

PROTEUS

januar 2017, 5/79. letnik
cena v redni prodaji 5,50 EUR
naročniki 4,50 EUR
upokojenci 3,70 EUR
dijaki in študenti 3,50 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

■
Geologija

Geološke zanimivosti ljubljanskih ulic.
Fosili

■
Nobelove nagrade za leto 2016

Topološka snov.
Nobelova nagrada za fiziko za leto 2016

■
Iz zgodovine biologije

Adolf Portmann – nerazumljeni čudak

■
Botanika

Dve botanični opombi pod črto:
plazeča sretena pod Triglavom
in venerini laske v grapi Volarje pri Seliščih



■ stran 199

Geologija

Geološke zanimivosti ljubljanskih ulic. Fosili

Matevž Novak

Ali ste vedeli, da v ljubljanski Mestni hiši, Nebotičniku ter Narodni in univerzitetni knjižnici mrgoli velikih morskih školjk? Ali ste videli morske ježke in ostrige na obrežju Ljubljanice? Mogoče ste opazili amonite na rdečem pročelju Deželne banke na Miklošičevi cesti. Ali ste kdaj pomislili, kako so se znašle korale in morske spužve na vrhu stolpa Ljubljanskega gradu?

Govorimo seveda o fosilnih ostankih v naravnem kamnu, iz katerega je zgrajena ali z njim okrašena večina najpomembnejših kulturnih spomenikov. Vse od antike so ga uporabljali za gradnjo stavb ter za spomenike in vodnjake, s kombiniranjem kamnov različnih barv pa poudarjali prestižnost stavb. Lahko rečemo, da okamnelo življenje v slovenskem naravnem kamnu podaljša zgodovinsko izročilo ljubljanskih stavb za več milijonov let v geološko preteklost naše dežele. Ljubljanske ulice so zato svojevrstni geološki muzej na prostem.



- 196 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 199 Geologija
Geološke zanimivosti ljubljanskih ulic. Fosili
Matevž Novak
- 206 Nobelove nagrade za leto 2016
Topološka snov. Nobelova nagrada za fiziko za leto 2016
Aleš Mohorič
- 210 Iz zgodovine biologije
Adolf Portmann - nerazumljeni čudak
Kazimir Tarman
- 216 Botanika
Dve botanični opombi pod črto: plazeča sretena (*Geum reptans*) pod Triglavom in venerini laski (*Adiantum capillus-veneris*) v grapi Volarje pri Seliščih
Igor Dakskobler
- 224 Farmacija
Načini vezave makromolekul pri pripravi dostavnih sistemov za biološka zdravila
Tina Maver, Dragica Maja Smrke, Karin Stana Kleinschek, Uroš Maver
- 230 Življenje z naravo
Otroška energija je tista, ki dela čudeže, oziroma doživetja družine Mihelič
Petra Draškovič Pelc
- 236 Naše nebo
Nove teorije o nastanku Lune
Mirko Kokole
- 238 Table of Contents



Naslovnica: *Bor pri pripravah na zimsko bivačiranje*. Foto: Tomaž Mibelič.

Proteus

Izbaja 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 Slavc

dr. Petra Draškovič Pelc

<http://www.proteus.si>

priradoslovno.drustvo@gmail.com

© Priradoslovno društvo Slovenije, 2016.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavotič

Angleški prevod: Andreja Šalamon 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 Lah – 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: 2.500 izvodov.

Naslov izdajatelja in uredništva: Priradoslovno društvo Slovenije, Poljanska 6, p.p. 1573, 1001 Ljubljana, telefon: (01) 252 19 14, faks (01) 421 21 21.

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,50 EUR, za naročnike 4,50 EUR, za upokojence 3,70 EUR, za dijake in študente 3,50 EUR.

Celoletna naročnina je 45,00 EUR, za upokojence 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.

Uvodnik

Je svet še lahko naš dom?

Juhani Uolevi Pallasmaa (1936-) je ugledni finski arhitekt. Pri založbi *Studia humanitas* sta v slovenskem prevodu izšli dve njegovi knjigi - *Oči kože* (2007) in *Misleča roka. Eksistencialna in utelešena modrost v arhitekturi* (2012). V intervjuju za glasilo Nacionalnega arhitekturnega muzeja (National Building Museum) v Washingtonu (ZDA) se je predstavil takole: »Arhitekture nikoli nisem razumel kot poklic. Arhitektura je okno, skozi katerega gledam v svet. Arhitektura je vedno bila moj način spoznavanja sveta, sebe in drugih ljudi.« V predgovoru k slovenskemu prevodu svoje knjige *Oči kože* pa je zapisal: »Eksistencialno najpomembnejše znanje v našem vsakdanjem življenju - celo v današnji tehnološki kulturi - ni v odtujenih teorijah in razlagah, ampak je tiho znanje onkraj praga zavesti, zlito z vsakdanjim okoljem in z vedensjimi situacijami.«

Pallasmaa ima pomembno vlogo pri naših razmišljanjih. Oba citata dajeta slutiti, da se Pallasmaa giblje v duhovni bližini neke vznikajoče se »nove« znanosti: arhitektura ni poklic, ampak način bi-

vanja, najpomembnejše vedenje v človekovem življenju je eksistencialno. Grški filozof Aristotel ga je - v nasprotju z *episteme*, znanstvenim vedenjem, in *techné*, tehnično izurjenostjo - imenoval *phronesis* oziroma praktična modrost, ki v sebi združuje tako praktično vedenje kot praktično etiko. Pallasmovo besedilo *Identiteta, intimnost in bivališče. Beleške o fenomenologiji doma (Identity, Intimacy and Domicile. Notes on the phenomenology of home)* (1992) - mogoče ga je prebrati na spletu - je s tega stališča izredno pomenljivo in poučno.

V njem se Pallasmaa spopada s temeljno shizofrenijo arhitektov - kot arhitekti imajo drugačen odnos do okolja kot stanovalci. Pallasmaa je to shizofrenijo opisal kot razliko med stavbo in domom. Stavba je arhitekturni kontejner, lupina za dom, dom pa človekova osebna bivanjska udomačitev v stavbi. To lepo ponazarja zgodba o Hiši Farnsworth, ki jo je v letih od 1945 do 1951 zasnoval in zgradil eden od pionirjev modernistične arhitekture, nemško-ameriški arhitekt Ludwig Mies van der Rohe (1886-1969).

Hiša v obliki kvadra s preprosto belo jekleno konstrukcijo in steklenimi stenami ter očiščena

vseh ornamentalnih in dekorativnih dodatkov med poznavalci sicer velja za mojstrovino mednarodnega arhitekturnega sloga, značilnega za dvajseta in trideseta leta 20. stoletja, toda njena naročnica, zdravnica in raziskovalka na področju nefrologije dr. Edith Farnsworth, ki je imela tudi diplomu iz angleške književnosti na Univerzi v Chicagu, je življenje v njej sovražila. Ikonična arhitektura modernizma, ki je zdaj muzej in od leta 2006 uradno tudi ameriška nacionalna zgodovinska znamenitost, ni bila nikoli njen »dom«:

»... Resnica je, da se v tej hiši s štirimi stenami iz stekla počutim kot žival, ki je stalno na preži. Nikoli nimam miru. Celu zvečer. Počutim se, kot da bi bila podnevi in ponoči na straži. Redko se lahko uležem in počivam ... Kaj še? Koša za odpadke ne morem imeti pod pomivalnim koritom. Veste, zakaj? Ker s ceste na poti sem lahko vidite vso 'kulinjo' in bi smetnjak lahko pokvaril videz vse hiše. [...] Mies [van der Rohe] govori o 'svobodnem prostoru': toda njegov prostor ni prav nič svoboden. Celu obešalnika za oblačila ne morem postaviti v svoji hiši, ne da bi morala misliti, kako bo to videti od zunaj. Vsaka postavitev pohištva postane velik problem, saj je hiša prosojna kot rentgenska slika.« Metafora z rentgenom nikakor ni slučajna. Brati je treba le profesorico zgodovine in teorije arhitekture na ameriški univerzi Princeton Beatriz Colomina (1952-), na primer članek *X-zasloni: rentgenska arhitektura (X-Screens: Röntgen Architecture)* (2015). Izraz »rentgenska arhitektura« izraža raziskovalkino tezo, da je arhitektura vedno sledila medicini. Ko so v renesansi zdravniki raziskovali skrivnostno notranjščino telesa s seciranjem, so arhitekti notranjščino stavbe skušali razumeti z različnimi prerezi skozi njo: stavbno celoto so »morali« »razrezati«, razčleniti na posamezne elemente. Sledeči velik korak v dematerializaciji, razsnovljanju, »izničevanju« zunanje »lupine« se je zgodil konec leta 1895, ko je nemški fizik Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) objavil članek o odkritju rentgenskih žarkov. V njem je objavljena tudi rentgenska slika dlani njegove žene Berthe Röntgen: nenavadno jasno izrisane kosti prstov in skrivnostna senca tkiva okoli njih. Bertho Röntgen je podoba bivanjsko popolnoma pretresla. Na njej je videla – besede so njene – svojo smrt.

Z odkritjem rentgenskih žarkov je človeško telo nenadoma postalo prosojno, »zavihalo« se je navzven. Rentgenska tehnologija je v trenutku postala standardno sredstvo za ugotavljanje tuberkuloze, ker pa rentgenski žarki prodirajo tudi skozi druge

snovi, je postala tudi pomembno sredstvo nadzora. Odkritje »nevidnega« sveta pa je učinkovalo tudi v umetnosti. Leta 1910 je skupina italijanskih slikarjev v *Tebnišem manifestu futurističnega slikarstva* med drugim zapisala: »Kdo še lahko verjame v neprosojnost teles, odkar naša izostrena in pomnožena občutljivost že prodira skozi njihove nejasne pojavne oblike? Zakaj bi morali v naših stvaritvah pozabiti na našo podvojeno moč vida, ki je sposobna dosegati podobne rezultate kot rentgenski žarki?« Madžarski slikar in fotograf László Moholy-Nagy (1895–1946), velik zagovornik vključevanja tehnologije in industrije v umetnost, je bil še pronicljivejši: »Rentgenske slike, na katere se futuristi dosledno sklicujejo, so med najsijajnejšimi upodobitvami prostora-časa na statični površini. Hkrati predstavljajo notranjost in zunanost, upodabljajo neprosojno telo, njegov obris, pa tudi njegovo notranjo strukturo.« Ali ni te lucidne ugotovitve »udejanih« tudi Ivan Cankar v svoji predsmrtni zbirki *Podobe iz sanj* (1917)? Brati moramo le ekspresionistično črtico *Ranjenci*: »Ali ko sem se oziral, se je pripetilo mojim očem nekaj tako čudnega, kar se primeri časih edinole v sanjah; sanjalo pa se mi ni; bedec sem stal ob svetlem in jasnem večeru na pragu tega prostranega vrta, in kar sem videl, je bilo tako resnično in telesno, da bi bil lahko s prstom otipal. Ugledal sem namreč ves osupel, da nosijo ranjenci prozorne bluze in pod temi prav take srajce. Prozorna pa je bila tudi koža, tako da je bilo srce popolnoma razodeto in golo.«

Odkritje rentgenskih žarkov je revolucijo povzročilo tudi v arhitekturi. Stavbe avantgardnih arhitektov so v prvih desetletjih dvajsetega stoletja že na prvi pogled postajale podobne rentgenskim posnetkom. Učinek so arhitekti dosegli tako, da so »podrli« zunanje zidane stene z okni in jih nadomestili s prosojnimi »stenami« iz stekla, ki so hkrati bile tudi okna. Zunanja stena je tako »izginila«, očem pa se je razkrila »gola« notranjost stavbe z nosilnimi konstrukcijskimi elementi vred. V leta 1926 objavljenem besedilu je že omenjeni arhitekt Mies van der Rohe, ki so ga rentgenske slike prav tako zelo prevzele (nekaj jih je objavil tudi v besedilu), tako arhitekturo imenoval kar arhitekturo »kože in kosti« (»koža« je pomenila stekleno steno, »kosti« pa nosilne konstrukcijske elemente). Metafora je v svoji neusmiljeni »rentgenski« konkretnosti shrlljiva in vzbuja podobne nelagodne občutke, kot jih je imela Bertha Röntgen, ko je videla rentgensko sliko svoje dlani: na sliki se je vanjo »zazrla« smrt ...

Ni se mogoče upreti misli, da je tudi v Miesovi metafori mogoče slutiti »smrt«. Zgodba Hiše Farnsworth - Miesove konceptualno najradikalnejše in po prevladujočem mnenju poznavalcev umetnostno najbolj izčiščene arhitekture - je v tej slutnji poučna in večplastno pomenljiva (ameriška profesorica arhitekture Paulette Singley je o tem napisala sijajno razpravo z naslovom *Živeti v stekleni prizmi: ženska v stanovanjski arhitekturi Ludwiga Miesa van der Roheja*). »Rentgensko« prosojna steklena prizma hiše je v prvi vrsti pomenila »smrt« za bivanje Edith Farnsworth v njej. Njena izpoved je nazorna. Vsem na očeh in brez možnosti urejanja bivalnega prostora po svojih potrebah in željah je tudi sama postala samo predmet Miesovega popolnoma razumskega, abstraktnega razumevanja arhitekture. Stanovanjska stavba se je »dematerializirala« v bolj ali manj optično umetnostno obliko. Spremenila se je v umetnostni »muzej« (danes je tudi v resnici muzej), stanovalka pa v njegovo nemo »skrbnico«. Drugače povedano: umetnostni vidik stavbe je postal pomembnejši od bivanjske udomačitve stanovalko v njej (nekaj podobnega velja tudi za Miesovo Vilo Tugendhat, ki je bila zgrajena leta 1930 v Brnu).

Miesovo razumevanje umetnosti je očitno bilo v marsičem zaznamovano z ideologijo larpurlartizma (»umetnostjo zaradi umetnosti«), po *Slovarju slovenskega knjižnega jezika* nazorom, da je funkcija umetnosti samo estetska, ne pa tudi družbena. Juhani Pallasmaa, ki je sicer cenil Miesovo arhitekturo, je v že omenjenem eseju opozarjal prav na ta arhitekturni larpurlartizem in z njim povezano pomanjkanje zmožnosti življenja v človeka, ki je »prisiljen« živeti v takih stavbah. Vse to zaznamuje tudi sodobno avantgardno arhitekturo: »Arhitektura je obrnila hrbet življenju. Zaprla se je vase ter se začela ukvarjati sama s seboj in svojimi strukturami. Ločila se je od čutnosti in postala čisto optična umetnostna oblika.« Futuristi so ideologijo larpurlartizma pripeljali do logičnega »konca»: »Fiat ars - pereat mundus; naj se zgodi umetnost, pa čeprav propade ves svet,« njihov ustanovitelj, italijanski pesnik Filippo Tommaso Marinetti (1876-1944), pa v *Manifestu k etiopski kolonialni vojni* stopnjeval do absurda z zanosnim ponavljanjem: »Vojna je lepa ... « Samoodtujitev človeka je dosegla stopnjo, ko je svoje uničenje začel doživljati kot prvovrstni estetski užitek, je v znamenitem eseju *Umetnina v času, ko jo je mogoče tehnično reproducirati*, zapisal nemški judovski filozof Walter Benjamin (1892-1940) (1936, v slovenščini v *Izbranih spisih* 1998).

To *zanikovanje sveta in življenja* ni od včeraj. Že leta 1592 ga je v svojem besedilu *V slavo védenja* (*In Praise of Knowledge*) napovedal Francis Bacon (1561-1626): »Premoč človeka tiči v védenju. [...] Dandanes obvladamo naravo zgolj v svojih mislih in smo podvrženi njeni prisili; moramo ji pustiti, da nas vodi pri iznajdevanju, zato da bi ji *zapovedovali* v praksi.« Vse, kar se je hotel novoveški človek naučiti od narave, je bilo torej to, »da jo *uporablja* tako, da do kraja *obvladuje* njo in ljudi«, sta v svoji kritiki razsvetljenstva zapisala Max Horkheimer in Theodor W. Adorno (*Dialektika razsvetljenstva*, 1944, slovenski prevod 2002). Narava in ljudje nekaj veljajo le, če jih je mogoče *koristno uporabiti* - predvsem in v prvi vrsti v kapitalistični proizvodni mašineriji. Ta mašinerija je totalna: proizvaja védenje, da z njim ustvarja stvari in postvarja ljudi. Bistvo tega védenja je tehnika. Mišljenje samo se spreminja v orodje, »tehniko«. Razsvetljenje mišljenje reducira na matematiko. Tako pojmovano »mišljenje se postvarja v samodejno tekoč, avtomatičen proces, ki posnema stroje, katere [človek] sam proizvaja, zato da bi ga ta proces navezadnje lahko nadomestil«. Od Galilejevega »oznanila«, da je knjiga narave napisana v matematičnem jeziku, znanost naravo dojema le še matematično in s pomočjo tehnike. Filozofinja Hannah Arendt (1906-1975) je bila črnogleda: »Moderna fizikalna slika narave [...] nam kaže na univerzum, o katerem ne vemo nič več kot to, da deluje na naše merske instrumente in da nam to, kar lahko preberemo z naših aparatov, o njegovih dejanskih lastnostih ne pove nič več [...] kot pove telefonska številka o tistem, ki se nam oglasi, potem ko jo zavrtimo. [...] Namesto z objektivnimi lastnostmi smo soočeni z aparati, ki smo jih izdelali sami in namesto narave ali univerzuma srečujemo ,nekako vedno le same sebe'.«

Vse to pomeni, da novoveški človek pozna le tiste stvari, ki jih s svojim razumom lahko izdelal sam, čutno bogastvo sveta pa mu je postalo nekaj tujega in nedoumljivega. Gospodovanje svetu ima visoko ceno, svet ni več človekovo domovanje. »Arhitektura je obrnila hrbet življenju. Zaprla se je vase ter se začela ukvarjati sama s seboj in svojimi strukturami. Ločila se je od čutnosti in postala čisto optična umetnostna oblika,« je o moderni arhitekturi zapisal Pallasmaa, nekaj podobnega pa o moderni znanost trdijo Horkheimer, Adorno in Hannah Arendt. Izhod je en sam: da bi se človek lahko zopet naselil in udomačil v svetu, ne bo smel biti več Gospodar.

Tomaž Sajovic

Geološke zanimivosti ljubljanskih ulic.

Fosili

Matevž Novak

Ali ste vedeli, da v ljubljanski Mestni hiši, Nebotičniku ter Narodni in univerzitetni knjižnici mrgoli velikih morskih školjk? Ali ste videli morske ježke in ostrige na obrežju Ljubljanice? Mogoče ste opazili amonite na rdečem pročelju Deželne banke na Miklošičevi cesti. Ali ste kdaj pomislili, kako so se znašle korale in morske spužve na vrhu stolpa Ljubljanskega gradu?

Govorimo seveda o fosilnih ostankih v naravnem kamnu, iz katerega je zgrajena ali z njim okrašena večina najpomembnejših kulturnih spomenikov. Vse od antike so ga uporabljali za gradnjo stavb ter za spomenike in vodnjake, s kombiniranjem kamnov različnih barv pa poudarjali prestižnost stavb. Lahko rečemo, da okamnelo življenje v slovenskem naravnem kamnu podaljša zgodovinsko izročilo ljubljanskih stavb za več milijonov let v geološko preteklost naše dežele. Ljubljanske ulice so zato svojevrstni geološki muzej na prostem.

Namen tega prispevka je opozoriti na nekaj

najzanimivejših primerkov fosilnih ostan-
kov v Ljubljani. Več o omenjenih skupinah
fosilnih organizmov in o kamninah, ki jih
vsebujejo, pa najdete v drugih virih.

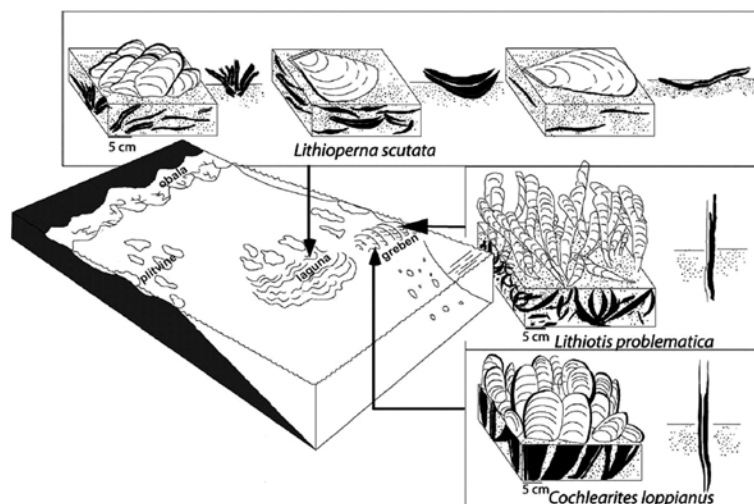
Školjke

Školjke so med fosili v Ljubljani najpogostejše. Najzanimivejši sta skupini izumrlih litiotidnih in rudistnih školjk. **Litiotide** so živele samo v toplih plitvinah morij v starejši juri. Večina je bila zasidrana v peščeno dno kot današnji leščur. Prepoznamo jih po belih presekih lupin v temnem apnencu iz Podpeči na južnem obrobju Ljubljanskega barja. Najlažje prepoznamo dolge, tenke, neravne vzdolžne preseke rodov *Lithiotis* in *Cochlearites*, pojavljajo pa se tudi njihovi kratki prečni preseki in krajši preseki drugih rodov. V Ljubljani krasijo stebriščno stopnišče in veliko avlo Narodne in univerzitetne knjižnice, pritlično avlo Nebotičnika, stopnišče ter notranje arkadno dvorišče Mestne hiše, notranjost Državnega zbora,



Litiotidne školjke v stebriščnem stopnišču Narodne in univerzitetne knjižnice.

Foto: Matevž Novak.



Lupine in preseki različnih vrst litiotidnih školjk (po Fraserju in sod., 2004).

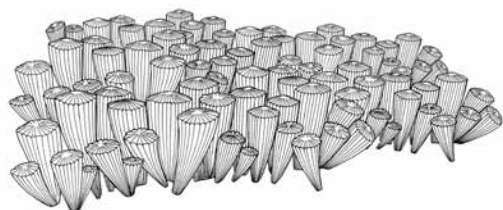
Ustavnega sodišča, Zavarovalnice Triglav in nekdanje rudarske fakultete na Aškerčevi. Najdemo jih še v Marijinem stebru na Levstikovem trgu, vodnjaku na Kongresnem trgu, zunanjem stopnišču Uršulinske cerkve, stebrišču Plečnikovega stadiona in še na mnogih koncih.

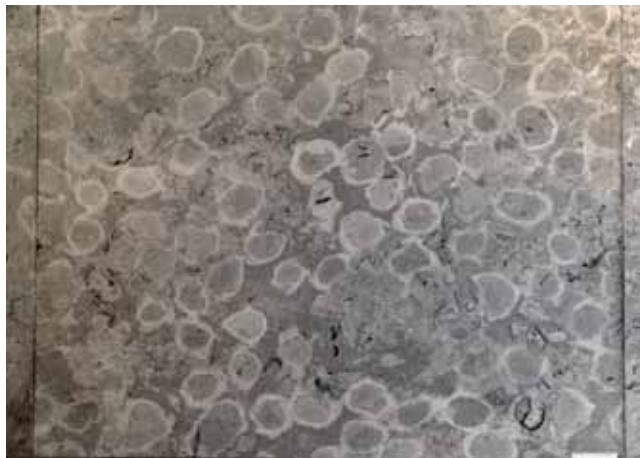
Rudisti so bili skupina školjk, popolnoma prilagojenih skupinskemu priraščenemu načinu življenja. Oblika školjke spominja na kravji rog. Lupini sta povsem različni; večinoma je bila velika stožčasta spodnja lupina pritrjena na morsko dno, majhna zgornja pa je tvorila pokrovček. Rudisti so v mlaj-

ši kredi vladali plitvinam tropskih morij, na koncu krede pa so izumrli. Prepoznamo jih po različno oblikovanih obročastih prečnih presekih različnih velikosti. Značilni so za svetle apnence mlajšekredne starosti, ki tvorijo kraško obalo in zaledje Jadranskega morja. V Lipici na Krasu še vedno pridobivajo dva različna sivega apnenca, ki ju imenujejo enotni (*Lipica unito*) in rožasti (*Lipica fiorito*). V prvem so rudistne školjke močno zdrobljene in dajejo vtis enotne zrnate kamnine, v drugem pa so preseki celih rudistov videti kot cvetovi rož. V Ljubljani najlepše rudiste najdemo v Mestni hiši, v zgornjih nadstropjih in v pasaži Nebotič-

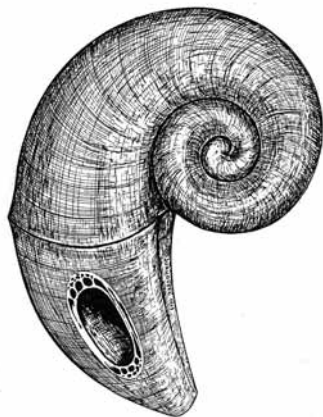
Kolonije rudistnih školjk so v plitvem morju tvorile rudistne trate in grebene (po Jurkovišku in sod., 2013).

Rožasti lipiški apnenec (*Lipica fiorito*) v glavnem atriju Mestne hiše. Foto: Matevž Novak.





Rudisti v tlaku iz svetlosivega repenskega apnenca Zgodovinskega atrija Mestne hiše pripadajo družini kaprinid. Foto: Matevž Novak.



Kaprinide so imele debele lupine, vzdolž katerih so potekali ozki kanali. Živele so v plitvem in valovitem morju. Rekonstrukcija: Bogdan Jurkovšek.

nika, v stavbah Montanistike in Državnega zbora. Lepe vidimo še v podstavkih spomenikov pred Univerzo in ob Vegovi ulici, v stebričkih ob Zoisovi cesti, v oblogi hiše na Dvornem trgu in drugod. Seznam kraških apnencev z rudistnimi lupinami, uporabljenih v spomenikih, oblogah in tlakih v Ljubljani, je zelo dolg.

Poleg jurskih litiotidnih in krednih rudistnih školjk, ki so živele samo kratek čas in

so zato odlični pokazatelji starosti kamnine, je v Ljubljani še nekaj skupin školjk iz daljne geološke preteklosti, katerih predstavnice živijo še danes. Take so na primer klapavice in ostrige. **Klapavice** v Ljubljani najdemo v plošči jurskega apnenca v pasaži Nebotičnika pri izhodu na Štefanovo ulico, **ostrige** pa v miocenskem litotamnijskem apnencu s Hrvaške, s katerim je obložen podzidek Poslovanice UniCredit banke na Wolfovi ulici 1.

Preseki jurskih klapavic, ki so bile podobne današnji črni klapavici (Mytilus edulis), se v pasaži Nebotičnika drenjajo z lupinami drugih vrst školjk. Foto: Matevž Novak.



Značilno lamelasta lupina ostrige v podzidku UniCredit banke ob Hribarjevem nabrežju. Foto: Matevž Novak.



Majhne školjke so zelo pogoste še v črnem zgornjetriasnem apnencu z Lesnega Brda, na primer v stebrih portala cerkve svetega Petra, večje srčanke iz skupine megalodontid pa se pojavljajo v podpeškem apnencu v prej omenjenih »najdiščih« litiotid.

Polži

Lepi preseki vretenastih in stožčastih hišic polžev so pogosti v temnosivem in črnem apnencu iz Podpeči. Najlepši so v Narodni

in univerzitetni knjižnici, Mestni hiši, prtični avli Nebotičnika in vodnjaku na Kongresnem trgu.

Amoniti

Amoniti so glavonožci, izumrli sorodniki lignjev z zavitiimi apnenčastimi hišicami. Bili so vladarji morij v srednjem zemeljskem veiku (mezozoiku). Zelo pogosti so v rdečkastem gomoljastem apnencu iz severne Italije, ki so mu dali tudi ime *Rosso Ammonitico*.

Preseki stožčastih hišic polžev v tlaku glavnega atrija Mestne hiše. Višina hišice na desni sliki je 14 centimetrov.

Foto: Matevž Novak.



Preseki velikih polžev različnih vrst v podpeškem apnencu brez značilnih litiotidnih školjk v stebri velike avle Narodne in univerzitetne knjižnice. Foto: Matevž Novak.

Vzdolžni presek (v sredini) in dva prečna preseka (levo zgoraj) polžev v podpečanu na pročelju cerkve svetega Jakoba.

Foto: Matevž Novak.





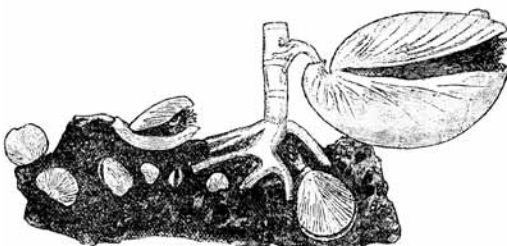
Vzdolžni preseki amonitnih hišic na fasadi Palače Deželne banke. Premer največje hišice je 21 centimetrov. Foto: Matevž Novak.

Ta jurski apnenec je med najbolj pogostimi okrasnimi kamni v Evropi. V Ljubljani je z njim obdana fasada Palače Deželne banke na Miklošičevi cesti 4.

Ramenonožci

Ramenonožci ali brahiopodi so morske živali z dvema lupinama. Podobni so školjkam, vendar se od njih razlikujejo po tem, da lupini po obliki in velikosti nista enaki

in da je leva polovica vsake lupine simetrična desni. Ramenonožci živijo že vse od kambrija. Medtem ko poznamo več kot 30.000 fosilnih vrst, jih danes živi samo približno 350. Preseki njihovih lupin so zelo pogosti v podpeškem apnencu, zato najlepše spet vidimo v Narodni in univerzitetni knjižnici, pritlični avli Nebotičnika, glavnem atriju Mestne hiše in v Marijinem stebru na Levstikovem trgu.



V Marijinem stebru je veliko približno 2 centimetra velikih presekov ramenonožcev skupine terebratulid. Foto: Matevž Novak.

Terebratulide imajo v manjši, ramenski lupini pritrjen spiralno zaviti ramenski aparat, opora migetalkastemu prehranjevalnemu organu. Skozi večjo, pečljevo lupino pa raste pečelj za pritržitev na podlago. The Popular science monthly (1887).

Morski ježki

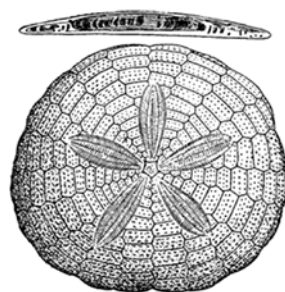
Med fosilnimi morskimi ježki po številu močno prevladujejo tisti iz obdobja miocena. Za to obdobje so še posebej značilni tako imenovani iregularni (nepravilni) ježki z nizko, sploščeno hišico (korono). Ker so živeli zakopani v peščeno morsko dno, niso potrebovali močnih bodic, zadnjična odpr-

tina pa ni bila na hrbtni strani kot pri pravih morskimi ježkih, ampak na spodnjem robu korone. Zelo pogosti so primerki rodu *Clypeaster* v litotamnijskem apnencu v vzhodni Sloveniji. V Ljubljani je s podobnim kamnom iz Podsuseda na Hrvaškem obložen podzidek Poslovalnice UniCredit banke.



Prečni presek morskega ježka rodu *Clypeaster* v podzidku UniCredit banke ob Hribarjevem nabrežju.

Foto: Matevž Novak.



Prečni presek in zgornja površina hišice ploščatega morskega ježka (po Zittlu, 1879).

Šop koral v klopi iz hotaveljskega apnenca na Grajskem vrtu. Foto: Matevž Novak.



Prez stromatoporoidne spužve v stebru iz rožnatega hotaveljskega apnenca na stolpu Ljubljanskega gradu.

Foto: Matevž Novak.



Korale in spužve

V srednjem zemeljskem veku, predvsem v mlajšem triasu in juri, so na plitvih morskimi ravninah uspevali bujni morski grebeni, ki so jih gradile spužve, korale in skorjaste prevleke modrozelenih cepljivk, na njih pa so se pasli morski ježki, polži, školjke in drugi plitvomorski organizmi. Tak fosilni koralni greben se je ohranil tudi v barvitom zgornjetriasnem apnencu iz okolice Hotavelj. Korale in spužve v njem so najlepše vidne v južnem portalu cestnega predora pod Grajskim gričem in na Ljubljanskem gradu, kjer so iz njega izklesani stebriči na razglednem stolpu in dve kamniti klopi na osrednjem vrtu.

Fosilni sledovi

Fosilni sledovi ali ihnofosili so vse sledi aktivnosti nekdanjih organizmov. To so sledovi lazenja, plazenja, kopanja, vrtnanja, hranjenja in podobno. Največkrat ne vemo, katera žival ali rastlina je pustila tako sled. V mnogih primerih gre za organizme brez trdnih skeletov (na primer črvi muljojedi), ki se niso ohranili kot telesni fosili. Oblike ihnofosilov so odvisne od »lastnika« sledov in dejavnosti, pri kateri je sled pustil.

Sledovi lazenja v flišnem peščenjaku na Hribarjevem nabrežju. Foto: Matevž Novak.



Najlažje prepoznamo tanke cevaste sledove ritja po morskem dnu. Pri nas so ihnofosili zelo pogosti v eocenskih flišnih kamninah na obali. V Ljubljani jih najdemo v flišnem peščenjaku iz kamnoloma Poljane - Puče v Slovenski Istri, iz katerih so tlakovci Hribarjevega nabrežja in na Bregu.

Rastlinski ostanki

Za konec je treba omeniti, da se Ljubljana ponaša s tem, da je ena redkih prestolnic, ki ima v samem središču mesta nahajališče fosilnih ostankov. Grajski grič gradijo plasti zgornjekarbonskih skrilavih glinavcev, v katerih so bili pri gradnji vzpenjače najdeni fosilni ostanki rastlin. Na zgornji postaji vzpenjače so razstavljeni primerki drevesastih praprotnic (*Calamites*, *Lepidodendron*, *Sigillaria*) in golosemenk (*Neuropteris*, *Linopteris*, *Trigonocarpus*, *Cordaites*) iz teh plasti v Posavskih gubah med Ljubljano in Litijo.

Literatura:

- Kolar - Jurkovšek, T., Jurkovšek, B., 2002: *Karbonski gozd – karbonske plasti z rastlinskimi ostanki pri Ljubljani. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.*
- Mirtič, B., Mladenovič, A., Ramovš, A., Senegačnik, A., Vesel, J., Vižintin, N., 1999: *Slovenski naravni kamen. Ljubljana: Ministrstvo za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, Restavratorski center Republike Slovenije, 131 str.*
- Novak, M., 2016: *Geološki sprehod po Ljubljani – naravni kamen v kulturnih znamenitostih. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana, Oddelek za varstvo okolja, 38 str.*
- Pavšič, J., 1995: *Fosili, zanimive okamnine iz Slovenije. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 139 str.*
- Ramovš, A., 1995: *Hotaveljčan skozi čas. Hotavlje: Marmor Hotavlje, 128 str.*
- Ramovš, A., 2000: *Podpeški in črni ter pisani lesnobrski apnenec skozi čas. Ljubljana: Mineral, 115 str.*

Topološka snov

Nobelova nagrada za fiziko za leto 2016

Aleš Mohorič

Snov je povsod okoli nas, je zrak, ki ga dihamo, in je voda, ki jo pijemo. Različne snovi ločimo med seboj po njihovih lastnostih. Lahko so trdne, tekoče, goste ali redke. Čim bolj podrobno raziskujemo naravo, tem več lastnosti opazimo. Tako po električnih lastnostih snovi delimo na prevodnike, polprevodnike in izolatorje. Snov raziskujemo z eksperimenti in opišemo s teoretičnimi modeli. Ti modeli so osnova za nadaljnje raziskave, ki lahko pripeljejo do novih, neslutnih odkritij. **Prejemniki Nobelove nagrade za fiziko za leto 2016** so vpeljali teorijo, ki opiše nenavadne lastnosti topoloških snovi.

V zgodnjih sedemdesetih letih dvajsetega stoletja sta John Michael Kosterlitz in David Thouless opisala fazni prehod v dvodimenzionalnih sistemih s teorijo vrtincev.

Nobelova nagrada za fiziko za leto 2016 je bila podeljena za teoretični opis topoloških faznih prehodov in topološke faze snovi.

Vrtinec je topološki defekt. Pri tem prehodu se simetrija sistema ne spremeni, spremeni se topološki razred sistema.

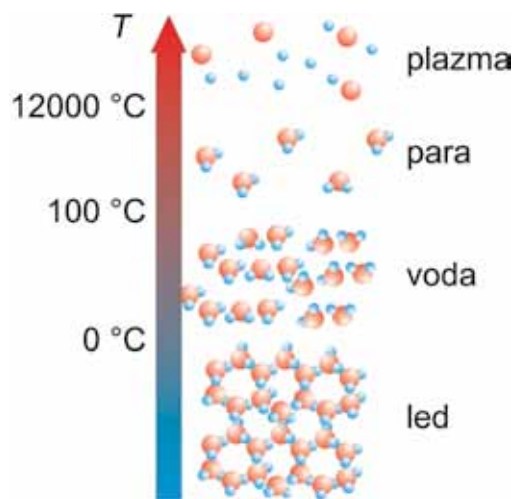
Desetletje kasneje je Frederick Duncan Michael Haldane s teorijo, ki sta jo razvila Kosterlitz in Thouless, opisal enodimenzionalno verigo spinov. Ob tem času je Thouless z novo teorijo pojasnil tudi kvantizacijo prevodnosti pri kvantnem Hallovem pojavu v dvodimenzionalnih sistemih.

Fazni prehod je pogosto povezan s spremembo urejenosti gradnikov. V snovi se vzpostavi red, ker med seboj tekmujeta za



Prejemniki Nobelove nagrade za fiziko 2016:

David Thouless, Duncan Haldane in Michael Kosterlitz. Vsi so bili rojeni v Združenem kraljestvu in trenutno delujejo v Združenih državah Amerike. Thouless je bil rojen leta 1934, doktoriral je na Cornellu (ZDA), zdaj pa raziskuje na Univerzi v Washingtonu (ZDA). Haldane je bil rojen leta 1951 in je doktoriral na univerzi v Cambridgeu. Zdaj raziskuje na Univerzi Princeton (ZDA). Kosterlitz je bil rojen leta 1943, doktoriral je v Oxfordu in raziskuje na Univerzi Brown (ZDA).



Fazni prehod

Snov se lahko nahaja v različnih fazah. Fazni prehod povzroči sprememba temperature ali kake druge termodinamične spremenljivke.

prevlado entropija in termična energija. Termično gibanje teži k porušitvi urejenega stanja in to se vedno zgodi pri dovolj visokih temperaturah. Po drugi strani pa je pri dovolj nizki temperaturi ravnovesno stanje urejeno. Fazni prehod opiše teorija faznih prehodov, ki upošteva spreminjanje ustreznega ureditvenega parametra.

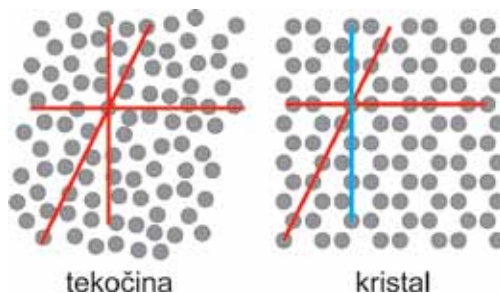
Že stoletje je znano, da v dvodimenzionalnih ali enodimenzionalnih sistemih (tanke plasti in verige) termično gibanje preprečuje nastanek urejene strukture. To velja tako za kristalne strukture kot za **superprevodne** in supertekoče plasti ter magnetne strukture, v katerih se urejajo spini.

Thouless je postal pozoren na pomanjkljivost teorije faznih prehodov, ko je leta 1969 na obisku Bellovih laboratorijev izvedel za

Superprevodnost

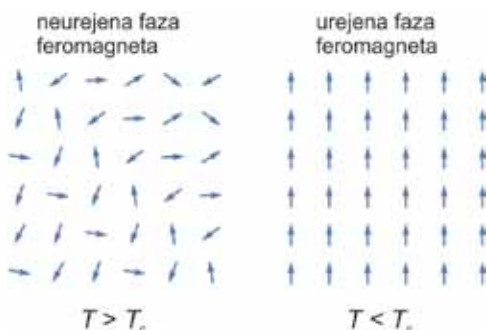
Upornost superprevodnika pade na nič pod kritično temperaturo. Supertekočina pod kritično temperaturo teče, kot da bi bila viskoznost enaka nič. Pojava pojasnimo v okviru teoretičnih modelov kvantne mehanike.

Opis slike: Supertekoči helij teče po stenah posodice navzgor in se pretoči preko roba, ki je nad gladino.



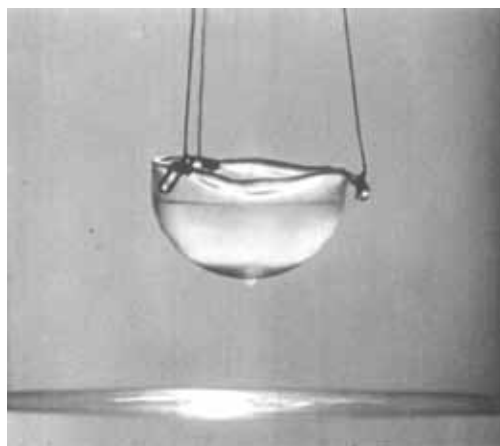
Zlom simetrije

Tekočina je izotropna, v povprečju ima enake lastnosti v vseh smereh. Kristal je zaradi svojih pravilnih oblik videti bolj simetričen, a njegova simetrija je manjša. Gradnike kristala vidimo enako postavljene le, kadar gledamo iz določenih smeri. Fazni prehod tekočine v trdnino poteka z zlomom simetrije.



Feromagnet

Feromagnetna snov se namagnetni, ko se ohladi pod kritično temperaturo. Fazni prehod je povezan z zlomom simetrije: neurejeni spini se uredijo.





Topologija

S topološkega stališča sta krofa na sliki različna. Topologija je matematična veja, ki se ukvarja z značilnostmi množice, ki obranljajo vsako obrnljivo, v obe smeri zvezno transformacijo te množice. Če telo lahko iz ene oblike brez trganja pregnetemo v drugo, sta telesi topološko enaki.

težave pri opisu faznih prehodov, ki so jih opazovali v nekaterih enodimenzionalnih magnetih. Fazni prehod se v verigi spinov zgodi le v primeru, ko med seboj sodelujejo tudi oddaljeni spini. V primeru, da medsebojni vpliv čutijo le sosednji spini, pa do faznega prehoda ne pride. Teh opazovanj ni mogla opisati nobena od dotedanjih teorij. Težave so bile tudi s teoretičnim opisom nastanka vrtincev, ki so jih opazili v tanki plasti supertekočega helija.

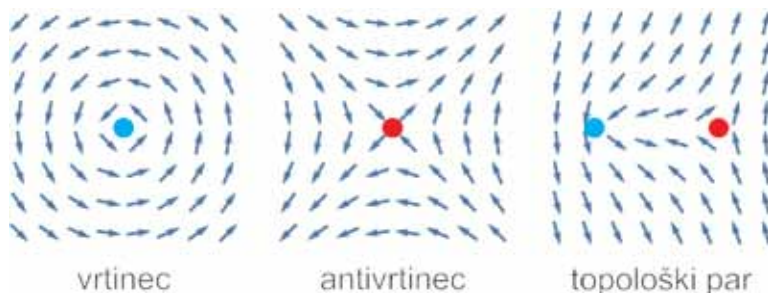
Takratne teorije so obravnavale fazne prehode kot spremembo v urejenosti gradnikov in simetrije. Fazni prehod iz neurejenega v urejeno stanje se zgodi zaradi spontanega **zloma simetrije**. Stanje snovi opiše od temperature, tlaka ali drugih termodinamičnih količin odvisna magnetizacija ali ustrezeni parameter, s katerim opišemo urejenost sistema. Čeprav je bila ta teoretična slika dokaj jasna in uveljavljena, so nekateri poskusi kazali, da je v tanki plasti helija mogoč prehod v supertekočo fazo. Na to so kazale tudi računalniške simulacije magnetnih sistemov.

Ti rezultati so odpirali vprašanje: kako je fazni prehod mogoč, če v snovi ni zloma

simetrije? Ključ do odgovora sta leta 1972 našla Kosterlitz in Thouless. Pokazala sta, da v snovi lahko nastane tudi urejena **topološka** struktura.

V dvodimenzionalnih sistemih nastanejo **vrtinci**, ampak to niso taki vrtinci, kot jih lahko opazimo na vodni gladini. Pojasnimo vrtinec na primeru **feromagneta** – to je mreža vzporednih spinov. Po ravnini opravimo krožno pot. Vsi spini, ki jih srečamo na poti, kažejo v isto smer. V tem primeru pot ne obide vrtinca. V primeru, da pot objame vrtinec, se smeri zaporednih spinov spreminjajo, ko gremo po krožnici. Med enim obhodom se spremenijo ravno za polni kot. Če krožnica obsega antivrtinec, se med enim obhodom smeri spinov tudi spremeni za polni kot, vendar v nasprotni smeri od smeri obhoda.

Sistem spinov z vrtincem je topološko različen od sistema urejenih spinov. Sistem s parom vrtinec-antivrtinec pa je sistemu urejenih spinov topološko enak. Termično gibanje preprečuje nastanek dvodimenzionalnega sistema urejenih spinov, ne preprečuje pa nastanka strukture med seboj povezanih vrtincev in antivrtincev. Pri temperaturi, višji od kritične, se ti pari razdrejo in pride do



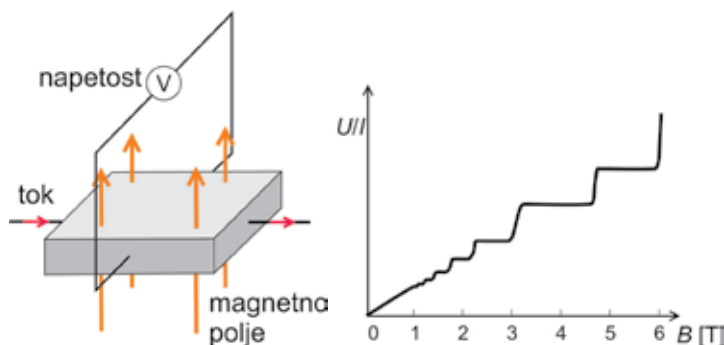
Vrtinci

Spini se lahko uredijo v obliki vrtinca ali antivrtinca. V topološki snovi nastopajo ti topološki defekti v parih. Par je povezan pri temperaturi, nižji od kritične, pri višji pa razpade.

topološkega faznega prehoda. Tak pristop zadovoljivo opiše taljenje dvodimenzionalnih kristalov, tankoplastne magnetne, tanke plasti superteočin in superprevodnikov.

Nekoliko težje pokažemo, da ta pristop deluje tudi za enodimenzionalne verige spinov. Enodimenzionalno verigo dopolnimo v dvodimenzionalni sistem tako, da druga os predstavlja čas in vrtinci pomenijo prehajanje med dvema različnima topološkima stanjema. To je leta 1981 naredil D. Haldane, ki je ugotovil, da se pri verigi celih spinov prehod zgodi, pri verigi polovičnih spinov pa ne. To napoved so kmalu po objavi eksperimentalno potrdili.

Teorija topoloških faznih prehodov opiše tudi kvantizacijo prevodnosti pri kvantnem **Hallovem pojavu**. Pri Hallovem pojavu teče



Hallov pojav

Pri Hallovem pojavu merimo napetost med nasprotnima robovoma traku, skozi katerega teče električni tok in stoji v magnetnem polju. Kvantni Hallov pojav opazimo pri zelo tankem traku in nizki temperaturi. Napetost se spreminja v skokih, ko povečujemo gostoto magnetnega polja.

električni tok v prevodnem vodniku, prečno nanj pa izmerimo med stranicama vodnika električno napetost. Napetost povzroči magnetno polje s silnicami, pravokotnimi na tok in stranico, na kateri merimo napetost. Kvantni Hallov pojav opazimo v zelo tankem vodniku pri nizki temperaturi. Leta 1980 ga je odkril nemški fizik Klaus von

Klitzing, ki je zanj dobil Nobelovo nagrado leta 1985. Raziskoval je zelo tanko prevodno plast med dvema polprevodnikoma, ohlajeno skoraj na absolutno ničlo in postavljeno v močno magnetno polje. Kvociient toka in napetosti je Hallova prevodnost. Meritve prevodnosti so vedno pokazale neko diskretno vrednost in te vrednosti so se med seboj razlikovale za natančno cel večkratnik. V fiziki je tak rezultat običajno znak kvantizacije. Merjenja so dala ponovljive rezultate, čeprav so bili magnetno polje, temperatura in gostota nečistoč v polprevodniku različni. Kadar se je gostota magnetnega polja dovolj spremenila, se je skokovito spremenila tudi prevodnost plasti. Najprej na dvojno, nato na trojno vrednost in tako dalje. Stara teorija električne prevodnosti tega pojava ni mogla pojasniti. Pojav je Thouless pojasnil

s svojo teorijo topoloških prehodov leta 1982. Kvantizirane spremembe prevodnosti so posledica prehajanja med različnimi topološkimi stanji. Podobna razlaga opiše tudi topološke izolatorje. To so neprevodne snovi s prevodno površino.

Raziskave zdaj tečejo v smeri razvoja topoloških izolatorjev, superprevodnikov in topoloških kovin. Te snovi utegnejo izboljšati elektroniko in omogočiti delovanje kvantnih računalnikov. Topološka stanja so dokaj stabilna in ne razpadajo

zaradi motenj, zato topološke izolatorje raziskujejo kot možne elemente kvantnih računalnikov.

Adolf Portmann - nerazumljeni čudak

Kazimir Tarman

Adolf Portmann je bil profesor zoologije na univerzi v Baslu. Predmet njegovega preučevanja sta bili morfologija živali in vedénje živali, predmet predavanj pa primerjalna anatomija vretenčarjev. V povezavi s sociologijo in filozofijo je razvijal filozofsko antropologijo. Uvrščajo ga med pomembne biologe dvajsetega stoletja. Bil je izreden popularizator biologije in zoologije.

Rojstvo in šolanje

Rodil se je 27. maja leta 1897 v Baslu v uradniški družini. Sam piše, da je rasel v socialističnem okolju, na bregovih renskih prodišč. Predmestna pušča mu je bila ču-

dovit raj, plevel vse naokoli pa neizmerno bogastvo. Rad je risal in si z ilustracijami indijanaric služil denar.

Biologijo je študiral na univerzi v Baslu pri prof. F. Zschokkeju in leta 1921 doktoriral z disertacijo o kačjih pastirjih okolice Basla. V Münchnu je poslušal predavanja iz risanja in umetnostne zgodovine.

Raznolikost živega sveta ga je zaznamovala

Po doktoratu se je podal v južnofrancosko mestece, kjer že od leta 1881 deluje znamenita postaja: Observatoire océanologique de Banyuls-sur-Mer. Polži zaškrGARJI (*Opisthobranchia*), njihova raznovrstnost in morfološka pisanost so bili predmet raziskovanja, kar je bistveno vplivalo na njegovo bodoče delo. Razmišljal je o vzrokih in pomenu oblik in barv. Tu je spoznal dekle, bodočo soprogo Genviève Devillers. Po vrnitvi v Basel je bil leta 1931 imenovan za profesorja, star komaj 34 let. Zaradi bolezni prof. Zschokkeja je prevzel predstojništvo zoološkega inštituta in ga vodil vse do upokojitve leta 1968.

V ta čas sodijo raziskovanja o zunanji podobi živali in vlogi zunanje podobe v njenem življenju. Čemu služi zaškrGARjem nenavadno oblikovano in pisano obarvano telo? Kako je njihov



Portret švicarskega zoologa Adolfa Portmanna (1897–1982).



Stara univerza v Baslu, kjer je Adolf Portmann vodil zoološki inštitut in predaval.

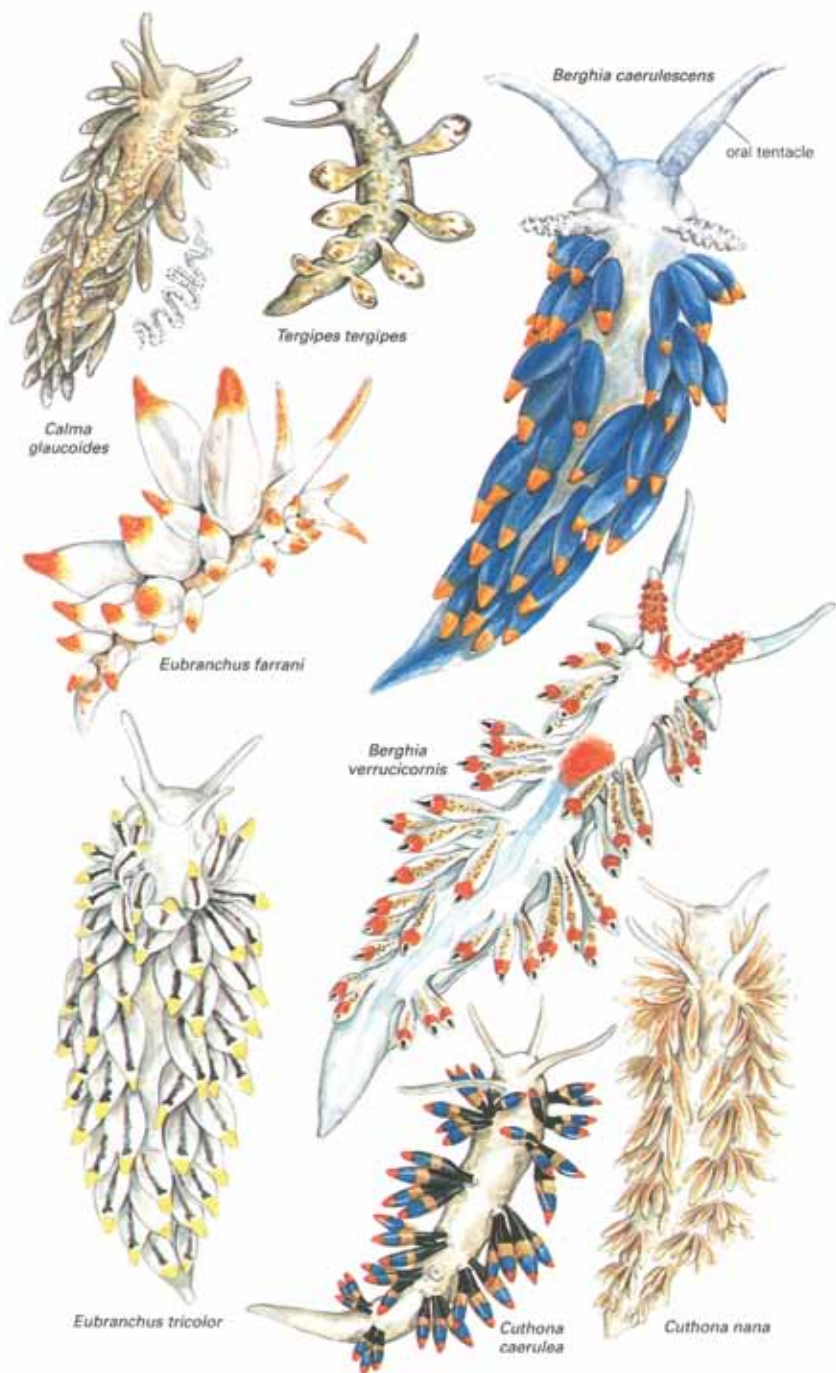


Oceanografski observatorij v Banyuls-sur-Meru, kjer je mladi Adolf Portmann raziskoval polže zaškrigarje, njihova raznolikost je zaznamovala njegovo kasnejše delo.

zunanj vidu povezan z njihovo »notranjostjo«? Vprašanja, ki so postala središče njegovega iskanja. Sledili sta deli *Oblikovanost živalskega telesa (Tiergestalt)* in *Prikrivanje v živalstvu (Tarnung im Tierreich)*. Razvil je nauk o živalski podobi (Tiergestalt). A. Weber piše: »Med razcvetom klasičnega darvinizma je neomajno verjel, da mora biti pojavnost, estetska plat živali in rastlin, osrednji del znanstvenega opisa, še več – da globlji na-

men, ki prepreda biosfero, ni zmagati, temveč postati viden.«

Poudarjal je osebkovo celovitost, sposobnost živali zaznati, doživeti in ustrezno ravnati v danem položaju. To naj bi uravnaval neki *notranji svet* (Innerlichkeit) osebkov. Pojem je sopomenka Uexküllovemu »*notranjemu svetu*« (Innenwelt). Tako bi lahko sklepali po njegovi razlagi kvantnemu fiziku Wernerju Heisenbergu, ko je rekel: »Gre za dej-



Oblikovna in barvna raznolikost vrst morskih polžev zaškrgrjev (iz: P. Hayward, T. Nelson-Smith in C. Shields, 1996: Sea Shore. London: Harper Collins).

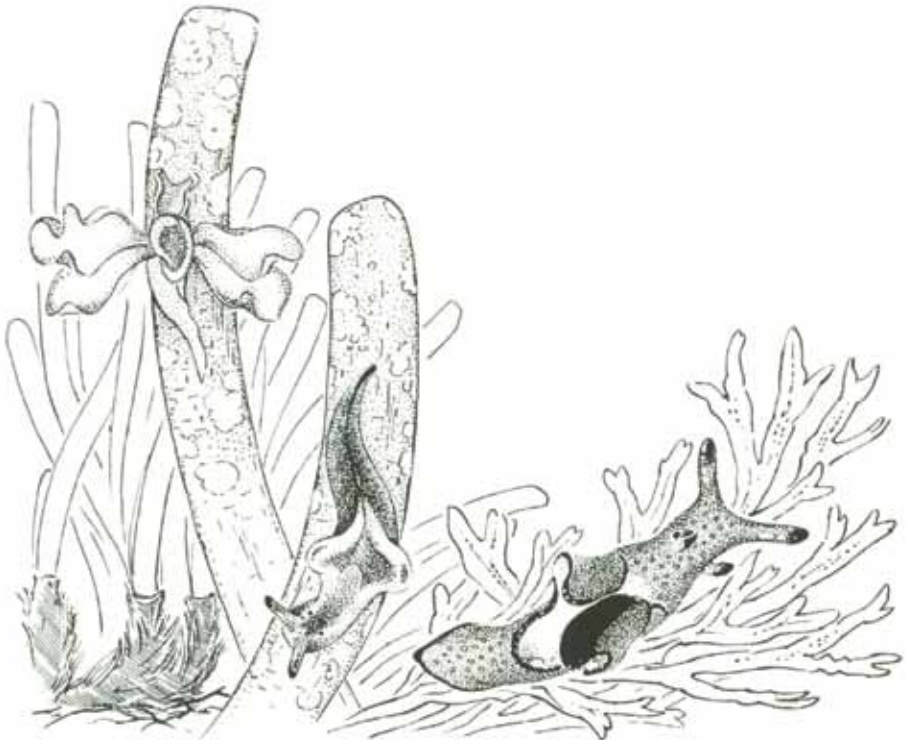
stvo, da vsak organizem v svojem okolju deluje kot samostojni center odločanja in izbiranja.« Zaznavanje in ravnanje živali je več kot fizikalno-molekularni proces. Baselski biolog M. Ritter razlaga: »Portmann se je vprašal, le kaj 'vidi' čebela z ultravioletno zaznavo? Mi vemo, da vidi čebela vzorec cveta, ki je našemu očesu skrit, saj nismo sposobni ultravijoličnega gledanja. In v tem tiči nezmožnost odgovora: kaj v 'resnici' vidi, kakšne slike si ustvarja o svojem okolju? Vedno bolj razumem Portmannovo previdno otipavanje meja: do kam lahko sežejo znanstvena spoznanja, kje začne nedoumljivost, kaj je znanosti nedosegljivo?« Za vselej sodobna vprašanja, še posebej v našem času prodiranja v »nanosvet« in kozmične širjave. Seveda je bil Portmann večini biologov nerazumljiv, saj za svojo hipotezo ni

imel oprijemljive razlage. Zanje je bil mistik in pripisali so mu neznanstvenost. Iz teh zamisli je nastala knjiga *Žival kot socialno bitje* (*Das Tier als soziales Wesen*, 1953).

Prezgodaj rojeni človek

Drugo področje njegovega zanimanja je bila evolucija človeka. Že v času študija je obiskoval predavanja iz embriologije. Opazoval je vedenje ptičjih mladičev, goličev in puhavcev. Vpeljal je pojma »gnezdomec« za mladiče, ki jih starši negujejo v gnezdu, in »begavec« za tiste, ki po izvalitvi zapustijo gnezdo in tekajo za materjo – biološke razlike, ki so ga napeljale k razmišljanju o mladičih sesalcev, zlasti prvakov. Človek ima živalski izvor, a med človekom in živaljo so značilne biološke razlike, odločilne

Riša zaškrjarjev iz njegove knjige Tarnung im Tierreich (Prikrivanje v živalstvu). Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer Verlag, 1956. Na listih morske trave in na algah so od leve na desno kavlerpin strgalec (Lobiger serradifalci), zelenček (Elysia viridis) in mladostna oblika pikastega morskega zajčka (Aplysia punctata).



za naš razvoj v socio-kulturno bitje. Mislil je na trajanje nosečnosti. Opičji otrok se rodi telesno dokaj razvit. Človeški otrok je ob rojstvu neobgljen in popolnoma odvisen od matere. Kar leto dni prezgodaj je rojen, pravi Portmann. To leto preživi v »socialni maternici«. Prav to je odločilno, zapiše: »V nasprotju z drugimi višjimi sesalci, katerih strukture dozori v enakomernem, z dražljaji revnem materinem telesu, je človeški novorojenček izpostavljen zunanjemu svetu, polnemu

različnih dražljajev, in spreminjajočemu se družbenemu okolju. V času zunaj materničnega življenja doseže pokončno držo, razvije govor in razmišljanje, vse v povezavi z biološkim zorenjem in družbeno pogojenimi procesi učenja.« Zaradi »fiziološko prezgodnjega rojstva« pridobiva lastnosti, ki ga bistveno ločijo od ostalih prvakov. Novo smer, filozofsko antropologijo, je obdelal v knjigi *Biologija in duhovnost (Biologie und Geist)*, 1956). Posvaril je pred egoističnim individualizmom. Uspe-

*Pogled lesne sove je Adolf Portmann opisal takole: »Pogled v velike oči lesne sove ponuja razmislek o izrazni moči njenega pogleda, saj izkazuje življenje živali na višji razvojni stopnji. Pogled bitja, ki ima svoje posebne življenjske izkušnje, ki čas in prostor doživlja po svojih vrstnih zakonih.« To je področje vedenskih raziskovanj, ki se mu je posvetil v kasnejših letih (iz njegove knjige *Biologie und Geist (Biologija in duhovnost)*, Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1968).*



šnost posameznika je videl v njegovem prispevku celotni skupnosti.

Poslušane so bile njegove radijske oddaje iz življenja živali. Imele so vedno filozofsko jedro. Še danes so ponovitve dobro sprejete, čeprav zvenijo patetično in zastarelo. Medvojna dogajanja v sosednji Nemčiji so ga prizadela. Portmann je odločno ugovarjal trdi neodarvinistični razlagi: *sposobni bodo preživeli in slabiči izumrli*, kar so na krut način uresničevali nacisti. Primerjave človekovih dejanj z živalskim vedanjem je zavračal. Z agresivnostjo zveri opravičevati vojno nasilje je zavrženo razmišljanje. »Človek je vendar kulturno-historično bitje,« je poudarjal. Francoska okupacijska oblast mu je po drugi svetovni vojni poverila obnovo filozofsko naravoslovne fakultete v Freiburgu. Pravo priznanje za njegov upor proti nacistični rasistični biologiji. Sodeloval je v skupini *Eranos*, kjer so se zbirali naravoslovci in družboslovci. Obravnavali so vprašanja povezav med vzhodno in zahodno kulturo, vprašanja življenja in smrti, pojava človeka in tako dalje. Gradil je mostove med biologijo, filozofijo in duhovnimi vedami. Osnoval je gibanje *Švicarska mladina raziskuje*, da bi vzbudil med mladimi čutno in estetsko naravoslovno dožemanje narave kot nasprotje čistemu teoretskemu intelektualnemu razumevanju.

Razočaranja

V šestdesetih letih se je udeležil Cibinega simpozija *Človek in njegova prihodnost* v Londonu (1962). Tedaj so molekularna biologija in obeti genetike izzvali znanstveno evforijo. Oznanili so možnosti genetske manipulacije za izboljšave človeka. Postal bo inteligentnejši, dosegel večjo starost, potreboval manj spanja, razvil večje možgane, so napovedovali. Zamisli so ga šokirale. Zapisal je: »Danes zganjamo tu pravo malikovanje, kot da smo našli vse ključne dedovanja. Kdor ima glede dedovanja, v odnosu med tem, kar zagotovo vemo, in tem, kar še ne vemo, le malo pomislekov ..., lahko optimizmu marsikate-

rih genetskih načrtovanj odločno reče ne.« Pol stoletja kasneje so njegovi dvomi še vedno prisotni! Molekularna biologija in genetika, združeni v Biocentru, sta kasneje, kot eksaktni vede, tudi v Baslu izrinili »starmodno« raziskovanje biološke raznovrstnosti. Portmanna so izločili iz kroga raziskovalcev. Med sedanjimi baselskimi biologi ga nekateri omenjajo kot človeka, ki je zaspal moderno biologijo, in nasprotnika genetike, kar pa ne velja. Tudi fizik Werner Heisenberg, ki je priznaval uspehe moderne genetike, je v pogovoru z njim menil, da moramo v znanosti spoštovati tudi meje. Oženje pogledov le na gene in preziranje ostalih bioloških pojavov je maličenje véde. Potrebno je integrirano raziskovanje življenja, pa tudi previdnost in skromnost, je dodal Portmann. Žal ni razvil svoje šole, bil je samohodec, nihče mu ni sledil.

Za življenja je dobil mnoga priznanja in odlikovanja, kot sta častni doktorat univerze v Heidelbergu in Zlata medalja Humboldtove ustanove. Umrl je 28. junija leta 1982, star 85 let.

Literatura:

- Koehlin, F., 2004: *Don Quijote der Laboratorien*, Wikipedia.
- Portmann, A., 1956: *Tarnung im Tierreich*. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer Verlag.
- Portmann, A., 1968: *Biologie und Geist*. Frankfurt am Main: Subkamp Verlag.
- Tarman, K., 2013: *Jakob Johann von Uexküll – opazovalec življenja*. *Proteus*, 75: 261–267.
- Weber, A., 2011: *Čuteča narava*. *Ljubljana: Modrijan*.
- Wikipedia, 2014: *Adolf Portmann*.

Dve botanični opombi pod črto: plazeča sretena (*Geum reptans*) pod Triglavom in venerini laski (*Adiantum capillus-veneris*) v grapi Volarje pri Seliščih

Igor Dakskobler

V strokovnih in znanstvenih člankih predvsem humanističnih ved pogosto najdemo v besedilih opombe pod črto. Avtorjem služijo za navajanje dodatnih, manj pomembnih pojasnil, s katerimi ne želijo obremenjevati glavnega besedila. Kaj pa je botanična opomba pod črto? V tem članku najdba tretjega nahajališča plazeče sretene (*Geum reptans*) v Sloveniji (pod Triglavom) in tretjega nahajališča venerinih laskov (*Adiantum capillus-veneris*) v Julijskih Alpah (v grapi Volarje). Obe novosti sta v že znanih območjih razširjenosti, torej sta njihovo dopolnilo. Povezujejo ju številka tri, vednozeleni kamnokreč (*Saxifraga aizoides*) in naključnost najdbe.

Plazeča sretena (*Geum reptans*) pod Triglavom

Dolgo je veljalo, če hočeš na Slovenskem videti plazečo sreteno (*Geum reptans*) in njena rastišča, moraš pod Mangart, kjer jo je 5. avgusta leta 1836 odkril Henrik Freyer. To seveda ni pretežko, saj skoraj na Mangartsko sedlo pripelje cesta. Od tam do melišč na vznožju Mangartovega ostenja ni več tako daleč. Tone Wraber (2006) je to visokogorsko rastlino melišč in skalnih razpok uvrstil v svoj izbor *2 x 100 alpskih rastlin*. Med znaki, po katerih jo spoznamo, je navedel tudi plazeče pritlike, ki se ukoreninijo, in posebnost, da so vratovi pestičev po cvetenju močno podaljšani, po vsej dolžini peresasto dlakavi in tvorijo značilno »metlico«, podobno kot pri kosmatincih, srobotih,

velesi in gorski sreteni. Med nahajališči v Sloveniji je poleg Mangarta napisal tudi Kanjavec. Podatek mu je posredoval takrat povsem neznani Branko Zupan, botanik s Savice v Bohinju, in ga podkrepil s herbarijskim primerkom. Njegovo novo nahajališče je približno 2.470 metrov visoko, na grobem grušču na Temenu med Kanjavcem in Poprovcem, bližje slednjemu (Zupan in Dakskobler, 2007). Bohinjski botanik, ki si je v naslednjih letih pridobil sloves odličnega poznavalca alpskega rastlinja, ga občasno še vedno obiše in ugotavlja celo njegovo povečanje.

8. avgusta leta 2016 sem se drugič name nil po stari Kugyjevi poti na Zaplanjo pod Triglavom. Prvič, jeseni leta 2015, me je zaustavila megla. Opis poti sem prebral v *Planinskem vestniku* (Škodič, 2012) in vedel sem, kje moram zapustiti udobno mulatjero, ki vodi iz Zadnjice proti Doliču. Po slabo vidni stezici pod krušljivimi stenami sem prečil melišča in prišel v strmo, a prehodno travnato pobočje. Po njem navzgor sem stezo še sledil in si jo zamišljal, da bo tako potekala vse do zatrep krnice med Sfingo na moji levi (severni) strani in Vrhom Zelenic na moji desni (južni) strani. Morda nisem bil ves čas dovolj pozoren in očitno sem krenil navzgor, tam, kjer bi moral v levo. Opis je bil v nahrbtniku, v glavi pa ne in zdaj sem hodil po brezpotju. Alpsko trato je zamenjalo melišče, strmina je popustila. Bil sem malo zbezan. Odložil sem nahrbtnik, da v njem poiščem opis poti. Ob



Slika 1: Krnica pod Vrhom Zelenic, novo nabajališče plazeče sretene (Geum reptans).

Foto: Igor Dakskobler.

iskanju steze nekaj zadnjih minut na rastline sploh nisem bil pozoren. Tudi sicer sem nameraval podrobneje botanizirati šele višje, pri Sfinji in v Zaplanji. Ker je bilo videti brezpotje proti koncu krnice prehodno, se nisem odločil iskati poti in sem se raje razgledal naokoli (slika 1).

Skoraj nisem mogel verjeti, okoli mene, na nekoliko zbitem melišču, ki so ga sestavljali različno veliki kosi gruščja, so bile blazine rastline, ki pač ni mogla biti drugega kot plazeča sretena (*Geum reptans*) (slika 2). Bila je že odcvetela, a še vedno lahko prepoznavna po pritlikah in značilnih »metlicah« (slika 3).



Slika 2: Meliščna združba s plazečo sreteno (Geum reptans) na zahodni strani Triglava. Foto: Igor Dakskobler.



Slika 3: *Plazeča sretena* (*Geum reptans*) je v začetku avgusta že odcvetela, a je še vedno dobro prepoznavna po zanj značilnih »metlicah«. Foto: Igor Dakskobler.

Bil sem približno 2.060 metrov visoko. Velikost njenega nahajališča je približno en ar. V meliščni združbi, ki sem jo popisal, je prevladujoča vrsta in bi jo lahko imenovali kar po njej. Zapisal sem še precej drugih vrst, a nekoliko večje zastiranje so imeli le kamnokreči (*Saxifraga paniculata*, *S. aizoides*, *S. sedoides*, *S. squarrosa*, *S. crustata*), latovki (*Poa alpina*, *P. minor*), blešččča bilnica (*Festuca nitida*), živorodna dresen (*Polygonum viviparum*), nizki svišč (*Gentiana pumila*) in alpski repnjak (*Arabis alpina*). Med ostalimi popisanimi vrstami so tudi nekatere druge značilnice združb julijskega maka in okroglostnega mošnjaka (*Papaveri julici-Thlaspietum rotundifolii*), čvrstega šaša in triglavskega svišča (*Gentiano-Caricetum firmae*) in triglavske rože (*Potentilletum nitidae*).

Nadaljeval sem do zatrep krnice in potem na srečo našel polico, po kateri sem lahko prečil v levo (proti severu). Po strmem neustaljenem melišču, ki ga porašča predvsem trnati osat (*Cirsium spinosissimum*), sem se povzpел nazaj na staro Kugyjevo pot, ki se pod Sfingo pridruži označeni in zavarovani poti iz Luknje čez Plemenice.

Novo nahajališče plazeče sretene v krnici pod Vrhom Zelenic je v istem kvadrantu florističnega kartiranja kot nahajališče v pogorju Kanjavca (9648/2), a nedvomno pripada Triglavu in je novost za njegovo floro. Ker je precej odmaknjeno od bolj obiskanih poti, je človek tu ne ogroža.

Venerini laske v grapi Volarje pri Seliščih

Venerine laske (*Adiantum capillus-veneris*) in njihova nahajališča v Posočju je pred kratkim v *Proteusu* temeljito predstavil njihov najboljši slovenski poznavalec Daniel Rojšek (2015a, b). Opisal je tudi svojo presenetljivo najdbo te mediteranske praproti v koritih Mrzlice v povodju Volarje pod Krnom, ob nahajališču nad Grahovim ob Bači drugo v Julijskih Alpah. Po zaslugi neutrudnega strokovnjaka za mahove prof. Andreja Martinčiča smo lahko družno opisali tudi njene združbe (Dakskobler in sod., 2014). Zdelo se je, kot da je neko delo opravljeno.

24. julija leta 2016 je bila nedelja, vroč dan, in dopoldne sem se s kolesom odpravil iz Tolmina v Kobarid in nazaj. Za pot bi potreboval dve uri in pravočasno bi bil doma na nedeljskem kosilu. Nazaj grede me je pri



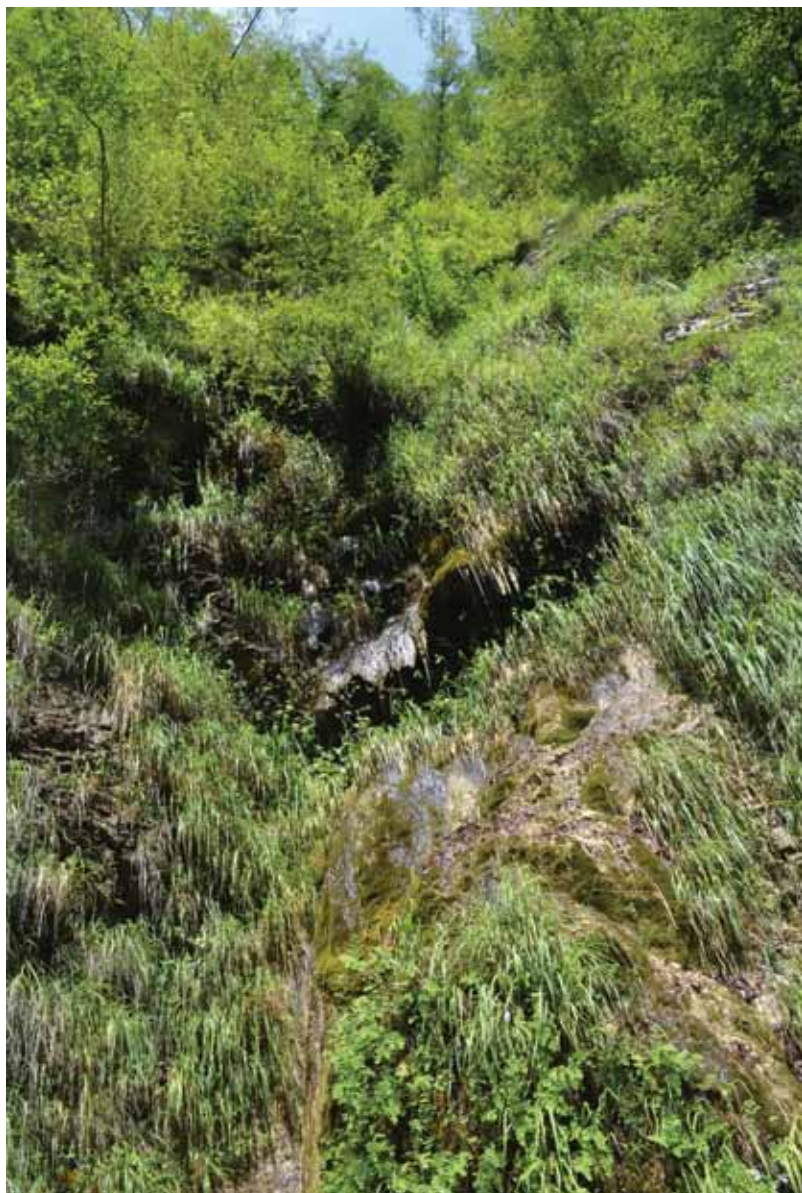
Slika 4: *Venerini laski*
(*Adiantum capillus-veneris*) ob
Volarji. Foto: Igor Dakskobler.

Seliščih, na mostu čez Volarjo (Volarnikom), zvalila ta rečica. Odložil sem kolo in ker sem imel športne sandale, primerne tudi za hojo po vodi, sem zlahka prehodil kratek del njene struge do sotočja (sovodnji), kjer se reka razdeli v dva potoka. Levi (vzhodni) s hladnejšo vodo se imenuje Mrzlica (Mrzli potok, Zalažcenca), desni (zahodni) s toplejšo vodo pa, če sledim Podobniku (1983), še naprej Volarja (na nekaterih starejših zemljevidih je zapisan Malenšček). Nadaljeval sem ob toplejšem potoku do prvega tolmuha, kjer je bilo mogoče vsaj malo zaplavati. Ko sem se ohladil, sem skoraj pred seboj

v navpičnem desnem bregu potoka, kjer curlja voda in se odlaga lehnjak, opazil značilne blazine venerinih laskov (slika 4) in njegovih zvestih mahovnih spremljevalcev.

Nahajališče je bilo majhno, le nekaj kvadratnih metrov, a vendar sem ga bil vesel. Torej v povodju Volarje ni samo tista skromna blazina venerinih laskov visoko ob Mrzlici, kjer komaj prideš zraven, temveč tudi tu, v precej bolj prijaznem okolju. Naredil sem fitocenološki popis in nabral mahove. Zdaj mi je bilo jasno, da sem spet prelomil obljubo in se ne bom pravočasno vrnil domov. Vsaj malo sem želel pogledati še ob potoku navzgor. Kmalu sem prišel v njegov izrazit zavoj in pred mano je bila okoli 80 metrov visoka stena, pravzaprav skoraj navpični

odlom pobočja, z roba porasel z grmovnim rastjem velikolistne vrbe (*Salix appendiculata*), črne gabra (*Ostrya carpinifolia*), gorskega bresta (*Ulmus glabra*) in malega jesena (*Fraxinus ornus*), predvsem pa s travami, trstikasto stožko (*Molinia arundinacea*) in pisano šašulico (*Calamagrostis varia*) ter spomladansko reso (*Erica carnea*). Na spodnjih 20 metrih stene se odlaga lehnjak. Na njegovih stebrih in tudi v vlažnih razpokah skladnatega (ploščastega) apnenca s tankimi polami laporovca, kar je v tem delu grape prevladujoča geološka podlaga, rastejo venerini



*Slika 5: Obsežno nahajališče venerinih laskov (*Adiantum capillus-veneris*) na desnem bregu Volarje na odseku med sotočjem z Mrzlico (Mrzlim potokom) in sotočjem z Malenščkom. Foto: Igor Dakskobler.*

laski. Plasti so močno nagubane, podobne znamenitim Pod Ključem ob cesti med Modrejem in Tolminom (slika 8). Venerini laski rastejo na površini več arov (slika 5), a popise (skupno pet) sem lahko naredil le na vznožju stene (sliki 6, 7, 9).

Mahove sem nabral, za natančnejšo določitve prosil prof. Martinčiča in skupaj z Danielom Rojškom nameravamo to res bogato

nahajališče opisati tudi v znanstvenem članku. Presenetile so me nekatere spremljevalne vrste med cvetnicami, med njimi predvsem pogosta alpska mastnica (*Pinguicula alpina*). V drugih doslej popisanih nahajališčih v Posočju je nismo nikjer opazili. Na enem mestu skupaj z venerinimi laski raste tudi vednozeleni kamnokreč (*Saxifraga aizoides*) (slika 9), edina skupna vrsta med tistimi, ki



Slika 6: Združba
venerinih laskov
(*Adiantum capillus-
veneris*) na lebnjaku
ob Volarji. Foto: Igor
Dakskobler.

sem jih opazil na nahajališču plazeče sretene pod Triglavom, več kot 2.000 metrov nad morjem, in tu ob Volarji, le 230 metrov nad morjem (kar je eno izmed najnižje ležečih nahajališč tega v Sloveniji le v Alpah razširjenega kamnokreča). Tudi tanki šaš (*Carex brachystachys*) in rušnata zvončica (*Campanula cespitosa*) sta za rastišča venerinih laskov zelo neobičajna. Pot sem končal na

naslednjem sotočju, kjer se Volarji z desne (zahodne) strani pridruži Malenšček (njegov spodnji tek imenujejo tudi Brinta). Približno 100 metrov nizvodno tega sotočja sem prav tako na desnem bregu Volarje našel še tretje nahajališče venerinih laskov, manjše in podobno tistemu prvemu.

Če tri nova nahajališča venerinih laskov na desnem bregu Volarje na odseku med sotoč-



Slika 7: Združba venerinih laskov (*Adiantum capillus-veneris*) na skladnatem (ploščastem) apnencu ob Volarji.
Foto: Igor Dakskobler.



jem z Mrzlico (Mrzlim potokom) in sotočjem z Malenščkom, na nadmorski višini med 210 in 250 metrov, štejemo kot eno, je to tretje v Julijskih Alpah. Čeprav je v istem povodju kot Rojškovo nahajališče v koritih Mrzlice, je v drugem kvadrantu srednjeevropskega kartiranja flore (9747/4). Obe sta tudi v območju *Natura 2000* Soča z Volarjo. Nahajališče je obsežno in bogato, za

Slika 8: Nagubane plasti skladnatega (ploščastega) apnenca in laporovca pri nahajališču venerinih laskov (*Adiantum capillus-veneris*) ob Volarji. Foto: Igor Dakskobler.



Slika 9: Skupno uspevanje venerinih laskov (*Adiantum capillus-veneris*) in vednozelenega kamnokreča (*Saxifraga aizoides*) ob Volarji. Foto: Igor Dakskobler.

zdaj neogroženo. Venerini laski morda rastejo še kje v povodju Volarje in morda tudi kje v povodju Ročice, druge podkrnske reke, ki se v Sočo izliva pri Ladržah. Delo torej še ni opravljeno in ljubitelji posoških grap, bodite pozorni tudi na to lepo, nežno praproto.

Škodič, D., 2012: Pozabljene poti nad Trento. Stara Kugyjeva pot in Diretissima. *Planinski vestnik*, 112 (2): 22–25.

Wraber, T., 2006: 2 x 100 alpskih rastlin na Slovenskem. Ljubljana: Prešernova družba, 230 str.

Zupan, B., Dakskobler, I., 2007: *Geum reptans* L. *Notulae ad floram Sloveniae* 83. *Hladnikia*, 20: 36–38.

Literatura:

Dakskobler, I., Martincič, A., Rojšek, D., 2014: *Phytosociological analysis of communities with *Adiantum capillus-veneris* in the foothills of the Julian Alps (Western Slovenia)*. *Hacquetia* 13 (2): 235–258.

Podobnik, R., 1983: *Slapovi v okolici Vrnsa in Krna. V: Ramovš, A.: Slapovi v Sloveniji*. Ljubljana: Slovenska matica, 110–118.

Rojšek, D., 2015a: *Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju*. Prvi del. *Proteus*, 77 (9–10): 399–408.

Rojšek, D., 2015b: *Venerini laski (*Adiantum capillus-veneris* L.) v Posočju*. Drugi del. *Proteus*, 78 (1): 24–34.

Načini vezave makromolekul pri pripravi dostavnih sistemov za biološka zdravila

Tina Maver, Dragica Maja Smrke, Karin Stana Kleinschek, Uroš Maver

V zadnjem času znanstveniki vse več pozornosti namenjajo mehanizmom in pomenu interakcij med biološkimi zdravilnimi sistemi in dostavnimi sistemi zanje. Neslutene možnosti prepoznavanja in interakcij med molekulami so se pokazale šele ob številnih teoretičnih študijah na področju zvižanja proteinov (Dobson, 2003) in delovanja bioloških makromolekul v različnih organskih sistemih (Wildman, Thai, Lei, Ott, Wolf-Watz, Fenn, Pozharski, Wilson, Petsko, Karplus, Hübner, Kern, 2007).

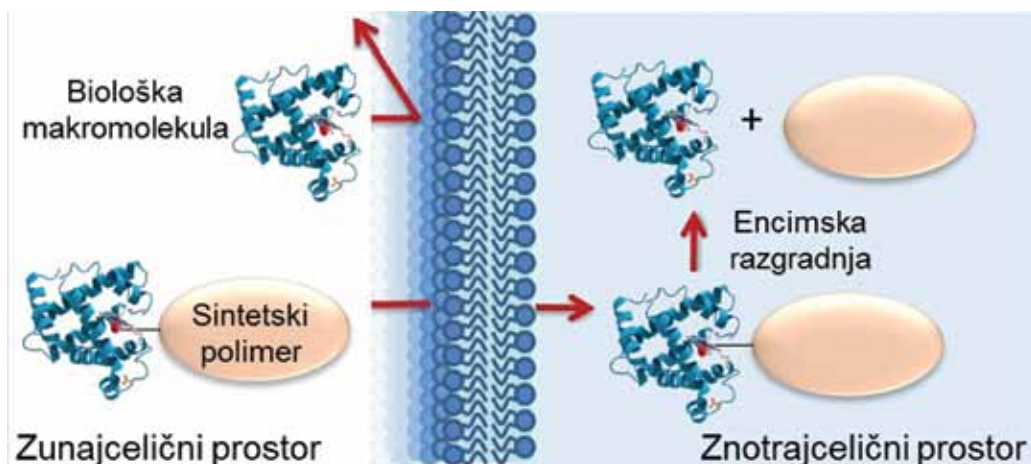
Sistemi za dostavo bioloških zdravilnih učinkovin so zanimivi iz več razlogov. Kljub dovoljšni majhnosti za ustrezeni prenos po telesu zaradi svoje izjemno velike površine omogočajo sestavljanje dovolj velikega števila bioloških molekul in tako lahko služijo kot akceptorji. Nabor materialov, ki se uporabljajo za jedra dostavnih sistemov, je izredno velik in vedno več je kliničnih študij, ki tudi potrjujejo njihovo netoksičnost in biokompatibilnost. Tako lahko danes izberemo jedra s posebnimi optičnimi, elektronskimi ali magnetnimi lastnostmi, ki zelo pripomorejo pri uspešnosti dostave. Da pa omenjeno lahko izkoristimo za učinkovito molekularno prepoznavo in ciljanje, moramo previdno snovati površinsko funkcionalizacijo, kar je mogoče zgolj ob dobrem poznavanju organske kemije (You, Chompoosor, Rotello, 2007).

Najbolj pogosto uporabljene funkcionalne skupine na površini dostavnih sistemov so hidroksilna, oksietilna, fenilna, karboksilna, aminska, dialkilna, fosfonatna in estrska skupina. McNamee in sodelavci (2007) so preiskovali vpliv nekaterih funkcionalnih

skupin iz omenjenih skupin na adhezivnost ob stiku z rakavo celico. Želeli so namreč ugotoviti, katera od preiskovanih skupin bi bila najbolj primerna za pripenjanje bioloških zdravilnih učinkovin na dostavni sistem in katero skupino naj ima biološka učinkovina/površina dostavnega sistema, da se bo ta združba najbolj učinkovito približala površini rakave celice. Ugotovili so, da je pri preučevanem tipu rakavih celic najboljše prijemala karboksilna skupina, is česar so sklepali, da je površina rakave celice, ki se pojavlja pri melanomih, bolj pozitivno nabita. Iz tega sledi, da prihaja na površini celic, ki imajo izpostavljene bolj pozitivne skupine, do prevelikega izražanja molekul/receptorjev (Lee, MacKay, Fréchet, Szoka, 2005). Funkcionalne skupine za površinsko funkcionalizacijo dostavnih sistemov se v grobem delijo na kovalentne in nekovalentne zaradi same narave vezi, ki je enkrat reverzibilna in drugič ireverzibilna, ter zaradi razdalj, na katerih delujejo sile, ki vzpostavljajo omejene vezi.

Kovalentna vezava

Kovalentna vezava bioloških zdravilnih učinkovin je bila prvič uporabljena za izdelavo dostavnih sistemov, ko so zaradi kratkih razpolovnih časov in posledično neustrezne biološke uporabnosti samega zdravila farmacevtski tehnologi začeli izdelovati predzdravila. Ta sama po sebi nimajo oziroma imajo le majhen farmakološki učinek in se šele med presnovo v organizmu pretvorijo v aktivno obliko, torej v zdravilo. Prva predzdravila so bila sestavljena iz kombinacije sintetskega polimera (pogosto so to bili različni derivati polietilenoksida – PEO) in



Slika 1: Shematski prikaz delovanja predzdravila: ob dodatku sintetskega polimera biološki makromolekuli lahko slednja vstopa v celico. Znotraj celice pride do encimske razgradnje predzdravila v zdravila. Avtorica: Tina Maver.

biološke učinkovine (slika 1). Predzdravilo ima takšne lastnosti, da se v prebavni cevi bolje absorbira kot aktivna oblika učinkovine, velikokrat pa se z njihovo uporabo zmanjša tudi učinek prvega prehoda, torej izgube zaradi metabolizma v jetrih.

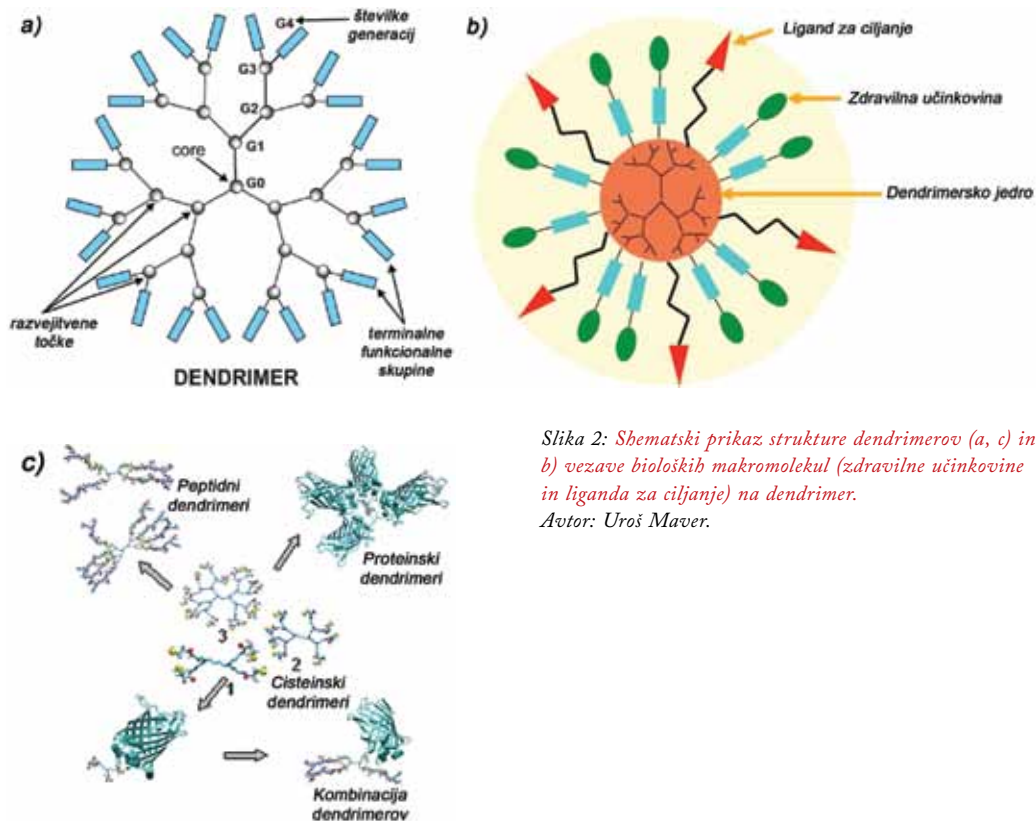
V sintezi predzdravil obstaja zelo širok nabor kemijskih vezi, ki jih lahko uporabimo za kovalentno vezavo različnih bioloških makromolekul na površino dostavnih sistemov. Odvisno od namena vezave največ uporabljajo amidno, estrsko in etrsko vez

za povečanje stabilnosti ter sulfatno, hemisukcinatno in aminometilbenzoatno vez za povečanje vodotopnosti (tabela 1).

Kovalentno vezavo s pridom uporabljamo

Funkcionalna skupina	Kemijska vez
Povečanje stabilnosti	
-NH₂	$\begin{array}{l} \text{-NH-C-R} \\ \quad \quad \quad \text{O} \\ \text{-NH-C-OR} \\ \quad \quad \quad \text{O} \\ \text{-NH-CH}_2\text{-N-C-R} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{R} \quad \text{O} \end{array}$
-COOH	$\begin{array}{l} \text{-COOR} \\ \text{-COOCHOOCR} \\ \quad \quad \quad \text{R} \end{array}$
-OH	$\begin{array}{l} \text{-OR} \\ \text{-OCHOOCR} \\ \quad \quad \quad \text{R} \end{array}$
Povečanje vodotopnosti	
Sulfatna	D-O-SO_3^-
Hemisukcinatna	$\text{D-O-C(=O)-CH}_2\text{CH}_2\text{COO}^-$
Aminometilbenzoatna	$\text{D-O-C(=O)-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{-N}^+\text{(R}_1\text{)(R}_2\text{)}$

Tabela 1: Kemijske vezi, ki se uporabljajo pri pripravi predzdravil. Razlikujejo se po svoji stabilnosti v fizioloških tekočinah in svoji občutljivosti za encime v telesu.



Slika 2: Shematski prikaz strukture dendrimerov (a, c) in (b) vezave bioloških makromolekul (zdravilne učinkovine in liganda za ciljanje) na dendrimer.

Avtor: Uroš Maver.

predvsem v primeru dostavnih sistemov na osnovi dendrimerov – sinteznih polimerov nanovelikosti, s homogeno in drevesu podobno razvejeno strukturo. Neomejene sintezne možnosti dendrimerov omogočajo pripenjanje velikega števila različnih bioloških makromolekul naenkrat (slika 2).

S kovalentno vezavo bioloških učinkovin posredujemo dostavnemu sistemu nekaj posebnih lastnosti, ki jih drugi tipi vezi ne omogočajo. Dostavni sistem tako dobi možnost ciljanja, poveča pa se tudi stabilnost nanj pripete biološke makromolekule (Gillies, Fréchet, 2005), ki se lahko v primeru drugih, nekovalentnih povezav nenadzorovano sprosti, kar vodi do izgube učinkovine in včasih celo do toksičnih učinkov (McNamee, Aso, Yamamoto, Fukumori, Ichikawa, Higashitani, 2007).

Glavne namene kovalentne vezave bioloških

zdravilnih učinkovin na nosilni dostavni sistem lahko razdelimo v tri glavne skupine: povečevanje topnosti zelo hidrofobnih proteinskih molekul, povečanje stabilnosti proti proteolitični razgradnji in povečanje prehoda čez intestinalni epitelij (Peppas, Kavimandana, 2006). Dostavni sistemi, ki jih preiskujejo v te namene, vključujejo vse od različnih polimernih delcev, nanoemulzij, liposomov, kletk, proteinskih in nukleinskih molekul do različnih vrst anorganskih nanodelcev (Dileo, Banerjee, Whitmore, Nayak, Falo, Huang, 2003).

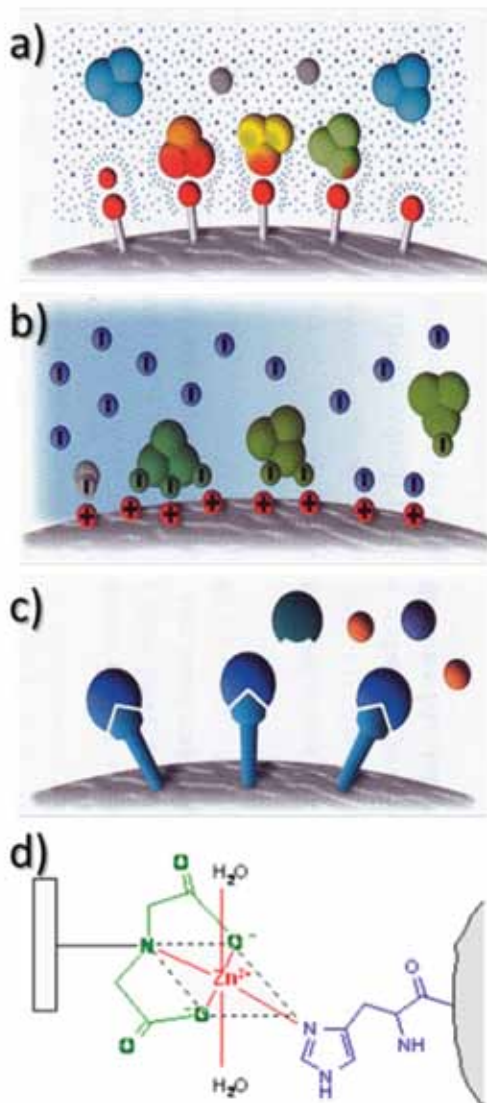
Nekovalentna vezava

V bioloških sistemih so nekovalentne povezave običajno temelj za molekulsko prepoznavanje. Pod molekulskim prepoznavanjem razumemo tvorbo šibkih nekovalentnih vezi, kot so vodikove vezi in hidrofobne ali

elektrostatske interakcije med vsaj dvema molekulama (slika 3), ki vodijo do specifičnega prepoznavanja in povezovanja sodelujočih molekul. Primeri takega prepoznavanja so kompleksi encim-substrat, povezave protitelo-antigen, povezave receptor-ligand in drugi. Ob dobrem poznavanju teh interakcij v naravnih procesih lahko sodelujoče funkcionalne enote vgradimo v različne dostavne sisteme in tako posnemamo naravno

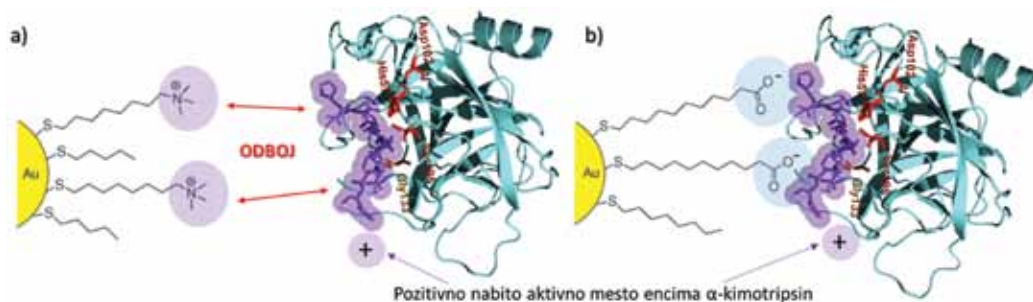
molekularno prepoznavanje, kar ima številne prednosti.

Na potek molekularnega prepoznavanja vplivata molekularna zgradba, še posebej položaj atomov in funkcionalnih skupin v molekuli, ter termodinamika vezavne interakcije (kinetične in ravnotežne vezavne konstante). Izbrane nekovalentne povezave, ki jih želimo vgraditi v dostavni sistem, lahko računalniško modeliramo z različnimi termodinamskimi modeli. V primeru interakcije receptor-ligand lahko tako določimo recimo afiniteto liganda do receptorja in selektivnost njune vezave. Ravnotežna konstanta disociacije predstavlja običajni parameter za izražanje moči kovalentne interakcije, ki jo določimo ob upoštevanju termodinamike interakcije (Bayer, Peppas, 2008).



Slika 3: Biološko makromolekulo lahko na površino dostavnega sistema nekovalentno vežemo na različne načine. a) s hidrofobno interakcijo, b) elektrostatsko, c) s specifično afinitetno interakcijo (na primer biotin-avidin), d) s koordinativno vezjo. Avtor: Tina Maver, delno povzeto po:

http://grad.md.cbula.ac.th/english%20old/index.php?option=com_content&view=article&id=11:international-workshop-&catid=18:international-workshop&Itemid=8



Slika 4: a) Aktivno mesto encima α -kimotripsin je pozitivno nabit in zaradi izpostavljenih pozitivno nabitih skupin v dostavnem sistemu pribaja do odboja. Posledično ne pride do vezave aktivnega mesta encima z dostavnim sistemom. b) Na površju dostavnega sistema so negativno nabite molekule in aktivno mesto encima se zaradi privlaka elektrostatskih sil veže na dostavni sistem. Avtor: Tina Maver.

a) Elektrostatska vezava/ionnska vez

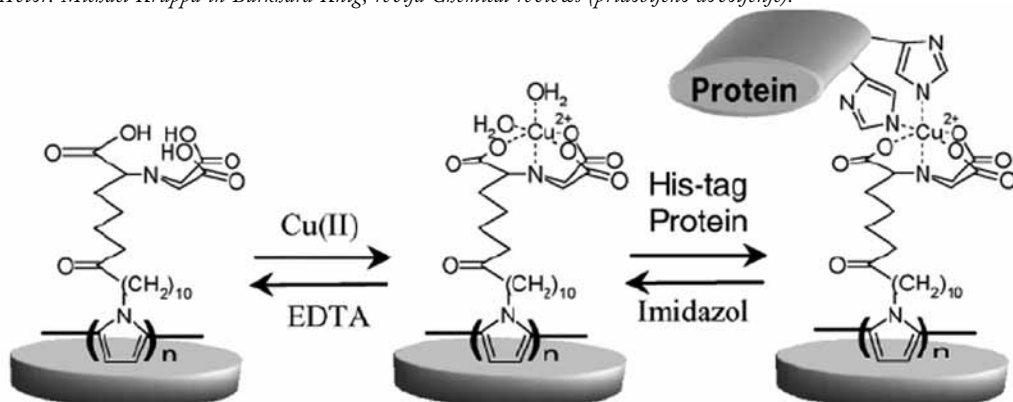
Elektrostatsko vezavo lahko zelo dobro uporabimo za nadzorovano sproščanje v dostavnem sistemu vezane učinkovine na specifičnem mestu v celici, saj za razliko od mehanizmov in procesov na molekularni ravni, ki jih še ne poznamo dobro, zelo dobro poznamo sestavo telesnih tekočin na vseh mestih v telesu.

Elektrostatska vezava je vrsta kemijske vezi, pri kateri se z elektrostatskim privlakom povežeta največkrat kovina (kovinski atom/

ion) in neki nekovinski ion. Vez se tvori s privlačnimi silami dveh nasprotno nabitih ionov. Običajno je kovinski ion že vezan na neki molekuli kot njen prostetični del in ima tako pozitivni naboj. S tem privlači že obstoječe nekovinske anione, ki so na primer deli zdravilne učinkovine. Na sliki 4 je prikazano, kako lahko na podlagi poznavanja zgradbe molekularskih struktur in s pomočjo elektrostatskih vezi vplivamo na selektivno vezavo ustreznega pripravljenelega dostavnega sistema na želeno tarčno mesto v telesu.

Slika 5: LEVO: Nosilec poli(pirol)-NTA, ki ima proste skupine, ki služijo kot ligandi pri koordinacijski vezavi. SREDINA: Ob dodatku centralnega iona (Cu(II)) se ta veže na nosilec; v nasprotni smeri se ob dodatku EDTA, ki je močnejši ligand, ion odcepi z nosilca in se veže v EDTA. DESNO: ob dodatku proteina s histidini bogato verigo = (histidinski rep (His-tag Protein)), se ta veže v koordinativno vez (protein je imobiliziran). Ob dodatku imidazola, ki ima večjo afiniteto do vezave v koordinativno vez s Cu(II) , imidazol izpodrine vezani protein, ki se tako odcepi (Kruppa, Knig, 2006).

Avtor: Michael Kruppa in Burkhard Knig, revija *Chemical reviews* (pridobljeno dovoljenje).



b) Koordinativna vez

Po definiciji gre pri tej vezavi za produkt, pri katerem nevtralne molekule ali anioni (imenovani ligandi) tvorijo vezi s centralnim (navadno) kovinskim atomom (ali ionom) s tako imenovano *koordinativno kovalentno vezjo* (angl. *coordinate covalent bond*). Posebnost te vezave je, da je ligand dajalec celotnega elektronskega para, medtem ko je centralni ion prejemnik elektronskega para. Atoma ostaneta skupaj, ker skupni elektronski par privlačita jedri obeh atomov. Običajno centralni ion obdaja več ligandov. Ta vezava nam omogoča na eni strani zelo trdno in stabilno zgradbo dostavnega sistema, na drugi strani pa lahko vez zelo preprosto razcepimo (kar pride v poštev za nadomeščanje nekega vezanega liganda ali za nadzorovano odpuščanje vezane učinkovine), in sicer bodisi s spremembo pH ali pa z dodatkom specifičnih ligandov, ki imajo večjo afiniteto do centralnega atoma kot poprej vezani ligandi oziroma molekule učinkovine. Tovrstni mehanizem lahko poteka tudi na tarčnem mestu, kjer lahko koordinativni kompleks razpade, ker morda na tem mestu obstaja tak centralni atom, do katerega imajo na naš dostavni sistem vezani ligandi (biološke makromolekule) večjo afiniteto (Kruppa, Knig, 2006).

Zaključek

Širok nabor informacij o posameznih sestavnih delih dostavnega sistema, o tarčnem mestu ter o transportni poti zdravila po telesu je pogoj za pravilni izbor načina vezave zdravilne učinkovine na dostavni sistem, ki omogoči ciljano zdravljenje in maksimalni učinek zdravljenja. Pri tem so še posebej pomembne interakcije med posameznimi deli sistema kot tudi tiste s tarčnim mestom. Tako lahko zaključimo, da je za razvoj področja priprave bioloških zdravil dobro poznavanje interakcij ključnega pomena.

Literatura:

- Dobson, C. M., 2003: *Protein folding and misfolding. Nature*, 426: 18-25.
- Wildman, K. H., Thai, V., Lei, M., Ott, M., Wolf-Watz, M., Fenn, T., Pozharski, E., Wilson, M. A., Petsko, G. A., Karplus, M., Hübner, C. G., Kern, D., 2007: *Intrinsic motions along an enzymatic reaction trajectory. Nature*, 450: 838-844.
- You, C.-C., Chomposor, A., Rotello, V. M., 2007: *The biomacromolecule-nanoparticle interface. NanoToday*, 2 (3): 34-43.
- Lee, C. C., MacKay, J. A., Fréchet, J. M. J., Szoka, F. C., 2005: *Designing dendrimers for biological applications. Nature Biotechnology*, 23 (12): 1517-1526.
- Gillies, E. R., Fréchet, J. M. J., 2005: *Dendrimers and dendritic polymers in drug delivery. Drug Discovery Today*, 10: 35-43.
- McNamee, C. E., Aso, Y., Yamamoto, S., Fukumori, Y., Ichikawa, H., Higashitani, K., 2007: *Chemical Groups that Adhere to the Surfaces of Living Malignant Cells. Pharmaceutical Research*, 24 (12): 2370-2380.
- Peppas, N. A., Kavimandana, N. J., 2006: *Nanoscale analysis of protein and peptide absorption: Insulin absorption using complexation and pH-sensitive hydrogels as delivery vehicles. European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 29: 183-197.
- Dileo, J., Banerjee, R., Whitmore, M., Nayak, J., Falo, L., Huang, L., 2003: *LPD mediated antigen delivery to antigen presenting cells results in enhanced anti-tumor immune responses. Molecular Therapy*, 7: 640-648.
- Bayer, C. L., Peppas, N. A., 2008: *Advances in cognitive, conductive and responsive delivery systems. Journal of Controlled Release*, 132: 216-221.
- Kruppa, M., Knig, B., 2006: *Reversible coordinative bonds in molecular recognition. Chemical reviews*, 106 (9): 3520-3560.

Otroška energija je tista, ki dela čudeže, oziroma doživetja družine Mihelič

Petra Draškovič Pelc

Mnogokrat je Tomaž Mihelič po ornitološkem »dopisnem seznamu« pošiljal vtise doživetij svoje družine med vikendi, počitnicami ... Nič posebnega, bi kdo rekel. Vendar ta zgodba ni tako preprosta, da bi jo lahko na hitro odpravili. Ni zgolj lep nedeljski izlet z otroki nekje nad gozdno mejo, čeprav bi kdo morda lahko to tako razumel. V resnici gre za prava naravoslovna doživetja, ki puščajo globoke sledi v otroški duši. Seveda tiste najbolj prijetne. Takšne, ki kličejo po še in ki komaj čakajo, da jih smejo izkusiti še najmlajši.

Eno takih je doživetje z belkami. Pravzaprav so ena od stalnic v njihovem družinskem življenju - kot pravi Tomaž Mihelič - postala prav ta doživetja, ki so otrokom omogočena, ko dopolnijo določeno starost. Dva takšna mejnika, ki sta povezana z belkami, sta povezana tudi s starostjo sedem in dvanajst let. No, pa še vmes jih je nekaj drugih, a gremo po vrsti. Začelo se je tako, da je Tomaž mnogokrat pripovedoval o svojih potepih za gamsi v hribe na martinovo nedeljo. In ko je Bor dopolnil sedem let, si je za rojstni dan zaželel, da gre na gamse.



Povezanost z naravo kažejo že otroška imena v družini. Z leve so Gaber, Kalina, Tisa, Bor in Ruj. Foto: arhiv družine Mihelič.



Pri odkrivanju belk punce (na fotografiji Kalina) prav nič ne zaostajajo za fanti.

Foto: Tomaž Mihelič.

Ker je pri hiši veliko otrok, so si verjetno vsi želeli izkusiti to osebno, a tudi posebno doživetje z očetom.

Eno od drugih takih doživetij je bilo pričakati oglašanje belk ob zimskem svitu na Hribaricah, a to se zgodi šele, ko dopolnijo starost dvanajst let. Seveda je to posebno doživetje, saj se odpravijo tja že zvečer, prevedrijo noč v snežni luknji in zjutraj pričakajo prvo sonce že na licu mesta. Priznam,

da bi si marsikateri odrasli ravno tako želel takih izjemnih doživetij. Nazadnje je to doživetje pričakalo Ruja, a so se poslužili nekoliko prirejene metode, namreč niso prespali, pač pa so hodili vso noč, saj snega ni bilo. In kako opisuje Ruj svoja doživetja? »Zelo dobro je bilo, gamsov sicer ni bilo veliko, so bile pa lepo presenečenje belke, ki smo jih tudi uspeli fotografirati.« Tomaž doda: »Ko sva šla na gamse pri sedmih le-





*Ruj in Gaber v jutranji pripravljenosti. Balke najlažje najdeš, če si pred jutranjim svitom visoko nad gozdno mejo.
Foto: Tomaž Mihelič.*



Jeseni belke pogosto tvorijo manjše jate. Foto: Gaber Mihelič.

tih, je bilo gamsov zelo veliko, belka pa je bila samo ena, a je bila tudi izkušnja z njo izjemna. Ruju je dobesedno zletela izpod nog, saj se je potuhnila in zletela šele, ko je stopil povsem poleg nje.«

Danes je najstarejši Bor že pravi najstnik (sedemnajst let), Kalina jih ima šestnajst, Gaber štirinajst, in vsi so imeli možnost preživeti z očetom dan v hribih med belkami in gamsi. Zdaj je bil na vrsti Ruj, ki je imel to čast opazovati belke zadnji. Tisa s svojimi rosnimi petimi leti že nestrpno čaka, kdaj se bo lahko pridružila očetu pri odkrivanjih, o katerih sliši od svojih bratov in sestre. A poleg belke obstajajo še druge zgodbe. Pri starosti osem let gredo opazovat ruševce, pri devetih letih gozdnega jereba, pri desetih divje peteline. Spoznavanje s tako redkimi vrstami pa jim prinese poleg doživetij tudi edinstvena znanja in izkušnje. Verjetno precej spontano so ta doživetja precej hribovsko ornitološko obarvana, a takšna vzgoja, če lahko tako rečem, je že rodila sadove. Gaber je že navdušen in nadebu-

den mlad naravoslovni fotograf in se trudi narediti najboljše fotografije ptic, ki jih že tako obvlada, Ruj mu vztrajno sledi, medtem ko je Bor bolj tehnične sorte in se tudi očetu pridruži pri nekoliko bolj tehnično strokovnih zadevah ter mu pri tem veliko pomaga. Bor je večkrat pobudnik odličnih tehničnih idej, Ruj pa s svojo vztrajnostjo in predanostjo obročkanju ptic pripomore, da so postali z očetom izjemen obročkovalski »tim«. Preživljanje počitnic tako ni več vprašanje. Odpravijo se nekam, kjer se da doživeti naravo. Človek dobi občutek, da pri tem punce zaostajajo, a temu ni tako. Kalina je bila močno gonilo raziskave o vidri, s katero sta z Borom osvojila prvo mesto na državnem srečanju mladih raziskovalcev. Kot punca Kalina prav nič ne zaostaja tudi pri konkretnih rezultatih. Lani je tako kot vsi njeni bratje v ornitološko zbirko Društva za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije (DOPPS) prispevala več kot 1.500 podatkov o pticah v Sloveniji. Kaj pa mama, ki je tudi biologinja? Dejstvo je, da je prav zaradi



Ruj pri sedmih letih na sledi za svojo prvo belko na zimskih Hribaricah.

Foto: Tomaž Mihelič.

zahtevnosti nekaterih terenov in številčnosti otrok velikokrat ostala doma z najmlajšimi, a če o tem vprašaš otroke, so si enotni. Brez mame vsega tega ne bi bilo.

In kaj je lepše kot otrokom privzgojiti čut za doživljanje, opazovanje narave? Postanejo ne samo njeni poznavalci, opazovalci in tudi najboljši varuhi, s svojimi zgodbami so zagotovo tudi najboljši ambasadorji narave. Ali kot pravi Tomaž: »Če so otroci zraven,

se skoraj vedno dogaja nekaj izjemnega. Otroška energija je tista, ki dela čudeže.« In naj bo tako tudi drugje, mi pa se veselimo vaših novih zgodb.

Nove teorije o nastanku Lune

Mirko Kokole

Luna je Zemljin naravni satelit in edino nebesno telo, ki so ga ljudje do sedaj obiskali. Zato je dejstvo, da o njenem nastanku še ne vemo vsega, kar presenetljivo. Znanstveniki še vedno poskušajo uskladiti vsa do sedaj znana dejstva o Luni v enotno teorijo nastanka. Tako se je novo leto v znanstvenem svetu začelo s kopico novih teorij in spoznanj o Luni, ki so si med seboj celo nasprotujoča. Prva teorija, objavljena v reviji *Nature Geoscience* (9. januarja), pravi, da je Luna kot posledica trkov večjih asteroidov nastajala dlje časa. Drugi članek, objavljen v reviji *Science Advances* (11. januarja), pa trdi, da je Luna nastala zelo hitro, na kar naj bi kazali deleži izotopov v cirkonijevih kristalih. V tretjem članku, tudi objavljenem v reviji *Nature Geoscience*, ugotavljajo, da je bila količina vode na Luni ob njenem nastanku večja, kot so predvidevali glede na današnje količine vode in na teorije o Luninem nastanku.

Za začetek si najprej oglejmo do sedaj najbolj uveljavljeno teorijo nastanka Lune. Po tej teoriji naj bi Luna nastala v zgodnjem obdobju nastanka Sončevega sistema s trkom Zemlje in planeta, ki je bil približno za polovico manjši od nje. Ta planet nekate-

ri imenujejo tudi Teja (Theia). Ta teorija še najbolj razloži vse do sedaj znane podatke o Luni, kot so na primer značilnosti orbite Lune in Zemlje, naklon Zemljine osi ter dejstvo, da je Luna sestavljena predvsem iz silikatnih kamnin in ima zelo majhno železno jedro. Vendar pa ima ta teorija nekaj bistvenih težav, saj bi po njej Luna morala biti sestavljena predvsem iz materiala planeta, ki je trčil v Zemljo. Danes namreč iz raziskav različnih izotopov, predvsem kisikovih in titanovih, vemo, da sta Zemlja in Luna sestavljeni iz tako rekoč popolnoma enakega materiala. In ker Teja ne bi mogla imeti enakih razmerij izotopov kot Zemlja, to pomeni, da se je moral material ob trku med Zemljo in Tejo popolnoma premešati. Kar se ne ujema z dinamiko trka, saj računalniške simulacije pokažejo, da bi morala biti Luna sestavljena predvsem iz materiala planeta, ki je vanjo trčil.

S problemom enake sestave Lune in Zemlje se je tako spopadel prvi v uvodu omenjeni članek. Rešitev je našel v večkratnih trkih manjših asteroidov, ki so imeli od enega do deset odstotkov mase Zemlje. Ti trki so bili še vedno zelo močni in so v Zemljino orbito izstrelili dovolj materiala za nastanek Lune. Po tej teoriji naj bi Luna nastajala od 150 do 200 milijonov let po nastanku Sončevega sistema. Ta teorija sicer dobro razloži enako sestavo Zemlje in Lune ter značilnosti njunih orbit, a je v neskladju z odkritji, ki so jih objavili v drugem v uvodu omenjenem članku. V njem so z zelo natančnim datiranjem cir-



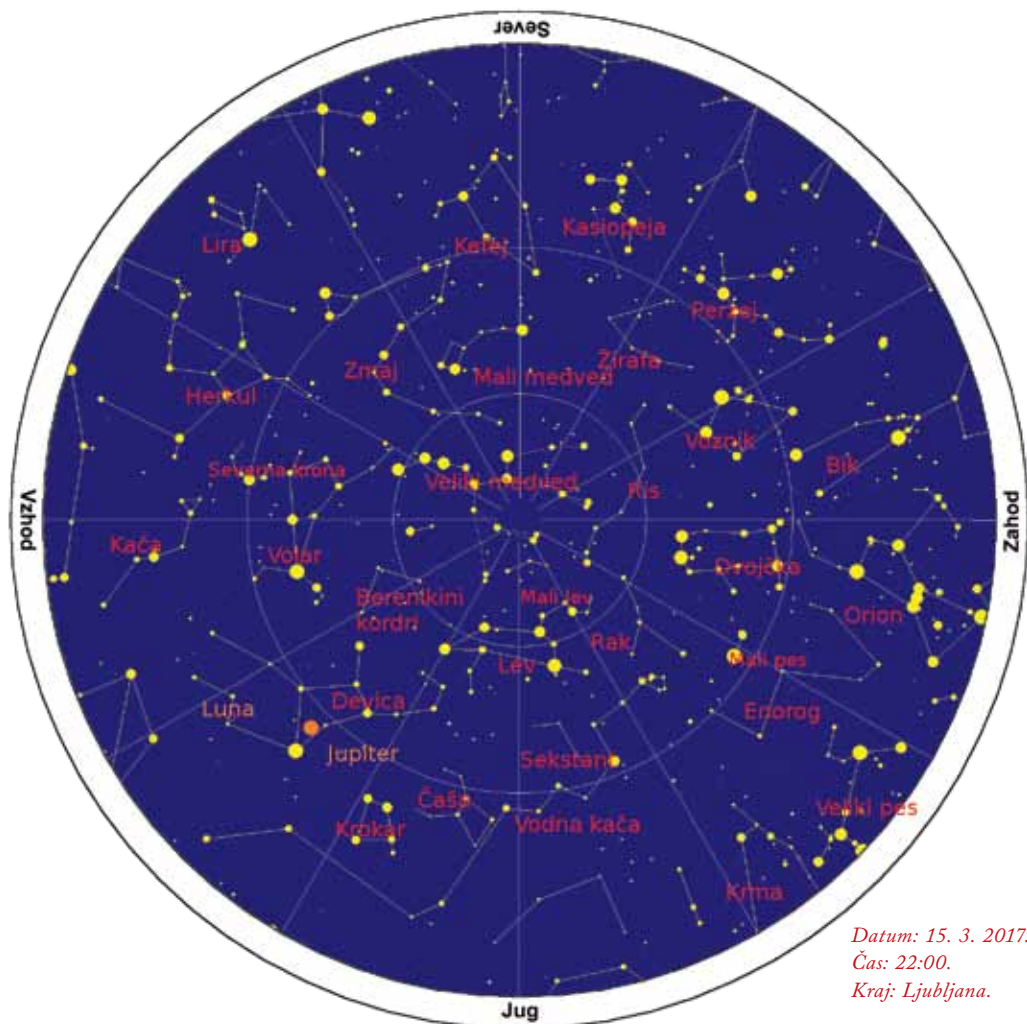
Umetnikova predstava trka Zemlje s planetom velikosti Marsa. Planet nekateri po grški boginji, ki je bila mati Selene, grške boginje Lune, sedaj imenujejo tudi Teja (Theia, Thea). Vir: NASA JPL-Caltech.

konijevih kristalov z natančnostjo 10 milijonov let pokazali, da je Luna nastala pred 4,51 milijarde let. Kar pomeni, da je Luna nastala v zelo kratkem času, in to ob le enem katastrofalno velikem trku. Ta dognanja kažejo na veliko verjetnost, da je pravilna teorija iz leta 2012, kjer so predlagali, da je Zemlja nastala ob trku dveh približno enakih teles velikosti Marsa. V tem primeru sta bili obe telesi popolnoma uničeni in sta Zemlja in Luna nastali iz mešanice materiala iz obeh planetov.

Piko na i v celotni zmešnjavi različnih teorij je naredil zadnji v uvodu omenjeni članek,

kjer so z geološkimi analizami ugotovili, da je Luna ob nastanku vsebovala veliko več vode, kot so predvidevali. Če se to dejstvo pokaže za resnično, bo to imelo velik vpliv ne le na naše poznavanje nastanka Lune, temveč tudi Zemlje, saj bi to pomenilo, da je Zemlja že ob času velikega trka vsebovala veliko vode in da so na njej že obstajala večja morja.

Kot vidimo, znanstveniki še vedno niso uspeli sestaviti enotne teorije nastanka Lune in Zemlje in bodo zato morali še naprej opravljati tako geološke raziskave kot tudi dinamično modelirati različne možne trke.



*Datum: 15. 3. 2017.
Čas: 22:00.
Kraj: Ljubljana.*

Editorial

Tomaž Sajovic

Geology

Geological Curiosities in the Streets of Ljubljana. Fossils
Matevž Novak

Did you know that the Ljubljana City Hall, Nebotičnik »skyscraper« and the National and University Library swarm with large sea shells? Have you seen sea urchins and oysters on the banks of the Ljubljana? Perhaps you've noticed ammonites on the red façade of the Deželna Banka bank on Miklošič Road. Have you ever stopped to think how the corals and sea sponges found themselves on the top of the Ljubljana Castle tower?

We're talking about fossil remains preserved in the natural stone that most of our most prominent cultural monuments are built or decorated with. From the antiquity on this stone was used in the construction of buildings and walls and stones of different colours would be used to showcase the importance of buildings. It could well be said that the petrified life preserved in the Slovenian natural stone extends the historical legacy of the buildings in our capital for several million years back to the geological past of our country. The streets of Ljubljana are therefore a unique open air geological museum.

The purpose of this article is to point out a few of the most fascinating fossil remains in Ljubljana. But if you want to learn more about these fossil organisms and the rocks that contain them, you'll have to consult other sources as well.

Nobel Prizes 2016

Topological Matter. Nobel Prize in Physics 2016*Aleš Mohorič*

Matter is all around us – it is the air we breathe and the water we drink. Different types of matter are distinguished for their characteristics. They can be solid, liquid, thick or thin. The more meticulously we explore nature the more properties we identify. In terms of its electrical properties matter is divided into conductors, semiconductors and insulators. Matter is studied through experiments and described with theoretical models. These models are the basis for further research that can lead to new discoveries that we haven't even dreamed of. The winners of this year's Nobel Prize in Physics are David Thouless, Duncan Haldane and Michael Kosterlitz, scientists whose work uses mathematical concepts of topology to examine the unique properties displayed by unusual phases of matter.

From the history of biology

Adolf Portmann – a Misunderstood Eccentric*Kazimir Tarman*

Adolf Portmann was a zoology professor at Basel university. His main research areas covered animal morphology and behaviour and the subject of his lecture was comparative anatomy of vertebrates. Drawing from sociology and philosophy he made a significant contribution to the development of philosophical anthropology. He ranks among

the most important biologists of the 20th century and is known also as a keen promoter of biology and zoology.

Botany

Two Botanical Footnotes: Creeping Avens (*Geum reptans*) under Mt. Triglav and Venus Hair Fern (*Adiantum capillus-veneris*) in the Volarje Gorge at Selišče*Igor Dakskobler*

Scientific and expert papers, especially in social sciences, frequently use footnotes. Authors use them for additional, less important clarifications that might overwhelm the main text. But what is a botanical footnote? In this article it is about the find of the third locality of creeping avens (*Geum reptans*) in Slovenia (under Mt. Triglav) and the third Venus hair fern (*Adiantum capillus-veneris*) locality in the Julian Alps (in the Volarje gorge). Both new finds are located within their known distribution areas and therefore supplement them. They are linked by number three, evergreen Saxifrage (*Saxifraga aizoides*) and the randomness of the find.

Pharmacy

Macromolecular Binding in the Preparation of Delivery Systems for Biological Medicinal Products*Tina Maver, Dragica Maja Smrke, Karin Stana Kleinschek, Uroš Maver*

Mechanisms and interactions between biological healing systems and their delivery systems have recently received a lot of attention. Previously unimagined possibilities of molecular recognition and interaction came up with numerous theoretical studies into protein folding and activity of biological macromolecules in different organic systems. Delivery systems for biologically active substances are interesting for a number of reasons. Although they are small enough to travel throughout the body their extremely large surface areas allow for assemblies of sufficiently large numbers of biological molecules and thus serve as acceptors. The selection of materials used for the cores of delivery systems is extraordinary and there are more and more clinical studies confirming their non-toxicity and biocompatibility. Today we can choose from cores with special optical, electronic or magnetic properties that greatly contribute to successful delivery. However, in order to utilise the above for an efficient molecular identification and targeting we must carefully design the surface functionalisation, something that can only be achieved with good knowledge of organic chemistry.

Life with Nature

It's the Child Vigour that Makes Miracles, or the Adventures of the Mihelič Family

Petra Draškovič Pelc

Our sky

New Theories on the Origin of the Moon*Mirko Kokole*

Table of Contents

STROKOVNE EKSKURZIJE V LETU 2017

DALMACIJA – ZGODBE DINARSKIH REK

Od 27. aprila do 2. maja 2017



Ob besedi Dalmacija vsi najprej pomislimo na čudovite plaže, morje, otoke, morsko hrano in počitek v poletnih mesecih. Dalmacija pa ob obali in predvsem v notranjosti skriva še marsikaj, kar je vredno ogleda. Od bogate zgodovine, kjer so pustili pečat staroselci, Rimljani, vdori Turkov iz bližnje Bosne, do kulturnih običajev, ki so se oblikovali v zadnjih stoletjih, pa seveda tudi kulinarike, ki je vezana na življenje tamkajšnjih domačinov. V osrčju dinarskega krasa se skrivajo številna kraška polja, udornice, še posebej pa so čudovite dinarske reke, ki so sooblikovale zaledje Dalmacije.

ARMENIJA

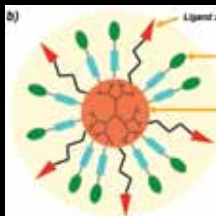
Od 4. do 18. avgusta 2017



Prva država, ki je sprejela krščanstvo za svojo uradno vero, skriva v sebi neprecenljiva naravna in kulturna bogastva. Dežela, ki so jo oblikovali vulkani, leži na območju Spodnjega Kavkaza in popotniku ponuja čudovite razglede na gorovja, reke, soteske, jezera, slapove, stepe in kamnite polpuščave. Starodavno armensko ljudstvo, ki se je v dolgi zgodovini svojega obstoja na svileni poti ohranilo s pomočjo kulture, v sebi izžareva ponos in neizmerno gostoljubnost, prepredeno s

trgovsko iznajdljivostjo in sposobnostjo preživetja. Vse to je dežela, ki vsakemu obiskovalcu pusti trajni in nepozabni pečat.

Ceno potovanj in podrobnejše programe si lahko ogledate na spletni strani www.proteus.si, več informacij dobite v upravi društva na telefonski številki 01 252 19 14 ali na elektronskem naslovu prirodoslovno.drustvo@gmail.com.



■ Farmacija

Načini vezave makromolekul pri pripravi dostavnih sistemov za biološka zdravila

V zadnjem času znanstveniki vse več pozornosti namenjajo mehanizmu in pomenu interakcij med biološkimi zdravilnimi sistemi in dostavnimi sistemi zanje. Neslutene možnosti prepoznavanja in interakcij med molekulami so se pokazale šele ob številnih teoretičnih študijah na področju zvijanja proteinov in delovanja bioloških makromolekul v različnih organskih sistemih.



■ Življenje z naravo

Otroška energija je tista, ki dela čudeže, oziroma doživetja družine Mihelič

Kaj je lepše kot otrokom privzgojiti čut za doživljanje, opazovanje narave? Postanejo ne samo njeni poznavalci, opazovalci in tudi najboljši varuhi, s svojimi zgodbami so zagotovo tudi najboljši ambasadorji narave. Ali kot pravi ornitolog Tomaž Mihelič: »Če so otroci zraven, se skoraj vedno dogaja nekaj izjemnega. Otroška energija je tista, ki dela čudeže.«



■ Naše nebo

Nove teorije o nastanku Lune

Novo leto se je v znanstvenem svetu začelo s kopico novih teorij in spoznanj o Luni, ki so si med seboj celo nasprotujoča. Prva teorija, objavljena v reviji Nature Geoscience, pravi, da je Luna kot posledica trkov večjih asteroidov nastajala dlje časa. Drugi članek, objavljen v reviji Science Advances, pa trdi, da je Luna nastala zelo hitro, na kar naj bi kazali deleži izotopov v cirkonijevih kristalih. V tretjem članku, tudi objavljenem v reviji Nature Geoscience, ugotavljajo, da je bila količina vode na Luni ob njenem nastanku večja, kot so predvidevali glede na današnje količine vode in na teorije o Luninem nastanku.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000