (pri procesu delitve celic, v katerem se citoplazma deleče se celice porazdeli v hčerinski celici - citokineza), procesu absorpcije hranil (mikrovili v črevesnih celicah), krčenju (krčenje v mišičnih celicah) in znotrajceličnem prenosu veziklov in organelov v funkcijske predele celice (motorne beljakovine – miozini).

Aktinska vlakna so delno fleksibilni polimeri, ki se lahko organizirajo v različne arhitekturne oblike, kot so razvejene ali medsebojno povezane mreže, vzporedni snopi in antiparalelni kontraktilni snopi, ki delujejo kot mehanski elementi. Celično



Slika 3: Mikroskopska slika epitelijske celice iz ledvic vrečarja Potorous tridactylis, aktinska vlakna v njih smo označili imunofluorescentno. Postopek imunofluorescentnega označevanja temelji na uporabi s fluorescenčnim barvilom označenih protiteles, ki se specifično vežejo na preučevano beljakovino.

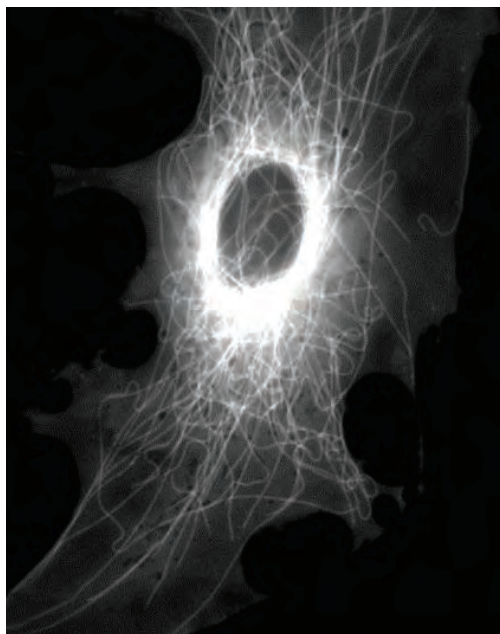


Slika 4: V kortikalnem delu celic, torej delu, ki se nabaja od petdeset do dvesto nanometrov pod celično membrano, so aktinska vlakna najbolj zamrežena (a). Stopnja zamrežitve se poveča, če se poveča obremenitev na celico (b).

trdoto lahko v različni meri uravnavajo tudi beljakovine, ki se vežejo na aktin, kar opozarja na pomen prostorske organizacije vlaken. Mreža aktinskih vlaken se pri upiranju mehanskemu stresu namreč ne zanaša le na lastnosti posameznega vlakna, temveč na bolj kompleksno organizirano zgradbo (zamrežitev).

Za celično trdoto sta pomembni predvsem dve obliki aktina: stresna vlakna in kortikalni aktin. Stresna vlakna so vzporedna s smerjo gibanja in so sestavljena iz aktinskih vlaken, beljakovin, ki so nanje vezane, in miozina II, ki omogoča proizvajanje sile za premikanje celic. Kortikalni aktin je od petdeset do dvesto nanometrov debela mreža kratkih in dolgih aktinskih vlaken (slika 4), ki je zasidrana na notranji strani membrane. Ima pomembno vlogo pri nadzoru sprememb oblike celic, kar omogoča z loka-

lnimi spremembami kortikalne napetosti. Ta ni odvisna izključno od krčenja, ki temelji na aktinsko-miozinskih povezavah, temveč tudi od gostote vlaken, njihove zgradbe in sestave (slika 4b). Kortikalni aktin je na primer sestavljen iz dolgih in kratkih vlaken (slika 4b); kratka vlakna lahko pri nekaterih celičnih tipih predstavljajo tudi osemdeset odstotkov vseh aktinskih vlaken. Pomen zamrežitve za mehanske lastnosti v tem



Slika 5: Mikroskopska slika epitelne celice iz ledvic vrečarja Potorous tridactylis. Mikrotubule v njih smo označili imunofluorescentno.

predelu celic smo preučevali tako, da smo zavrli nastajanje kratkih vlaken. Posledica zmanjšane količine kratkih vlaken je bila, da so celice postale mehkejše.

Mikrotubuli

Mikrotubuli so petindvajset nanometrov debeli votli »cilindri«, ki so sestavljeni iz trinajstih protofilamentov. Vsak protofilament je sestavljen iz dimerov α - in β -tubulina (slika 5). Vloga mikrotubulov je najbolj opazna pri mitozii in mejozi (kjer vodijo pravilno porazdelitev kromosomov), pri znotrajceličnem prenosu veziklov/organelov (motorne beljakovine: dineini in kinezini) in pri lokomociji (celično gibanje z migetalkami in bički).

Polimerizacija in depolimerizacija tubulinov ustvarja sile, ki omogočajo spreminjanje oblike celic in organizacijo celičnih komponent med selitvijo celic. So tudi najtrši polimeri notranjega celičnega ogrodja in jih ni na obrobju celic (slika 2). Njihova vloga pri mehanskih lastnostih celice še ni obsežneje raziskana. V primerih, ko so porušili zgradbo mikrotubulov s farmakološko spojino nokodazol, so ugotovili, da so nastale spremembe v elastičnih lastnostih celic, ki so bile celično specifične, v nekaterih primerih pa sprememb sploh niso zaznali.

Intermediarna vlakna

Intermediarna vlakna so zelo široka skupina vlaknatih beljakovin notranjega celičnega ogrodja, ki so svoje ime dobila po debelini približno deset nanometrov, kar je vrednost med aktinskimi vlakni in mikrotubuli. So kompleksni polimeri, ki lahko vsebujejo do dvajset tisoč enovito (homo-) ali različno sestavljenih (hetero)dimernih podenot in tvorijo zapletene mreže vlaken, ki se raztezajo od jedra do celične membrane (slika 2). Obstajajo citoplazemska in jedrna intermediarna vlakna. So multigenška družina (do sedaj je bilo odkritih sedemdeset genov, ki kodirajo več kot triinšedemdeset različnih beljakovin). Tudi te beljakovine

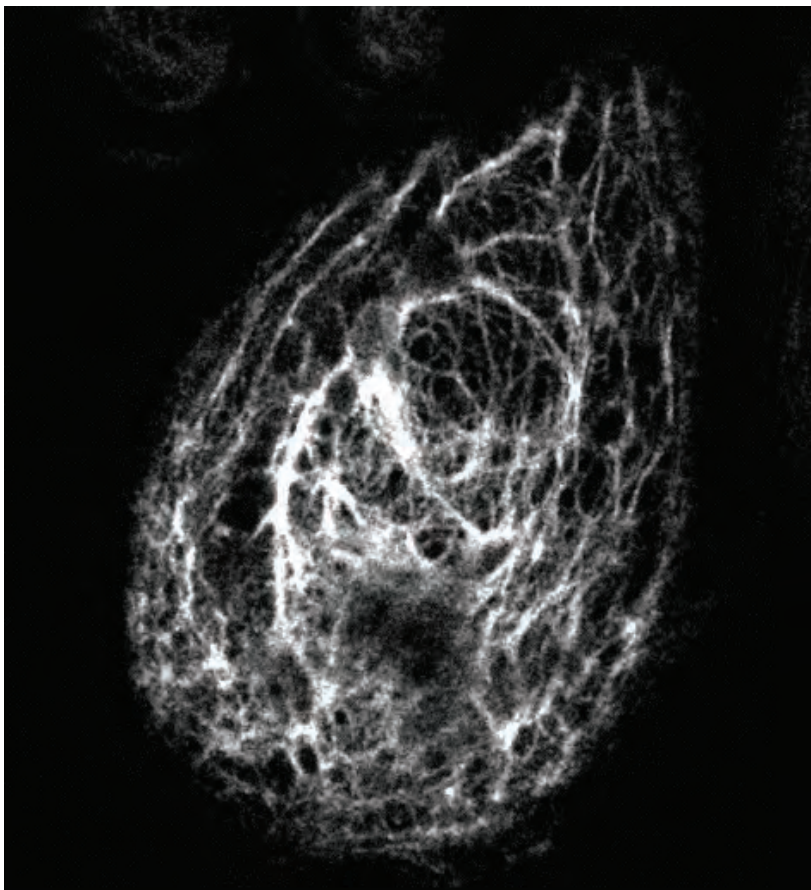
imajo veliko različnih vlog pri normalnem delovanju celic: dajejo mehansko oporo celicam, vplivajo na obliko in velikost celic, sodelujejo v celičnem ciklu in pri celičnem signaliziranju ter so pomembni označevalci diferenciacije tkiv in bioznačevalci za diagnostiko tumorjev. Beljakovine, ki sestavljajo intermediarna vlakna, so specifične tako glede na tkivo, v katerem se izražajo, kot tudi na razvojno stopnjo in jih delimo v šest osnovnih tipov (tabela 1).

Tabela 1: Pregled beljakovin intermediarnih vlaken in njihova zastopnost v različnih celičnih tipih.

TIP	Beljakovine intermediarnih vlaken	Celice
I	Keratini (kisli)	Epitelijske
II	Keratini (bazični)	Epitelijske
III	Dezmin Vimentin Periferin GFAP	Mišične Mezenhimatske Periferno živčevje Astrociti
IV	Neurofilamenti L, M, H α -interneksin Nestin Sinkoilin Sinemin α , β	CŽS CŽS v razvoju Mišične celice
V	Lamini (A, B, C)	Jedro
VI	Fakinin (CP49) Filensin (CP115)	Očesna leča

Keratini so beljakovine intermediarnih vlaken (slika 6), ki se uvrščajo v tipa I in II inter-

Slika 6: Keratinska vlakna v človeškem keratinocitu, v katerega smo vnesli genski zapis za izražanje keratinskih vlaken. Keratinska vlakna so na tej mikroskopski sliki označena s fluorescentnim barvilom.



mediarna vlakna in se izražajo v epitelijskih tkivih, predvsem v površinskem sloju kože v celicah, imenovanih keratinociti. Posledica mutacije v dveh vrstah keratinov (keratinu 5 ali 14) je pretežno avtosomno dominantna genetska bolezen epidermolitična buloza (*epidermolysis bullosa simplex*). Bolezen se izraža kot nezmožnost kožnih keratinocitov, da se zoperstavijo fizičnemu stresu, kar povzroči resne kožne poškodbe, ki lahko v skrajnem primeru vodijo v smrt. Mutirani keratinociti izražajo normalno in mutirano obliko keratina v različnem razmerju, vendar učinki mutirane oblike v vseh primerih te dominantne genetske bolezni prevladajo. Od tipa mutacije pa je odvisna resnost bolezni (bolezenski fenotip). Najbolj tipična fenotipska sprememba na celični ravni je

prizadeta mreža keratinov predvsem na obrobju celic, kar se kaže tudi na mehanskih lastnostih teh celic.

Jedro

Večina celic sesalcev ima eno jedro, ki je sferične ali ovalne oblike in je v premeru veliko od pet- do dvajset mikrometrov. V različnih celicah je jedro pet do desetkrat bolj trdo od okoliškega notranjega celičnega ogrodja in je hkrati tudi največji celični organel. Zavzema obsežen del celice, njegove mehanske lastnosti pa znatno vplivajo na mehanske lastnosti celotne celice. Mehanske lastnosti jedra so povezane z njegovo zgradbo in arhitekturo. Označujejo jo predvsem jedrna membrana, lamina in notranjost, ki jo sestavljata kromatin in jedrno ogrodje. Je-

drna lamina je gosta beljakovinska mreža, ki leži neposredno pod jedrno membrano. Njen glavni sestavni del so beljakovine lamini, ki spadajo med intermediarna vlakna tipa V in so specifični za jedro. Imajo pomembno vlogo pri mehaniki jedra, ugotovili pa so tudi, da lahko mutacije v nekaterih oblikah lamina povzročijo vsaj deset bolezni pri ljudeh, vključno z mišičnimi distrofijami (oslabitvijo in razgradnjo mišičnega tkiva), kardiomiopatijami (odebelitvijo in otrditvijo srčne mišice), lipodistrofijami (degenerativnimi boleznimi maščevja) in tako dalje. Odgovorni so tudi za normalno aktivacijo mehanosenzitivnih genov (genov, ki imajo zapis za proteine, občutljive za mehanske spodbude) in za mehanotransdukcijsko sporočanje (geni, ki imajo zapis za beljakovine, potrebne za odziv celice na mehanske spodbude). Kot že omenjeno, so tudi v jedrni notranjosti odkrili številne strukturne beljakovine, vključno z aktinom, miozinom in lamini. Jedrni aktin naj bi sodeloval v prepisovanju DNA, miozin pa je pomemben za premikanje DNA v jedru. Notranjost jedra deluje kot stisljivi, vodnati, gobi podobni viskoelastični material, ki ob stisku poveča trdoto. Večina notranjosti je zapolnjena s kromatinom, modifikacije kromatinske zgradbe pa lahko neposredno vplivajo na fizikalne lastnosti jedra. Kot že omenjeno, se zunanje sile prenesejo preko notranjega celičnega ogrodja do jedra, kar znatno deformira jedro.

Biomehanika

Celice so nenehno izpostavljene različnim silam iz okolja, kar povzroči spremembe v notranjem celičnem ogrodju. To predstavlja oporo celic, pomembno pa je tudi za njeno gibanje, zato bi lahko rekli, da so notranje celično ogrodje okostje in mišice celice. Tako kot mehansko začutimo zlom kosti ali spremenjeno mišično sestavo, kar posledično vpliva na ostale organe v telesu, lahko mehanske spremembe - kot posledico bolezenskih sprememb, mutacij in spre-

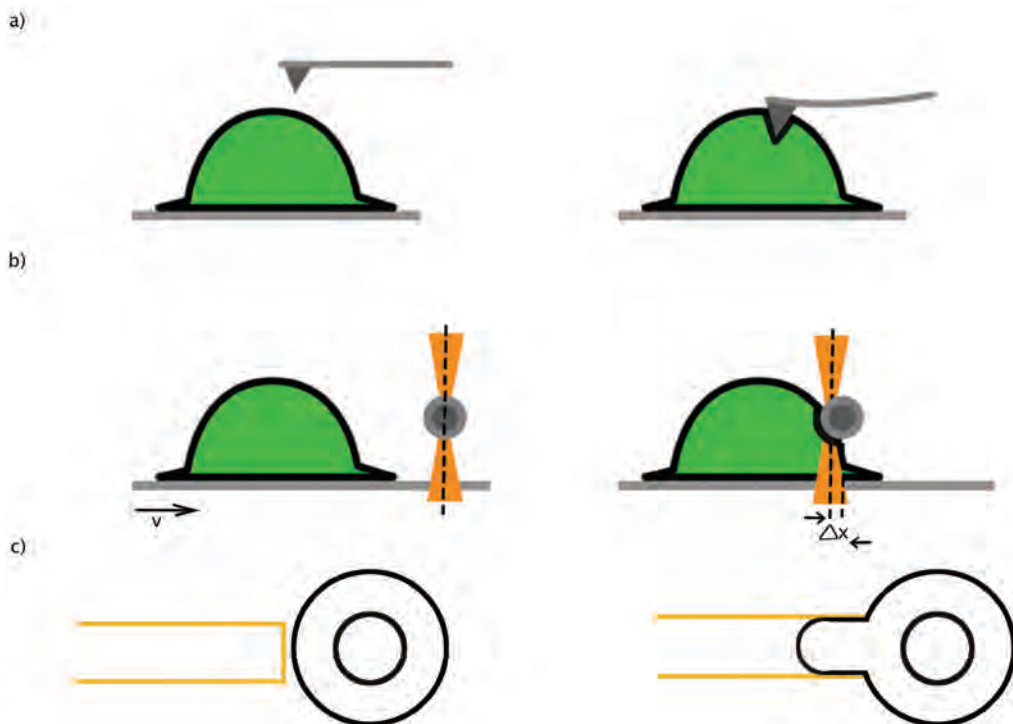
memb zaradi kemijskih ali fizikalnih dejavnikov - zaznamo tudi v celicah. S tovrstnimi spremembami in meritvami se ukvarja znanstveno področje biomehanika.

Merjenje mehanskih lastnosti celic

V biomehaniki so zaradi velikostnih omejitev sprva preučevali zgradbo in funkcijo bioloških sistemov na ravni celotnih organizmov ali posameznih organov. Razvoj eksperimentalnih metod na področju celičnih kultur in površinskih znanosti pa je omogočil raziskave tudi na ravni posameznih celic. Mehanske lastnosti nam opisujejo, kako se kak material deformira zaradi obremenitve in kako se ta deformacija spreminja v času. Če to prenesemo v okvir celične biomehanike, lahko z njo preučujemo mehanske lastnosti celic in odziv celic na mehanske dražljaje iz okolice. Številne tehnike, ki jih sedaj uporabljamo za merjenje mehanskih lastnosti posameznih celic, so razvili za merjenje mehanskih lastnosti materialov. V grobem jih razdelimo v »aktivne« in »pasivne«. »Aktivne« metode (slika 7) so tiste, pri katerih uporabimo zunanjo silo oziroma obremenimo celico zato, da jo deformiramo. Pri »pasivnih« metodah pa beležimo mehanske sile, ki jih povzročajo celice same, sicer pa ne uporabljamo ali ustvarjamo sil od zunaj.

Primeri »aktivnih« metod

Za merjenje mehanskih lastnosti uporabljajo v raziskavah najpogosteje mikroskopijo na atomsko silo (*atomic force microscopy, AFM*) (slika 7a). Pri tej tehniki uporabljajo tipalo s konico, ki je lahko različnih geometrijskih oblik (piramida z ostro konico, sfera ...) in je pritrjena na gibljivo ročico. Mikroskop na atomsko silo meri silo med konico tipala in vzorcem - če na konico in s tem na ročico deluje sila, se slednja upogne, kar se da zaznati in izmeriti. Sile, s katerimi delujemo na vzorec, so v tem primeru v območju nanonewtonov (nN), kar pa že zadošča za zaznavanje mehanskih lastnosti globlje ležečega



Slika 7: Shematski prikaz tehnik, ki jih uporabljamo za merjenje mehanskih lastnosti celic: (a) mikroskopija na atomsko silo, (b) optična pinceta, (c) vsesavanje v mikropipeto.

notranjega celičnega ogrodja in tudi jedra. V primeru, da nas zanimajo mehanske lastnosti, ki so povezane s celično membrano in kortikalnim notranjim celičnim ogrodjem, pa moramo na celico delovati z nižjimi silami. Tehnika, ki je uporabna pri tovrstnih zahtevah, je optična pinceta (slika 7b), ki jo uporabljamo tudi pri nas. V tem primeru ujamemo mikrosfero v fokusirani laserski snop, jo potisnemo v celico in jo nato ponovno povlečemo ven. Iz meritev sile, ki pri tem delujejo na mikrosfero, lahko določimo mehanske lastnosti celic. Sile v tem primeru pa so v območju pikonewtonov (pN), kar je desetkrat nižja sila kot pri mikroskopu na atomsko silo. Kot zanimivost bi dodala, da je Arthur Ashkin leta 2018 za razvoj optične pincete dobil Nobelovo nagrado za fiziko.

Pri obeh opisanih primerih merimo mehanske lastnosti celic lokalno, kar je tudi slabost obeh in njima podobnih metod. Celica namreč ni homogena, njena trdota pa je lahko na različnih delih precej različna. Takšno raznolikost je pri izvedbi poskusa in pri interpretaciji rezultatov treba upoštevati. Pomanjkljivostim, nastalim zaradi lokalnih meritev, se lahko izognemo tako, da deformiramo celotno celico. To dosežemo na primer z vsesavanjem v mikropipeto (slika 7c). V tem primeru naslonimo rob pipete ob celico in jo nežno vsesamo. Podatke o lastnostih celice dobimo iz geometrije nastale deformacije in tlaka, ki je za to potreben, kar omogoči izračun dovedene sile in določitev mehanskih lastnosti celic. Metodo lahko uporabimo le na nepritrjenih celicah, kar pa predstavlja novo pomanjkljivost, saj je

večina celic v fizioloških razmerah pritrjena. Pri večini metod merimo mehanske lastnosti na posameznih celicah. Metode so zelo počasne, zato za zdaj še niso primerne za večje vzorce ali celo za klinično diagnostiko. Razvijajo pa že nove metode, s katerimi bodo v kratkem lahko zbrali podatke o večjih populacijah celic. O uporabi mehanskih lastnosti v diagnostiki bomo napisali še kaj več v nadaljevanju.

Mehanske lastnosti rakavih celic

Tumorje pogosto odkrijejo z otipom (palpacijo) kot neprožno (rigidno, trdo) maso, ki se nahaja znotraj prožnega tkiva. Neprožnost (rigidnost, trdost) tumorja je med drugim posledica zvišanja tlaka v medceličnini in stresa zaradi spremenjenega ožiljenja in njenega razširjenja. Tumor je zgradba raznolikih celic, ki med drugim sproščajo in spreminjajo zunajcelični matriks, kar povratno pomembno vpliva na mehanske lastnosti celic. Matriks sestavljajo velike količine vlaknatega kolagena, ki se povezuje vzdolžno in tudi prečno, kar še dodatno prispeva k povečanju trdote. Tumorji se torej razlikujejo od okolja v svojih mehanskih lastnostih, zaradi česar lahko intuitivno pričakujemo, da bodo tudi celice v njih imele drugačne mehanske lastnosti, kot jih imajo njihove zdrave različice. To so v zadnjem desetletju intenzivno raziskovali in ugotovili, da imajo maligne celice resnično spremenjene mehanske lastnosti, v večini primerov so namreč mehkejše od zdravih. Tumorji so torej trši od okolja, tumorske celice pa mehkejše, kar na prvi pogled deluje protislovno. Zavedati se moramo, da so tumorji kompleksen skupek med seboj povezanih celic, žil, spremenjene medceličnine in tako dalje, kar prispeva k mehanskim lastnostim na makroskopski ravni, mi pa se pri meritvah mehanskih lastnosti omejimo na posamezne celice, torej mikroskopsko raven. Mehanske lastnosti celic so tesno povezane s številnimi biološkimi funkcijami: pritrjanjem, del-

itvijo, gibljivostjo, diferenciacijo in deformacijo. Za bolj invazivne oblike raka, ki metastazira, je značilno, da so celice zelo gibljive. V številnih raziskavah so ugotovili, da je povišana celična gibljivost povezana z nižjo celično trdoto, kar je ugodno za lažjo deformacijo med premikanjem in invazijo novih predelov v telesu, s tem da se lahko prerinejo skozi žilne stene. Nižja trdota je povezana tudi s spremenjenim notranjim celičnim ogrodjem v rakavih celicah.

Mehanske lastnosti in diagnostika

Mehanske lastnosti celic bi tako lahko bile diagnostični označevalci v kliniki, vendar smo glede tega trenutno omejeni, saj večina metod meri lastnosti le na posameznih celicah, kar je časovno zamudno in neprimerno za večje vzorce.

Trenutno razvijajo nove načine uporabe mikroskopov na atomsko silo, ki bo omogočala meritve na celotnem z biopsijo pridobljenem vzorcu in ne le na posameznih celicah. S tem bi lahko v razmeroma kratkem času dobili predhodne podatke, ali gre za maligno tvorbo ali ne.

Druge metode za uporabo mehanskih lastnosti celic v diagnostiki temeljijo na mikrofluidiki. To je interdisciplinarna veda, ki se ukvarja z lastnostmi tekočin v kanalčkih s premerom do nekaj sto mikrometrov. Zajema številne metode, s katerimi lahko tekočine uporabimo za različne namene, kar omogoča minituarizacijo laboratorijskih procesov. V tem primeru bi lahko v kratkem času pomerili velike populacije živih celic, ne da bi jih pred tem bilo treba posebej obdelati ali označiti.

Zaključek

V različnih fazah življenja celice se njene mehanske lastnosti zelo spreminjajo, kar je povezano s fiziološkim stanjem in različnimi biološkimi funkcijami. Tudi patološke spremembe v celicah se pogosto kažejo v spremembi mehanskih lastnosti, zato postajajo te vedno močnejša orodja

za določanje značilnosti celic, spremljanje njenih procesov, kot je na primer diferenciacija, ali diagnozo bolezni. Glede na spodbudne rezultate temeljnih raziskav tovrstne analize obetajo možnost enostavnega in učinkovitega pristopa za uporabo v medicini, čemur uspešno sledimo tudi pri nas.

Literatura:

- Addae-Mensab, K. A., Wikswo, J. P., 2008:** *Measurement techniques for cellular biomechanics in vitro. Experimental Biology and Medicine (Maywood), 233 (7): 792-809.*
- Balikov, D. A., Brady, S. K., Ko, U. H., Shin, J. H., de Pereda, J. M., Sonnenberg, A., in sod., 2017:** *The nesprin-cytoskeleton interface probed directly on single nuclei is a mechanically rich system. Nucleus (Calcutta), 8 (5): 534-547.*
- Celik, E., Abdulreda, M. H., Maignel, D., Li, J., Moy, V. T., 2013:** *Rearrangement of microtubule network under biochemical and mechanical stimulations. Methods, 60 (2): 195-201.*
- Chalut, K. J., Paluch, E. K., 2016:** *The Actin Cortex: A Bridge between Cell Shape and Function. Developmental Cell, 38 (6): 571-573.*
- Fletcher, D. A., Mullins, R. D., 2010:** *Cell mechanics and the cytoskeleton. Nature, 463 (7280): 485-492.*
- Gavara, N., 2017:** *A beginners guide to atomic force microscopy probing for cell mechanics. Microscopy Research and Technique, 80 (1): 75-84.*
- Goldmann, W. H., 2018:** *Intermediate filaments and cellular mechanics. Cell Biology International, 42 (2): 132-8.*
- Grady, M. E., Composto, R. J., Eckmann, D. M., 2016:** *Cell elasticity with altered cytoskeletal architectures across multiple cell types. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 61: 197-207.*
- Guck, J., Chilver, E. R., 2013:** *Mechanics meets medicine. Science Translational Medicine, 5 (212): 212fs41.*
- Jokbadar, S. Z., Derganc, J., 2015:** *Structural Rearrangements in CHO Cells After Disruption of Individual Cytoskeletal Elements and Plasma Membrane. Cell Biochemistry and Biophysics, 71 (3): 1605-1613.*
- Lammerding, J., 2011:** *Mechanics of the nucleus. Comprehensive Physiology, 1 (2): 783-807.*
- Lane, E. B., 2009:** *Severe keratin 5 and 14 mutations induce down-regulation of junction proteins in keratinocytes. Experimental Cell Research, 315 (17): 2995-3003.*
- Lee, L. M., Liu, A. P., 2014:** *The Application of Micropipette Aspiration in Molecular Mechanics of Single Cells. Journal of Nanotechnology in Engineering and Medicine, 5 (4): 0408011-408016.*
- Liovic, M., Mogensen, M. M., Prescott, A. R., Lane, E. B., 2003:** *Observation of keratin particles showing fast bidirectional movement colocalized with microtubules. Journal of Cell Science, 116 (Pt 8): 1417-1427.*
- Liovic, M., D'Alessandro, M., Tomic-Canic, M., Bolsbakov, V. N., Coats, S. E., Luo, W., Lieu, Z. Z., Manser, E., Bershadsky, A. D., Sheetz, M. P., 2016:** *Formin DAAM1 Organizes Actin Filaments in the Cytoplasmic Nodal Actin Network. PLoS One, 11 (10): e0163915.*
- Mietke, A., Otto, O., Girardo, S., Rosendahl, P., Taubenberger, A., Golfier, S., in sod., 2015:** *Extracting Cell Stiffness from Real-Time Deformability Cytometry: Theory and Experiment. Biophysical Journal, 109 (10): 2023-2036.*
- Missirlis, Y. F., 2016:** *Mechanoepigenetics. Frontiers in Cell and Developmental Biology, 4: 113.*
- Moendarbary, E., Harris, A. R., 2014:** *Cell mechanics: principles, practices, and prospects. Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine, 6 (5): 371-388.*
- Morone, N., Fujiwara, T., Murase, K., Kasai, R. S., Ike, H., Yuasa, S., in sod., 2006:** *Three-dimensional reconstruction of the membrane skeleton at the plasma membrane interface by electron tomography. Journal of Cell Biology, 174 (6): 851-862.*
- Osmanagic-Myers, S., Dechat, T., Foisner, R., 2015:** *Lamins at the crossroads of mechanosignaling. Genes and Development, 29 (3): 225-237.*
- Paluch, E. K., Nelson, C. M., Biais, N., Fabry, B., Moeller, J., Pruitt, B. L., in sod., 2015:** *Mechanotransduction: use the force(s). BMC Biology, 13: 47.*
- Plodinec, M., Loparic, M., Monnier, C. A., Obermann, E. C., Zanetti-Dallenbach, R., Oertle, P., in sod., 2012:** *The nanomechanical signature of breast cancer. Nature Nanotechnology, 7 (11): 757-765.*
- Quan, F. S., Kim, K. S., 2016:** *Medical applications of the intrinsic mechanical properties of single cells. Acta Biochimica et Biophysica Sinica (Shanghai), 48 (10): 865-871.*
- Salbreux, G., Charras, G., Paluch, E., 2012:** *Actin cortex mechanics and cellular morphogenesis. Trends in Cell Biology, 22 (10): 536-545.*
- Swift, J., Discher, D. E., 2014:** *The nuclear lamina is mechano-responsive to ECM elasticity in mature tissue. Journal of Cell Science, 127 (Pt 14): 3005-3015.*
- Viita, T., Vartiainen, M. K., 2017:** *From Cytoskeleton to Gene Expression: Actin in the Nucleus. Handbook of Experimental Pharmacology, 235: 311-329.*

Urhu Vidmarju se zahvaljujem za oblikovanje slik 1, 4 in 7.

Raziskovanje potopljenih rudnikov v Evropi s podvodnim robotom – projekt *Unexmin*

Timotej Verbovšek

Problematika evropskih držav s surovinami in namen projekta

Evropa ima dolgo zgodovino izkoriščanja mineralnih surovin in je bila nekoč pri tem vodilna celina, danes pa se je to precej spremenilo. Rudniki v Evropi so večinoma že izkoriščeni, čeprav je treba opozoriti, da jih je bilo ogromno zaprtih zaradi ekonomskih razlogov in ne zato, ker bi zmanjkalo rude. Redke kovine, ki jih potrebujemo v elektroniki, se nahajajo večinoma na Kitajskem, v Rusiji in na drugih celinah. Zato smo v Evropi zelo odvisni od tujega trga, kar strateško ni dobro. Leta 2017 je Evropska komisija objavila posodobljeni seznam kritičnih surovin (Critical Raw Materials, CRM), med katerimi je prepoznala 27 surovin kot kritičnih za razvoj evropske ekonomije, med temi so večinoma kovine in elementi redkih zemelj. Poseben status ima danes litij, ki ga potrebujemo pri izdelavi litij-ionskih baterij, poleg njega pa tudi kobalt, nikelj in grafit. Predvsem niklja in litija na evropskih tleh precej primanjkuje.

V današnjih časih so se spremenile metode izkoriščanja, saj lahko na okoljsko prijaznejši način pridobimo predvsem takšno rudo, ki ima nizko vsebnost elementov in ki je včasih niso mogli izkoristiti. Ogromno neizkoriščenih potencialnih zalog je tudi še v starih opustelih rudnikih. Ocenjujemo, da je v Evropi približno 30.000 opuščenih kovinskih rudnikov in približno 20.000 premogovnikov, zato je tudi z ekonomskega vidika čedalje bolj aktualno vprašanje, kako bi lahko te vire izkoristili.

Precej rudnikov je torej perspektivnih, a ne-

dostopnih, nevarnih in tudi radioaktivnih, zato niso primerni za raziskovanje. Delo v rudnikih je bilo za ljudi vedno nevarno, saj v njih prihaja do plinskih vdorov (ogljikovega dioksida, metana) in eksplozij, porušitev, vdorov podzemne vode, požarov, pa tudi do dogodkov, ko so rudarji ujeti pod površino. Zapuščeni rudniki so še bolj problematični, ker so v zelo slabem stanju, vseh rogov pa tudi ne poznamo, ker jih pred nekaj sto leti sploh niso evidentirali. V starih rovih tudi ni električne napeljave in svetlobe, zato je lahko vidljivost zelo slaba, ni ventilacije in podobno. Kljub vsem naštetim težavam lahko rove raziskujemo s posebej usposobljenim osebjem. Velika večina raziskovalnih metod pa odpove, če je rudnik zalit s podzemno vodo, saj se ljudje ne moremo potapljati do nekaj sto metrov globoko v zapuščene rove. Te težave pa lahko odpravimo, če raziskujemo rudnike z robotom.

O projektu *Unexmin*

Glavna ideja projekta je bila razviti podvodnega robota, ki bi avtonomno raziskoval zalite podzemne rudnike. Projekt je poimenovan *UNEXMIN*, kar je kratica za »UNderwater EXplorer for flooded MINes« in kar lahko prevedemo kot »Podvodni robot za raziskovanje potopljenih rudnikov«. V projektu je sodelovalo trinajst partnerjev iz sedmih držav, med katerimi so bile tri organizacije iz Slovenije – Geološki zavod Slovenije, Center za upravljanje z dediščino živega srebra ter posredno tudi Slovensko geološko društvo preko Evropske zveze geologov (EFG), ki je kot partnerska organizacija zbiranje podatkov

in predstavitve rezultatov prepustila nacionalnim geološkim društvom po Evropi. Projekt je potekal 45 mesecev (od 1. februarja leta 2016 do 31. oktobra leta 2019) v okviru financiranja krovnega programa Evropske unije za raziskave in inovacije (Research and Innovation Action RIA) *Obzorji 2020*.

Vloge treh slovenskih organizacij pri projektu so bile različne. Geološki zavod Slovenije je imel vlogo pri testiranju robota (za ta delovni paket je bil tudi vodilni partner), pri geoloških raziskavah, posredovanju oziroma obveščanju in širjenju informacij o projektu, preverjanju funkcij robota, razvoju inštrumentov, analizi podatkov in tudi ostalih aktivnostih. Center za upravljanje z dediščino živega srebra je bil pristojen za izvedbo testiranja robota v rudniku živega srebra v Idriji (ena od štirih predvidenih lokacij testiranja, kot bo opisano v nadaljevanju), Slovensko geološko društvo pa za zbiranje podatkov in izdelavo baze o potopljenih rudnikih ter za posredovanje oziroma obveščanje in širjenje informacij o projektu.

Poleg izdelave robota je bil stranski cilj projekta tudi izdelava baze opuščeni in aktivnih rudnikov v Evropi, da bi robot tudi po koncu projekta lahko raziskoval potencialno zanimive rudnike, ki bi jih bilo morebiti smiselno ponovno odpreti.

O robotu

Izdelava robota je bilo tehnično zahtevno delo, saj je šlo za pionirski razvoj robota, v sklopu trajanja projekta pa so bili izdelani celo trije prototipi (UX-1a, UX-1b in UX-1c). Zagotoviti je bilo treba avtonomno kartiranje v tridimenzionalnem okolju pri največji predvideni globini potopa 500 metrov, torej bistveno globlje, kot je rudnike mogoče raziskovati s potapljači. Za obliko robota so izbrali kroglo, ki je najbolj mobilna, se lahko obrača in se najmanj verjetno zatika. Robot ima premer približno 60 centimetrov, tehta 112 kilogramov, je nevtralen ploven in se premika s hitrostjo največ pol metra na sekundo. Opremljen je s šte-

vilnimi senzorji (tipali) za kamnine in tudi za vodo, saj je ta v zalitih rudnikih lahko precej korozivna ter tako nevarna za ohišje in senzorje. Opremo robota lahko razdelimo v navigacijsko in znanstveno.

Navigacijska oprema zajema natančne senzorje za premikanje in zaznavanje ovir:

- *Sonar* za zaznavanje tal oziroma sten, da ne pride do trka.
- *Pet digitalnih kamer*, ki zaznavajo vidno svetlobo. Kamera je zelo primerna za vidno opazovanje kamnin, saj se z njo vidijo same kamnine ter tudi vpadni razpok in prelomov, ki jih je treba poznati za razumevanje nastanka rudišč. Težave kamere pa so predvsem, da je vidnost v kalni vodi slaba in je za interpretacijo potreben strokovnjak, ki prepozna ter oceni kamnine in razpoke.
- *Luči* za osvetljevanje.
- *Dopplerjev senzor* za meritve hitrosti vodnega toka.
- *Inercijski navigacijski sistem (INS)* za meritve premikanja.
- *Skenerji in laserji*, ki podobno kot sonar zaznavajo bližino sten, stropa in tal.

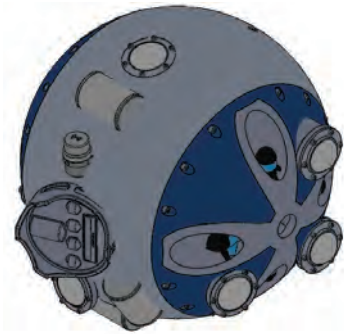
Znanstvena oprema zajema vse potrebno za vsebinsko zajemanje podatkov:

- *Meritve fizikalno-kemičnih lastnosti vode*, med katere spadajo temperatura vode, pH, elektroprevodnost vode ter vodni tlak.
- *Zajemanje manjših količin vode z vzorčevalnikom*, ki ji nato kasneje v laboratoriju določimo kemično sestavo ter mesta temperaturnih oziroma hidrotermalnih anomalij, korozivne vode in uhajanja oziroma koncentracij plinov. Potencialne težave povzročata zahtevana kalibracija oziroma umerjanje sonde, da ta pravilno meri parametre, in včasih premajhna količina vode za vse potrebne analize.
- *Merilec magnetnega polja*, ki ga potrebujemo za prepoznavanje magnetnih minera-

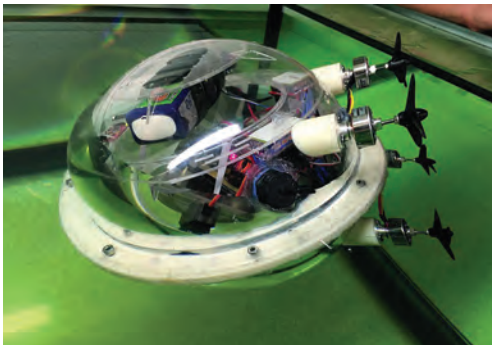
lov (ti vsebujejo na primer železo).

- *Ultravijolična fluorescenčna kamera* za določanje mineralov, ki imajo fluorescenčne lastnosti.
- *Multispektralna kamera*, ki meri elektromagnetno valovanje na štirinajstih različnih frekvencah oziroma kanalih, kar potrebujemo za zaznavanje posebnih mine-

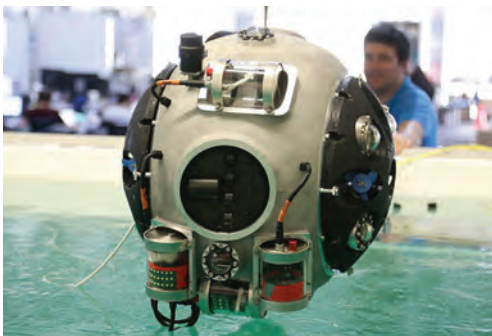
IDEJNA SKICA ROBOTA UX-1,



PROTOTIP



ROBOT



ralov. Težave so lahko s preveliko količino podatkov, poleg tega pa zaradi premikanja robota in njegovega obračanja zajeti podatki niso nujno povsem z istega mesta.

- *Gama števec* za meritve naravne radioaktivnosti (gama žarkov). To metodo uporabljamo za določanje radioaktivnih mineralov. Naravna radioaktivnost se pojavlja v mineralih, ki vsebujejo predvsem radioaktivne izotope urana in kalija, ti pa so prisotni v magmatskih kamninah (predvsem v granitih in pegmatitih).
- *Podpovršinski sonar* (angleško *subbottom profiler*), ki skenira tla pod dnom oziroma površino tal.



Prikaz osnovnih informacij za rudnik Sovodenj v Sloveniji v bazi podatkov.

Čeprav je obstoječa oprema robota precej bogata, bi jo lahko še nadgradili z:

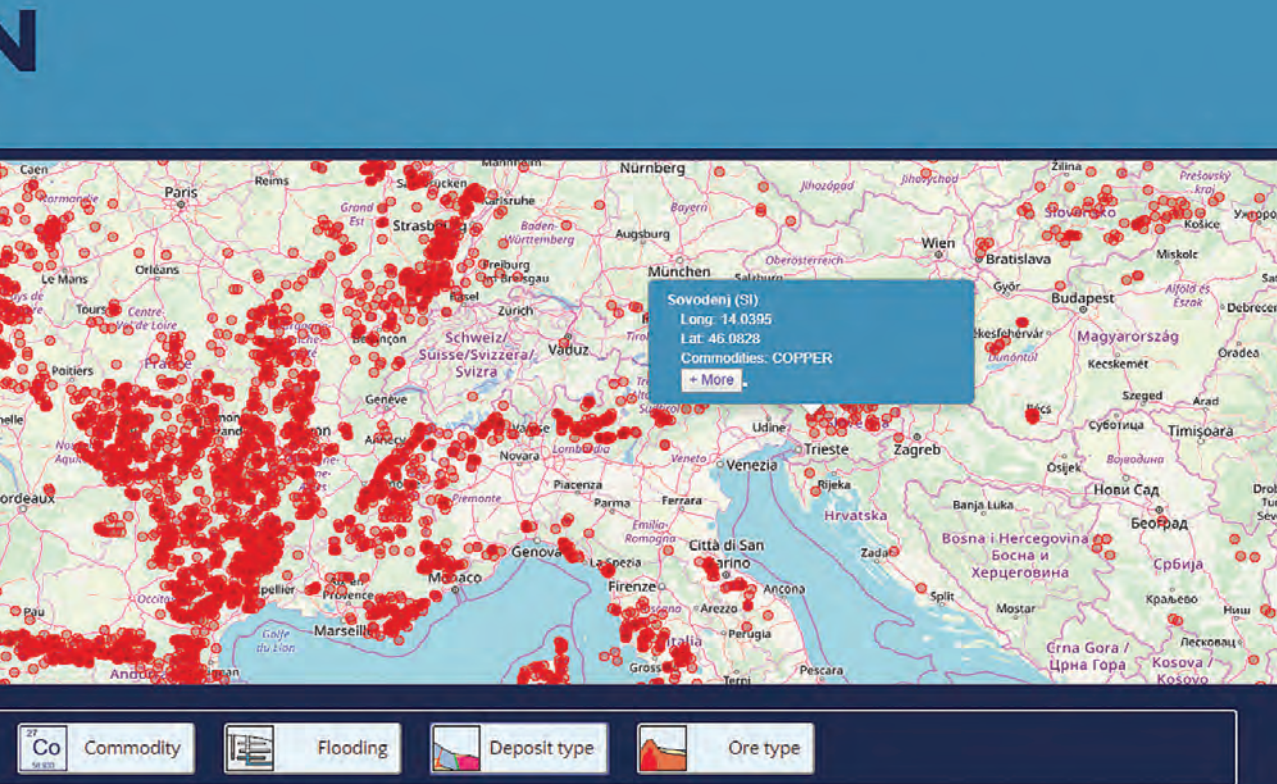
- meritvami za ugotavljanje mineralne (XRD) in kemične sestave (XRF),
- opremo za vzorčenje kamnin, ki bi jih lahko nato preučili na kopnem,
- bolj avtomatiziranim zajemom podatkov.

Zanimivo je, da je danes posebna težava prevelika količina zajetih podatkov, saj robot zabeleži približno 200 gigabajtov podatkov vsako uro. Med štirimi testiranjmi je bilo na primer izdelanih več kot 8 terabajtov podatkov.

Baza zapuščenih rudnikov

V sklopu projekta smo naredili seznam rudnikov različnih surovin, vendar nato v

analizo in predstavitev nismo vključili premogovnikov, tako zaradi večjega potenciala in varnosti uporabe robota pri potapljanju kot tudi zaradi ekonomskega vidika, saj bo v prihodnosti potreba po kovinah, nekovinskih surovinah, redkih elementih in podobnem večja kot po premogu. Zbiranje podatkov je bilo precej zahtevno, saj evidence opuščanih rudnikov uradno ne opravlja nihče, popisani pa so predvsem tisti s koncesijo za izkoriščanje in starejši, za katere obstajajo različna poročila. Podatki so zato razpršeni po ustanovah, občinah, objavljenih člankih in poročilih ali pa imamo o njih le ustne informacije. Baza je v času projekta obsegala 8.174 rudnikov, sedaj pa je še posodobljena in vsebuje 11.678 rudnikov. Največ jih je bilo popisanih v Združenem kraljestvu (5.843),



Franciji (3.468) in Italiji (1.183). Čeprav je bilo pridobivanje podatkov zapleteno, smo za območje Slovenije popisali 96 rudnikov in premogovnikov, kar je v primerjavi z ostalimi evropskimi državami v Evropi precej.

Zajeti podatki so vsebovali lokacijo rudnika, izkoriščane rude, vrsto dostopa do rudnika, status poplavljenosti rudnika, višino podzemne vode, geološke lastnosti kamnin, tip orudjenja, velikost rudišča, status aktivnosti rudnika, razloge za morebitno zaprtje, omejitve pri dostopu, podatke o podjetju, ki je lastnik oziroma ki upravlja z rudnikom, in morebitne opombe. Z obsežno bazo smo predvsem želeli določiti lokacije potencialnih rudnikov, kamor bi se robot lahko potopil, poleg tega pa tudi dobiti nove podatke o svoji kulturni dediščini, saj so marsikateri rudniki zaščiteni kot kulturni spomeniki. Karta rudnikov je dostopna tudi na spletnem naslovu:

www.unexmin.eu/the-european-inventory-of-flooded-mines-is-now-online/

Lokacije testiranj

Med projektom je bilo za testiranje robota sprva uporabljene več manjših lokacij v bazenih in jezerih, predvsem pa so bile pomembne lokacije v naravi, kjer se je robot dejansko potopil v opuščene rudnike. Predvidene so bile štiri lokacije, po opravljenih testih pa so na koncu dodali še peto.

Kaatiala – rudnik kremenca na Finskem (11. junij – 21. junij 2018)

Kaatiala je rudnik v pegmatitih, ki so jih izkoriščali za pridobivanje kremenca v devetnajstem stoletju. Pozneje je bil rudnik Kaatiala v uporabi med letoma 1942 in 1968, izkoriščali pa so ortoklaz. Proizvodnja je obsegala približno 160.000 ton glincev in 30.000 ton kremenca. Poleg tega so izkoriščali tudi muskovit (700 ton), kolumbit (5 ton), löllingit (FeAs_2) (5 ton) in 18 ton berila. Rudnik je v primerjavi z ostalimi

Testiranje robota v Kaatiali na Finskem.



lokacijami lažje dostopen, saj gre za odprti kop, zato so ga izbrali za prvo testiranje komponent robota v bolj varnem okolju.

Idrija – rudnik živega srebra v Sloveniji (10. september – 21. september 2018)

Rudnik, ki ga Slovenci dobro poznamo, je deloval petsto let, vse do leta 1995. Za Almadenom v Španiji je bil drugi največji rudnik živega srebra na svetu. V njem so pridobili približno 107.700 ton živega srebra. Od leta 2012 dalje je rudnik skupaj z Almadenom uvrščen na seznam Unescove svetovne dediščine. Izziv pri testiranju robota so bili zelo ozki jaški in omenjena vidljivost v vodi.



Testiranje robota v Idriji.

Urgeiriça – rudnik urana na Portugalskem (6. marec – 7. april 2019)

Rudnik je deloval med letoma 1913 in 1992, zaprt pa je bil leta 2001. Posebnost rudnika je njegova globina, saj je šest jaškov segalo



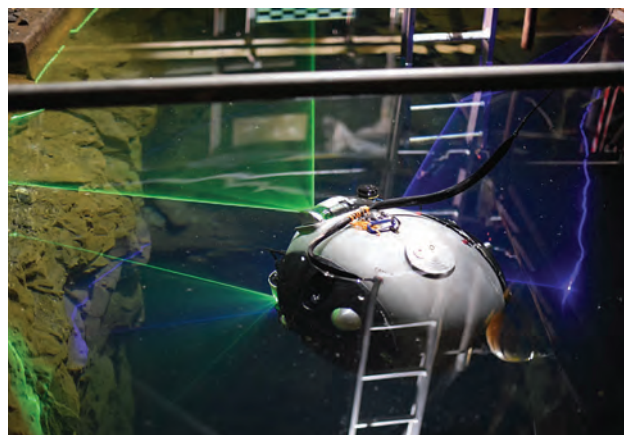
Testiranje robota v Urgeiriçi na Portugalskem.

do največje globine približno 450 metrov. Robot je bil testiran v 18 potopih do globine 106,5 metra, kamnine pa so tudi radioaktivne, saj gre za rudnik urana v pegmatitih.

Deep Ecton – rudnik bakra v Združenem kraljestvu (9. maj – 31. maj 2019)

Rudo so tam kopali vse od bronaste dobe do leta 1890. Največja proizvodnja je bila leta 1786, ko so izkopali 4.000 ton bakra. Poleg tega so kopali tudi svinec in cink. Jaški segajo tudi več kot 400 metrov globoko pod gladino reke. Rudnik približno 150 let ni bil obiskan oziroma natančno raziskan,

Testiranje robota v Deep Ectonu v Združenem kraljestvu.



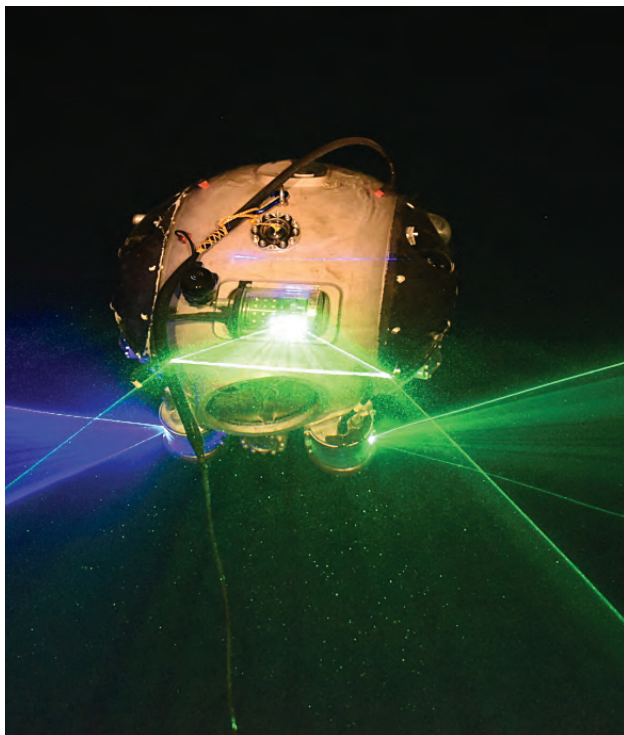
zato je bilo njegovo raziskovanje poseben izziv. Rezultat projekta je bil posredno tudi dokumentiranje kulturne dediščine.

Jama Molnár János v Budimpešti na Madžarskem (24. junij – 5. julij 2019)

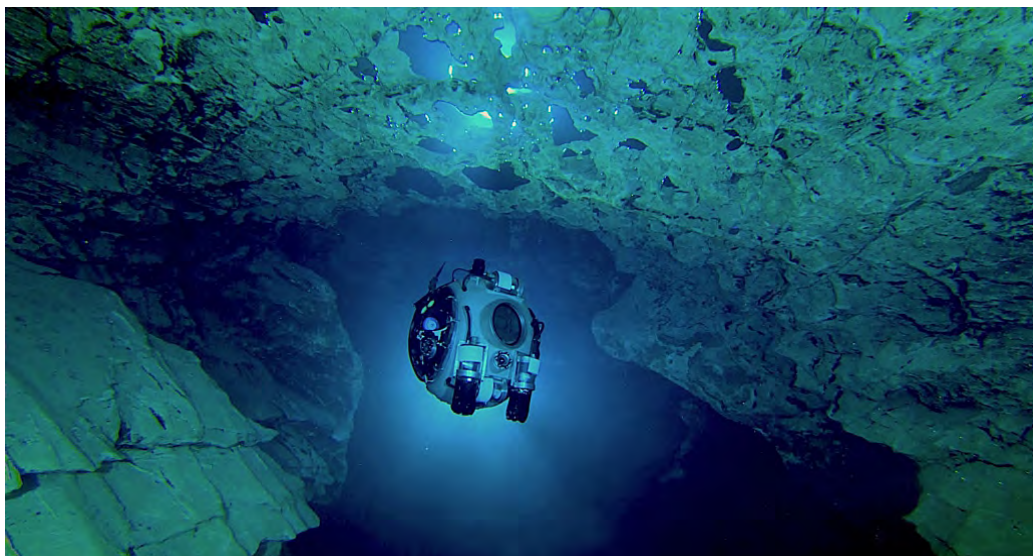
Jamo z več termalnimi izviri v karbonatih v središču Budimpešte so se poleg omenjenih prvotnih štirih lokacij odločili raziskati kasneje, da bi izboljšali avtonomno obnašanje robota. Termalna voda v njej ima temperaturo od 20 do 28 stopinj Celzija, globina vode je tudi več kot 100 metrov, dolžina jamskih rogov pa več kot 6 kilometrov.

Zaključna predstavitev

26. septembra leta 2019 so med predstavitvijo končnih rezultatov v Bruslju prikazali tudi delovanje robota v živo, in sicer v izredno globokem plavalnem bazenu Nemo 33, ki je s številko poimenovan, ker je temperatura vode v njem 33 stopinj Celzija, globina pa 33 metrov. Okoli bazena so bila številna steklena okna, tako da je bilo mogoče videti delovanje robota. S predstavitvijo in številnimi predavanji o projektu in politiki Evropske unije glede izrabe mineralnih surovin se je projekt zaključil.



Testiranje robota v jami Molnár János na Madžarskem.





Predstavitve delovanja robota v bazenu Nemo 33 v Bruslju.

Kako naprej?

Robot oziroma trije prototipi so bili uspešno izdelani in testirani, zato jih bodo lahko uporabljali pri raziskovanju podzemnih rudnikov ali ostalih lokacij tudi po koncu projekta. Odobreno pa je tudi že zanimivo nadaljevanje raziskovanja v okviru projekta *Robominers* (začel se je 1. junija 2019 in bo trajal do 31. maja 2023), ki ga v višini 7,4 milijona evrov prav tako financira Evropska unija s programom *Obzorje 2020*. Izdelali bodo robota, ki bo modularen (sestavljen iz posameznih sklopov) in bo lahko raziskoval manjše, ljudem nedostopne rove, saj ga bodo lahko na primer spustili pod zemljo na dno globoke vrtine, kjer naj bi se sam sestavil v delujočega robota in začel kopati, vzorčiti in raziskovati kamnine. Smo torej šele na začetku nove zanimive zgodbe, ki jo bomo spremljali tudi v prihodnje.

Viri:

Spletna stran projekta UNEXMIN:

<https://www.unexmin.eu/>.

Youtube kanal: https://www.youtube.com/channel/UCU1azd5LxBBaa6_6C-nsbEQ/videos.

Evropski seznam kritičnih surovin:

<https://rmis.jrc.ec.europa.eu/?page=crm-list-2017-09abb4>.

Članek o robotu s kratkimi predstavitvami štirih testiranih lokacij:

<http://www.unexmin.eu/wp-content/uploads/2018/07/lopes2017.pdf>.

Prispevka na RTV SLO o potapljanju v Idriji:

<http://www.rtvlo.si/znanost-in-tehnologija/potopljen-jasek-v-idrijskem-rudniku-raziskuje-avtonomni-robot/465971>.

<https://4d.rtvlo.si/arhiv/odmevi/174562356>.

Predstavitve projekta v reviji *European Geologist* (maj 2019, št. 47):

https://eurogeologists.eu/wp-content/uploads/2019/05/EGJ47_web.pdf.

Končna brošura projekta:

<https://www.unexmin.eu/download/unexmin-final-project-booklet-september-2019/>.

Timotej Verbovšek, rojen leta 1976, je univerzitetni diplomirani geolog in doktor znanosti, ki je leta 2008 doktoriral s področja podzemnih vod in uporabe fraktalov v geologiji. Je izredni profesor na Oddelku za geologijo na Naravoslovnotehniški fakulteti v Ljubljani, kjer predava na Katedri za aplikativno geologijo. Področje njegovega raziskovanja zajema delo na področju inženirske geologije, GIS-a, krasa in fraktalov. Je član Mednarodnega združenja hidrogeologov (*International Association of Hydrogeologists, IAH*), Mednarodnega združenja za inženirsko geologijo in okolje (*International Association for Engineering Geology and the Environment, IAEG*) in Mednarodnega društva za mehaniko kamnin (*International Society for Rock Mechanics, ISRM*). V sklopu projekta UNEXMIN je bil zadolžen predvsem za zbiranje podatkov za bazo rudnikov in predstavitev rezultatov. Kontakt in ostale informacije najdete na njegovi osebni spletni strani www.ntf.uni-lj.si/og/timotej-verbovsek/.

Alkmonavis - nova praptica

Matija Križnar

Svetovno znana najdišča jurskih fosilov, ki smo jih nekajkrat obiskali tudi s Prirodoslovnim društvom Slovenije, so postregla z novo senzacijo. Leta 2017 so v enem izmed kamnolomov južno od znamenitega Solnhofna našli skupino koščic, ki so na prvi pogled spominjale na ostanke arheopteriksa. Na plošči apnenca se je ohranilo desno krilo praptice skupaj s prstnimi členki in celo krempljci. Najditelj je primerek posredoval bavarskim paleontologom, ki so ga natančno preučili in opravili primerjavo s podobnimi kostnimi ostanke. Prišli so do spoznanja, da se novi najdeni ostanek presenetljivo loči

od arheopteriksov. Nadelo so mu novo ime *Alcmonavis poeschli*. Vrstno ime so posvetili srečnemu najditelju Rolandu Pöschlu, rodovno ime pa so našli v keltski izpeljanki besede (Alcmona) za bližnjo reko Altmühl.

*Lepo ohranjene kosti desnega krila
nove vrste praptice Alcmonavis poeschli
(na sosednji strani).*

*Kamnolom Mühlheim,
kjer so v zgornjejurskih plasteh našli
nov fosil praptice (spodaj).
Fotografiji: Matija Križnar.*





Nov pomnik medicinske preteklosti

Celoviti prikaz razvoja medicine in zdravstva z bogato slikovno opremo in objektivnim navajanjem podatkov za sedanje in prihodnje rodove

Veda brez preteklosti je kot človek brez spomina

Tjaša Debelak

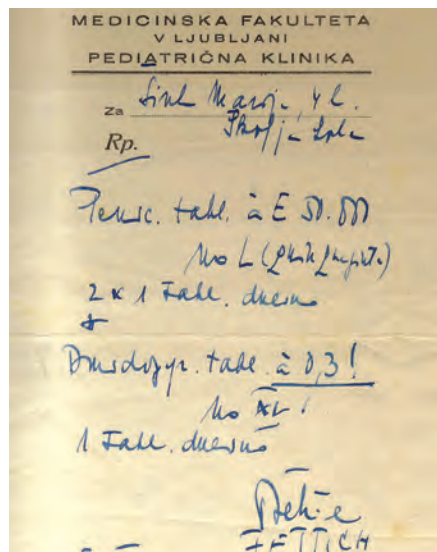


Monografija Zgodovina zdravstva in medicine na Slovenskem, življenjsko delo zdravnice in zgodovinarke medicine prof. dr. Zvonke Zupanič Slavec.

Enciklopedično delo *Zgodovina zdravstva in medicine na Slovenskem*, ki ga je napisala zdravnica in zgodovinarica medicine prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec, prikazuje razvoj in napredek zdravstvenih ved v svetu in na domačih tleh »*ab antiquo*« – od starih časov dalje. Skozi strnjeni prikaz nas popelje od časa pred novim vekom, od ljudske medicine do prvih medicinskih šol, samostanske medicine in karitativnih ustanov, zdravstvenega stanja pri Slovencih v devetnajstem in dvajsetem stoletju do sodobnih tehnik in razmer. Spoznamo, kako so ustanove in izobraženci na Slovenskem sledili svetovnim trendom zdravstva in tudi sami pionirsko uvajali novosti ter tako pomembno prispevali k dobrobiti zdravja bolnikov. Popisan je dinamični razvoj javnega zdravja, njegovih sistemov ter zakonodaje, zdravstvenih domov, splošne in družinske medicine, urgentne medicine in reševalne službe ter medicine dela, prometa in športa. Sledimo tudi razvoju civilnega in zasebnega bolnišničnega zdravstva na Slovenskem. V zaokroženem prikazu razvoja medicine in zdravstva na Slovenskem ne manjka tudi poglavja o medicini v izrednih razmerah, kjer je popisana zdravstvena služba v prvi in drugi svetovni vojni. Tesno

povezana z medicino je tudi farmacija, ki je našla mesto v knjigi v poglavjih o preskrbi zdravstva in prebivalstva z zdravili (razvoj lekarništva, farmacevtske industrije, vele-drogerij) ter v pomnikih medicinske in farmacevtske preteklosti.

Osebni recept za zdravila iz leta 1956 (iz Zgodovine zdravstva in medicine na Slovenskem, knjiga 1, str. 368). Vir: Arhiv Gorenjskih lekarn.



Drugi del monografije je posvečen vsem slovenskim kirurgom, ki so se z vneto prebijali iz skromnih razmer v stroki k vse bolj trdnemu znanju in spoznanjem, ki rešujejo človeška življenja in jim izboljšujejo kakovost. V njem se sprehodimo skozi razvoj operativnih strok, kirurgije z vsemi svojimi področji, podpornih kirurških strok (anestezilogije, transfuzijske in transplantacijske medicine) in drugih operativnih področij (ginekologije in porodništva, oftalmologije, otorinolaringologije, ortopedije). Knjižno vsebino zaokrožajo poglavja diagnostično-terapevtskih področij radiologije in nuklearne medicine ter poglavje o rehabilitacijski medicini.

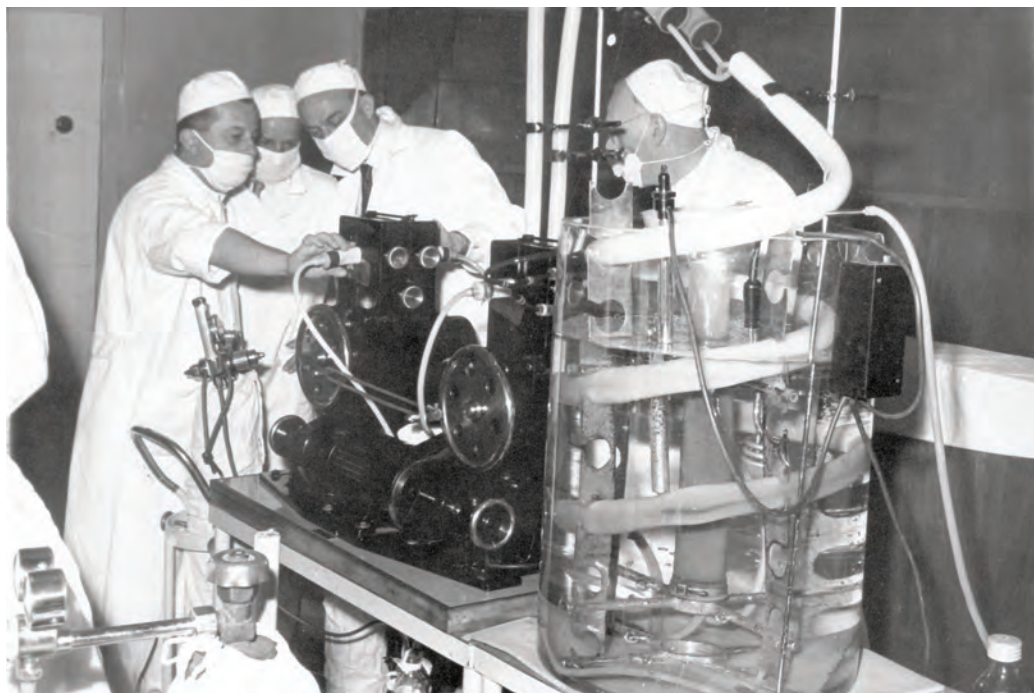
Na čelu tretjega dela monografije so neoperativne medicinske stroke z interno medicino in njenimi številnimi podpodročji. Prikazan je razvoj pediatrije, nevrologije, infektologije, onkologije, dermatovenerologije in psihiatrije. Veliko poglavje popisuje tudi razvoj dentalne medicine na Slovenskem. Pomemben del zdravstva je zdravstvena ne-

ga, ki ji je v knjigi namenjeno posebno poglavje. Temu sledi predstavitev razvoja (laboratorijsko) diagnostičnih in predkliničnih področij ter zdraviliške dejavnosti. Razvoj zdravstvenega šolstva, združenj in njihovih glasil zaokrožuje široko paleto vsebine zgodovine zdravstva na Slovenskem.

Monografija, ki se začne s klasično Hipokratovo prisego in Ženevsko deklaracijo Svetovnega zdravniškega združenja, ponuja podrobni prikaz razvoja slovenskega zdravstva in njegovih temeljnih strok ter ohranja spomin na neprecenljivo in požrtvovalno skrb zdravstvenega osebja za zdravje slovenskega naroda. Razvoj celotnega zdravstva, medicine, dentalne medicine in farmacije je prikazan sistematično in znanstveno.

Priprave na prvo operacijo srca leta 1957 v Ljubljani: slovenska naprava za zunajtelesni krvni obtok, imenovana tudi »srce-pljuča« (iz Zgodovine zdravstva in medicine na Slovenskem, knjiga 2, str. 80).

Vir: Inštitut za zgodovino medicine, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani. Foto: Vlastja Simončič.





Asistent Marko Godina (levo) je leta 1984 opravil prvo ektopično transplantacijo roke na svetu. Na fotografiji ob pacientu, ki mu je kombajn poškodoval roko (iz Zgodovine zdravstva in medicine na Slovenskem, knjiga 2, str. 130).

Vir: Inštitut za zgodovino medicine, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani.

Vsebino poglavij spremljajo izbrane fotografije in poudarjeno besedilo za lažjo berljivost in hitro iskanje informacij ter angleški povzetki poglavij, zaradi česar so recenzenti knjigo prepoznali ne le kot priložnostno monografijo, ampak tudi kot učbenik fakultet za medicino, farmacijo in zdravstvo oziroma kot pomembno orodje za prihodnje generacije v zdravstvu.

Iz recenzije

Monografija je znanstvena sinteza osnovnih zgodovinskomedicinskih, zdravstvenih, medicinskih in farmacevtskih virov in literature, prikazana v duhu časa nastanka in razvoja znanosti, družbe in nacionalnih možnosti. Sistematično prikazuje dosežke domačih strokovnjakov in ustanov, hkrati pa zdravstvo, medicino in farmacijo čvrsto vpenja v mednarodni prostor. Monografija je celovit enciklopedični prikaz zdravstvene, medicinske in farmacevtske dejavnosti na Slovenskem. Jasno berljiv jezik, kljub zgoščeni in strokovni vsebini, omogoča razumevanje besedila širšemu krogu zdravstva. Avtorica uporablja sprejeto slovensko medicinsko in farmacevtsko izrazoslovje in tako med prihodnje uporabnike širi tudi domači in razumljivi strokovni besednjak (Alenka Radšel Medvešček, Dušan Sket). Pridobivanje novega znanja, ob razumevanju in spoznavanju spoznanj iz preteklosti, omogoča človeku, da zna razvijati

sodobno miselnost in ustvarjalni potencial (Adolf Lukanović). Monografija zapolnjuje vrzel v slovenski zgodovini medicine, zdravstva, farmacije. Delo bo našlo uporabnike v medicini, farmaciji, zdravstveni negi, zdravstvu ter socialnih in karitativnih dejavnostih. Po njem pa bodo segali tudi vsi, ki se zavedajo, da sta zdravje in bolezen del vsakogar izmed nas. Delo je žlahten prispevek k nacionalni strokovni vsebini in stanovski tradiciji (Alenka Radšel Medvešček, Dušan Sket).

Monografija bo obsegala tri knjige formata A4 (dve sta že izšli), ki bodo skupaj imele približno 1.600 strani besedila, opremljena bo z več tisoč referencami in s približno 3.000 slikovnimi prilogami, večinoma fotografijami. Bogato slikovno gradivo bo ohranjalo živ spomin na osebnosti, dogodke, ustanove, knjižna dela in druge dejavnike, ki so zaznamovali razvoj medicine in zdravstva na Slovenskem. Tretji del monografije izide letos. Več o delu lahko spremljate na spletni strani: <https://www.mf.uni-lj.si/izm/raziskovanje>.

Pri monografiji so sodelovali:

avtorica: Zvonka Zupanič Slavec, urednica: Sena Jaunig, prevajalca: Anja Krek in Dean Papež, tehnična sodelavka: Tjaša Debelak, recenzenta: Alenka Radšel Medvešček, Dušan Sket, recenzent kirurškega dela: Bojan Tršinar, oblikovanje in prelom: Mateja Omerzel.

Tretja knjiga je v prednaročilu s popustom.

Naročite jo na naslovu:

zgodovina.medicine@gmail.com (030 700 611).

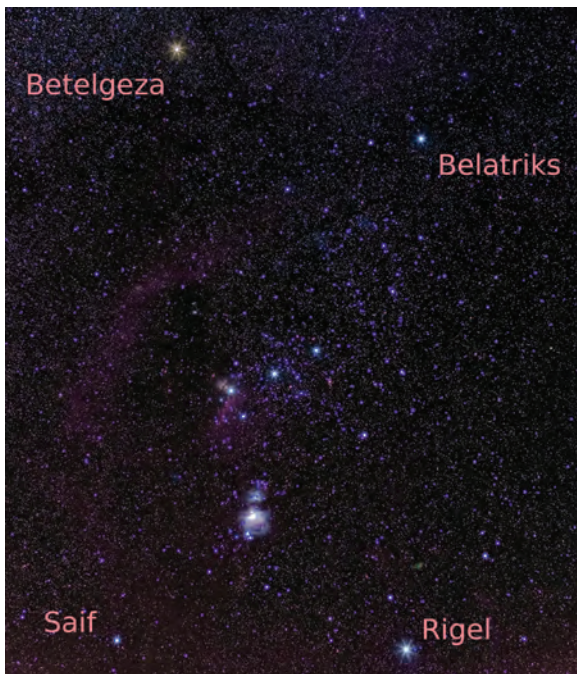
Betelgeza sveti vedno šibkeje

Mirko Kokole

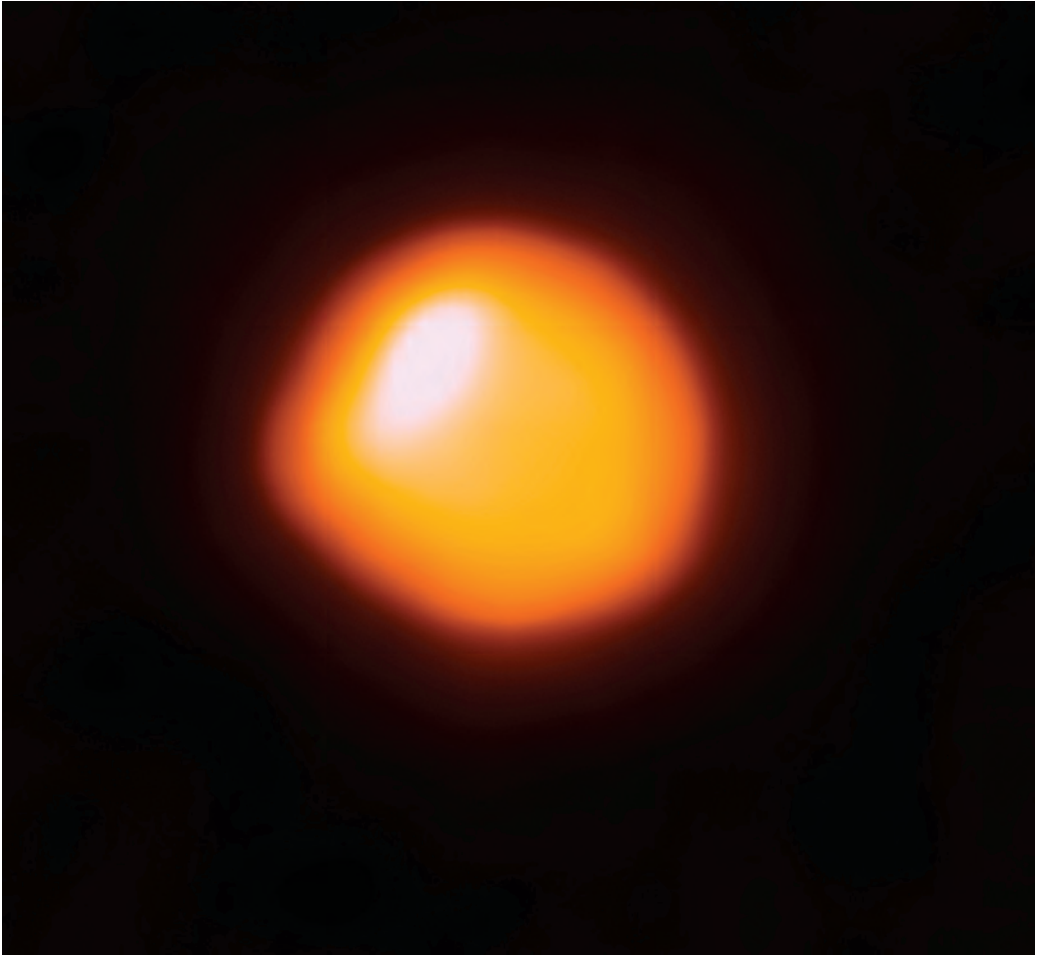
Ozvezdje Oriona pozna vsak opazovalec nočnega neba. Verjetno ga prepozna celo več ljudi kot ozvezdje Velikega voza oziroma Velikega medveda. Razlog za tako veliko prepoznavnost so prav gotovo zelo svetle zvezde, ki tvorijo lepo prepoznavno obliko. Orion je sestavljen iz sedmih svetlih zvezd. α Oriona ali Betelgeza, β Oriona ali Rigel, γ Oriona ali Belatriks, κ Oriona ali Saif nekako določajo Orionova ramena in nogi, ζ Oriona ali Alnitak, ϵ Oriona ali Alnilam in δ Oriona ali Mintaka pa njegov pas. Te tri zvezde pri nas poznamo tudi pod skupnim imenom Rimščice ali Kosci.

Betelgeza je rdeča orjakinja. Ker je spremenljiva zvezda s periodo približno 5 let,

se njena magnituda, slovensko navidezni sij, večinoma spreminja od 0,2 do 1,3. Od nas je oddaljena 420 svetlobnih let, njen izsev pa je kar 15.000-krat večji od Sončevega. Betelgezo bolj natančno uvrščamo med utripajoče rdeče superorjakinje. Njena atmosfera se krči in napihuje kot posledica izsevanne in ujete energije v njeni notranjosti. Ko ima Betelgeza najmanjši premer in je najbolj vroča, bi se, če bi jo postavili v naše Osončje, raztezala vse do Marsa, ko pa je njena atmosfera najbolj napihnjena in najhladnejša, pa bi se raztezala vse do Jupitra. Betelgezin navidezni sij se periodično spreminja od 0,2 do 1,3, občasno pa se dvigne do 1,5 ali več. In prav to se dogaja sedaj, ko je njen navidezni sij že večji od 1,3. Tako majhen



Fotografija ozvezdja Orion. Betelgeza je rdeča orjakinja in jo na fotografiji najdemo v levem zgornjem kotu. Betelgezina magnituda se spreminja od 0,2 do 1,3. Od nas je oddaljena 420 svetlobnih let, njen izsev je za kar 15.000-krat večji od Sončevega. V spodnjem desnem kotu fotografije se nahaja Rigel, ki je svetlo bele barve, njegova magnituda pa je 0,2. Zvezda Belatriks v desnem zgornjem kotu ima magnitudo 1,6. V levem spodnjem kotu je Saif, ki ima magnitudo 2,1.
Foto: Wikipedia, Mauser.



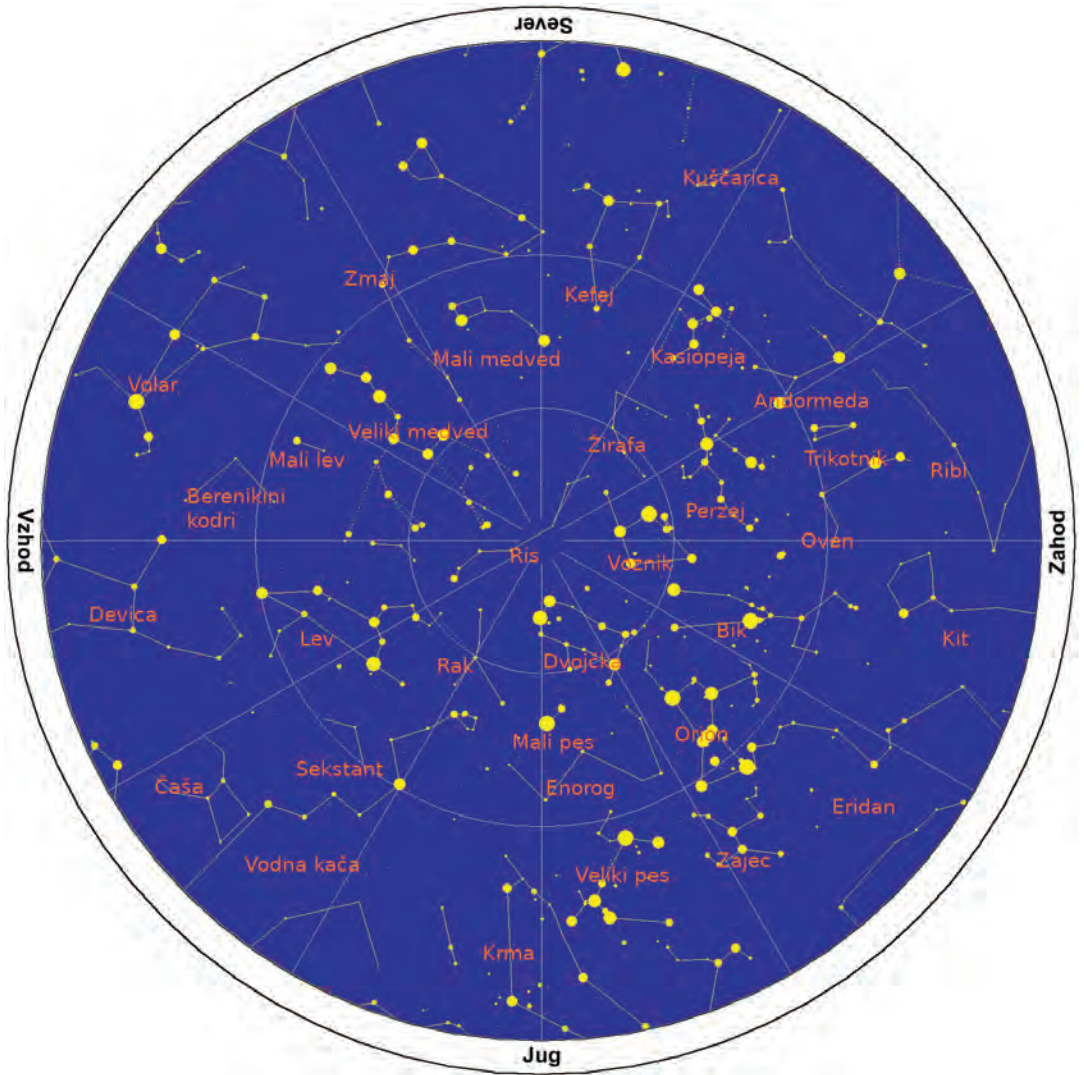
Posnetek Betelgeze, ki so ga naredili z radijskim teleskopom ALMA v Čilu. Na posnetku razločimo površino zvezde in orjaško izboklino, ki nastane zaradi utripajočega gibanja zvezdine zunanje atmosfere.
 Foto: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/E. O’Gorman/
 P. Kervella.

izsev Betelgeza ni imela več kot zadnjih štirideset let in možno je, da bo dosegla celo svoj najšibkejši navidezni sij, ki ga je imela konec štiridesetih let prejšnjega stoletja, ko je bila njen navidezni sij skoraj 1,9.

Spreminjanje Betelgezinega navideznega sija lahko opazujemo tudi sami s prostim očesom. To naredimo tako, da navidezni sij

ocenimo, če ga primerjavo z navideznimi siji bližnjih svetlih zvezd, kot so Rigel (0,2), Belatriks (1,6) in Aldebaran (0,9). S takim primerjalnim opazovanjem lahko določimo navidezni sij na desetinko natančno in to bo dovolj, da bomo ob rednem opazovanju vsakih nekaj dni ali vsaj enkrat tedensko dobili lepo krivuljo. Morda bomo tako lahko sami opazili, ali bo njen navidezni sij letos dosegel rekordno vrednost v zgodovini dobro zabeleženih opazovanj, ki jih imamo vse od leta 1911.

*Nebo v februarju.
Datum: 15. 2. 2020.
Čas: 22.00.
Kraj: Ljubljana.*





SEVERNI CIPER

20. – 29. marec 2020

Medtem, ko bo pri nas še vedno zima in bomo le slutili prihajajočo pomlad, se lahko z nami podate na raziskovanje neokrnjene narave Severnega Cipra, kjer si bomo ogledali več zavarovanih območij in spoznavali različna življenjska okolja rastlin in živali, od katerih so mnogi endemiti otoka. Ravno v tem času se bodo razcveteli divje rastoči tulipani in številne orhideje, ob morskih lagunah bomo opazovali vodne ptice, spoznavali slanoljubno vegetacijo obalnih sipin, gorovij, starih oljčnih nasadov in se sprehajali med prosto živečimi osli na skrajnem severovzhodu otoka. Bogate vtise bo popestrila odlična lokalna kulinarika.

Ceno potovanj in podrobnejše programe si lahko ogledate na spletni strani <https://natoura.si>, več informacij dobite na telefonski številki 031/360-356 ali na elektronskem naslovu info@natoura.si.

Udeležba je za člane Prirodoslovnega društva Slovenije in naročnike revije *Proteus* cenejša.

V sodelovanju z naTOURa, potovalna agencija, Janja Benedik s. p.



DELTA DONAVE

27. april – 3. maj 2020

Delta Donave je spomenik drugi najdaljši evropski reki, ko se po skoraj 3.000 kilometrov dolgi poti preda vodam Črnega morja. Mozaik rečnih kanalov, mokrišč, poplavnih gozdov in sipin je raj za številne rastlinske in živalske vrste. Vožnja med bogatim rastlinjem po spokojnih vodah in oprezanje za številnimi živalmi, predvsem pticami, nas bo odpeljala tudi v zgodovino človeka in njegovo sobivanje z bogato rečno delto. Tradicionalna romunska kultura je tu še vedno zelo živa in prepustili se bomo njenim barvam, okusom in zvokom.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000