

PROTEUS

*mesečnik
za poljudno
naravoslovje*



Oktober november 2022
2,3/85. letnik
cena v redni prodaji 11,00 EUR
naročniki 8,64 EUR
upokojenci 7,10 EUR
dijaki in študenti 6,72 EUR
www.proteus.si





- 51 Table of Contents
- 53 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 56 Zoologija
Bajkalske postranice zasenčijo koralne ribice
Boris Sket, Zhonghe Hou
- 68 Zoologija in ekologija
Puščavski sloni in druga čudovita bitja Namiba
Marina Dermastia
- 78 Zoologija
Manj znani raki Slovenije
Anton Brancelj
- 89 Medicina in biologija
Vomeronazalni organ. Še vedno dolga pot raziskovanja, preden bomo razumeli kemično komunikacijo pri ljudeh
Mateja Rakuša
- 93 Genetika in zoologija
Genetika spola pri vretenčarjih
Tajda Gredar
- 98 Botanika
Iskanje upognjenega šaša (*Carex curvula*) pod koto Vrh Križa v Julijskih Alpah ali kdor nima v glavi, ima v petah
Igor Dakskobler
- 112 Paleolitska arheologija
Delo narave, ne človeka - o paleolitski leseni konici iz Ljubljane
Pavel Jamnik
- 125 Iz zgodovine paleontologije na Slovenskem
Matija Vertovec, zbiralec okamin in razširjevalec paleontoloških spoznanj med ljudmi
V spomin na ajdovskega zbiralca fosilov in bibliofila
Stanislava Bačarja
Matija Križnar
- 135 Paleontologija
Nova spodnjepermska ostanka hrustančnic (rod *Petalodus*) iz Karavank
Matija Križnar, Jurij Zupanc
- 140 Naše nebo
Vesoljski teleskop Jamesa Webba in zgodnje galaksije
Mirko Kokole

Contents

Editorial

Tomaž Sajovic

Zoology

Baikal amphipods outshine coral fish

Boris Sket, Zhongge Hou

Times like the recent pandemic are a perfect opportunity for us to look inside ourselves or take a walk down the memory lane. There's bound to be something we have left out of sight, like a bundle of love letters that we have forgotten receiving. Of course I don't forget letters, but I was lucky enough to be rewarded with a bundle of nature photos. Photos of sideswimmers, amphipods. Sometimes they can be as species rich as their more popular animal peers, coral fish. My photos were from Lake Baikal.

I had been dreaming about going there for a long time, to check out the unique fauna I had known from books. And to find interstitial fauna, i.e. animals that move between boulders and sand particles, which would be a novelty in Lake Baikal. Finally I set off, long before the outburst of the latest plague.

The article focuses on amphipods, but certain other groups and Baikal itself are just as diverse. The endemic fish species, for instance, big and small. But let's not forget: these diverse Baikal amphipods have a common ancestor. Two, to be precise, but they are quite closely related. Then there's the third, *Gammarus lacustris*, the loafer that the endemic species pushed to the margins of the lake. Some zoologists attribute affiliation to the Gammaridae family to this species only, whereas others believe that all Baikal species belong to this family. Well, the authors of this article claim that by using molecular means we have proven the latter claim to be correct.

Zoology and ecology

Desert elephants and other beautiful creatures of the Namib

Marina Dermastia

During our journeys to Namibia we heard a lot about desert elephants. They are said to be so dangerous that the Himba people prefer to live surrounded by sand whirled up by the wind than by the greenery that lines dried up river beds. People report them storming their settlements from out of nowhere, knocking down everything that's in their way, including houses, waterworks, and electrical installations. But they don't forget to add that they are intelligent, tacit, and sentient masters of the oldest desert on our planet – the Namib. On this year's journey to Namibia we had a straightforward goal – we would no longer rely on a meagre chance of meeting desert elephants and make do with their fresh excrements that they left behind the previous day or even just a few hours before our arrival. Instead, we were on our way to the Ugab river basin to find them with the help of the local guide and see for ourselves what these mighty animals are all about.

Historic records and archaeological evidence testify that Namibia's desert elephants once lived in a sand desert, on rocky mountains and gravelly plains of some 115,000 square kilometres large area extending from the Kunene River in the northwest at the border with Angola to the Kuiseb River in central Namibia. Around 3,000 elephants still lived there at the beginning of the 20th century, but overhunting, wartime poaching and ongoing conflicts between elephants and the local people have reduced their range to five subpopulations along the Hoarusib, Hoanib, Uniab, Huab and Ugab rivers. Today, there are about 150 desert elephants remaining in this region.

Zoology

Lesser known crustaceans of Slovenia

Anton Brancelj

The reason behind this article is the find of a new species in the fauna of Slovenia from the group of fairy shrimps (order Anostraca) as well as a new location of another species. This taxonomic group is widely distributed in numerous inland waters from the Arctic to the Antarctic, from tropical regions to deserts, where they inhabit snow-melt water pools at the edges of glaciers as well as very briny desert ponds. At least six species have been reported in Slovenia so far, of which only two (perhaps three) occur on two locations. The data on fairy shrimps has been obtained by chance when data on other animal groups was collected. A more focused sampling of various temporary and permanent water bodies without fish would (will) probably give a slightly different picture on the presence of this less known group of crustaceans in Slovenia.

Medicine and biology

Vomer nasal organ. A long way to go before we can understand chemical communication in humans.

Mateja Rakuša

Since its discovery, studies conducted with direct microscopic and endoscopic examinations, computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) have shown the vomer nasal organ to be present in around one third of population unilaterally and predominantly on the left side. Increased incidence was reported for newborn babies and children. On the other hand, some studies claim that the vomer nasal organ is present in two thirds of young people on both sides of the nasal septum. Using an evoked electrical potential in the nasal mucosa they demonstrated a definite receptor function of the vomer nasal organ. This function diminishes in adults due to the loss of function during development, possibly also because of damage to the nasal mucosa as a result of an inflammation. In adults, the rudimentary organ remains embedded at the base of the lateral cartilage of the nasal septum and at apex of the vomer (bone in the lower part of the nasal septum) as an extended tubular sac. It is important because of the pheromones, which transmit messages triggered by emotional reactions. Even more impor-

tantly, the vomeronasal organ and/or vomeronasal duct is becoming increasingly interesting in our understanding of its role in disease processes.

Genetics and zoology

Vertebrate sex determination

Tajda Gredar

Sex is the basic biological information about any animal, so it would be assumed that the mechanisms underlying the development of either sex have been preserved. However, this is not the case. Already in vertebrates, sex determination mechanisms are very diverse and involve various genes. Researchers have found that sex chromosomes are not limited to X and Y, like in humans. Variation is especially high in amphibians, including the salamander. Researchers have been trying to find ways to identify the sex in individuals of this species. They have developed a non-destructive approach to identify females, which involves detection of the sex-specific protein vitellogenin.

Botany

The search for the curvy sedge (*Carex curvula*) under the peak of Vrh Križa in the Julian Alps, or If not sooner than later

Igor Dakskobler

It was 56 years after Tone Wraber's first find that I took a new inventory of the vegetation on a patch (which I call Wraber's patch) under the Vrh Križa height point (2403 m) to the east of the upper fringe of the Kriška Stena rockface, a site of the curvy sedge (*Carex curvula*), a rare species in the Slovenian Julian Alps. Certain differences in the community's species composition and coverage of the Alpine sedge are associated with climate change of the last decades, higher temperatures, reduced rainfall, and shorter snow cover duration. To the east of the Vrh Križa point (mountaineers have recently adopted the name Gubno for this height point) I found another patch (which I call the Eastern patch), where the curvy sedge grows at around 2350 m above the sea level and which is currently its highest locality in Slovenia.

Palaeolithic archaeology

Work of nature, Not Man – Palaeolithic wooden point from the Ljubljana River

Pavel Jamnik

In 2008, an unusual object made of yew (*Taxus baccata*) wood was discovered in the river bed of the Ljubljana river near Vrhnika. The finders identified the object as a Palaeolithic wooden point. In the paper, we analyse all five sets of arguments with which the authors try to justify their claims. None of their claims about wood type, symmetry, deliberate reshaping of the object, fire curing, and radiometric dating prove any human (anthropogenic) intervention on the wooden object, or that the wood was used in any way by Palaeolithic man. With our comparison and examples with tree knots of conifers, in our case with

a red pine knot, we want to show that all the properties that the advocates of the Palaeolithic tip cite as a deliberate anthropogenic transformation of yew wood and as properties that cannot naturally occur on the wood are a completely normal natural form. We prove this by comparing tree knots with one another and by describing the circumstances in which only different preserved knots remain visible after the decomposition of the tree trunk. We conclude that the wooden object, which is attributed to anthropogenic transformation and even uses during the Palaeolithic (Late Pleistocene), could only be a naturally charred and deformed remnant of a tussock tree knot.

From the history of palaeontology in Slovenia

Matija Vertovec, fossil collector and promoter of palaeontology

In memory of fossil collector and bibliophile Stanislav Bačar from Ajdovščina

Matija Križnar

Matija Vertovec (1784-1851) was a versatile creator and researcher. Throughout his life he was connected with the Vipava Valley, although he travelled to some parts of Europe. As a priest, he worked mainly in present-day Podnanos. He wrote a series of books on viticulture, the use of chemistry in agriculture, and a series of other texts on his professional and popular science work. Our paper presents Vertovec as a fossil collector and promoter of palaeontology and geology. He started promoting his geological knowledge in 1821 and continued exploring the field until his death. He collected various fossils for the Provincial Museum of Carniola, from Cretaceous rudist bivalves to Eocene sea urchins. His most famous work is a text about fossils, focusing on the formation of fossils and the presentation of different fossil vertebrates. Matija Vertovec remains one of the greatest popular (natural history) writers of the first half of the 19th century, which includes his work in the field of palaeontology and geology.

Paleontology

New Lower Permian chondrichthyan remains (genus *Petalodus*) from the Karavanke Mountains

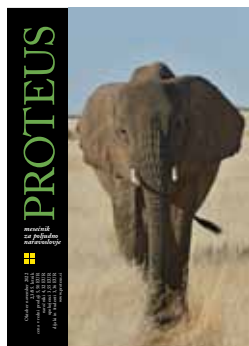
Matija Križnar, Jurij Zupanc

In a short paleontological paper we present new finds of chondrichthyan tooth remains. To the east of Dovje we discovered the roots of two teeth of the genus *Petalodus* assigned to species *Petalodus ohioensis* from Lower Permian beds. This is the first confirmed discovery of this species in the Lower Permian strata in this part of the Alps.

Our sky

James Webb space telescope and early galaxies

Mirko Kokole



Naslovnica: *Pušavski slon v Namibiji.*

Foto: *Marina Dermastia, Tom Turk.*

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:

Sebastjan Kovač

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 Draskovič Pelc

<http://www.proteus.si>

priradoslovno.drustvo@gmail.com

© Priradoslovno društvo Slovenije, 2022.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja 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: 1.600 izvodov.

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

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,50 EUR, za naročnike 4,32 EUR, za upokojence 3,55 EUR, za dijake in študente 3,36 EUR.

Celoletna naročnina je 43,20 EUR, za upokojence 35,50 EUR, za študente 33,60 EUR. 5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

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

Vsi objavljeni prispevki so recenzirani.

Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805

Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147

Uvodnik

Razmišljanje o družbeni in človeški osvoboditvi

Neizbežna usoda vsega na tem svetu je zgodovinskost – vse vedno biva le »tu in zdaj«. Tako je tudi človekova usoda. Ki pa je za človeka težko, pogosto pretežno breme ...

Pomislimo na primer na manipulacije z narodnoosvobodilnim bojem in z njim neločljivo povezano socialistično revolucijo med drugo svetovno vojno pri nas. Boj proti fašizmu je bil tudi boj proti domačemu fašizmu – ali če navedemo šesto geslo Osvobodilne fronte: »Brez boja proti lastni izdajalski kapitalistični gospodi se zatirani narod ne more osvoboditi.«

Vse te trditve zahtevajo izčrpnjšo pojasnitev. Najbolj celovita se mi zdi tista, ki jo je zapisal sociolog, literarni teoretik in politični aktivist Rastko Močnik (1944-) v prispevku *Prelomne umetnostne prakse*, ki ga je objavil v svoji knjigi *Veselje v gledanju* (2007): »V slovenskem narodnoosvobodilnem boju – kakor tudi v vseh bojih za osvoboditev narodov v 20. stoletju – je bilo narod mogoče osvoboditi, le če so podri

celotno strukturo ne-svobode človeka, strukturo zatiranja narodov, to se pravi, podreti so morali kapitalistično družbo. Zato je narodnoosvobodilni boj mogoč le kot protifašistični boj – saj sta bila fašizem in nacizem takrat prav najbolj razvita oblika kapitalističnega barbarstva. Preprosto rečeno: narodnoosvobodilnega boja ni mogoče ločiti od socialistične revolucije. To pomeni, da »narod«, ki sebe osvobaja v protifašističnem boju, revolucionira novoveški, moderni, to je, kapitalistični družbeni ustroj, značilno moderno členitev družbe na »relativno avtonomne« družbene sfere (ekonomijo, politiko in kulturo) – zato ker je ta ureditev struktura izkoriščanja, zatiranja, ne-svobode človeka in torej tudi ne-svobode narodov.«

Problematičnost kapitalističnega pojava »avtonomnosti« družbenih področij nam bo postala jasnejša, če podrobneje pogledamo, kako se ta pojav kaže v kulturi in umetnosti. Novoveška estetska razsežnost je, pravi Močnik, bistveno povezana s tem, da se umetnostne stvaritve *iztrgajo* iz konkretnega družbenega in zgodovinskega konteksta.

vinskega konteksta, v katerem niso zgolj nastali, temveč so imeli v njem čisto natančno vlogo. »Ob estetski mogočnosti Giottovih fresk se zdi zgolj anekdotične vrednosti podatek, da so kapelo [degli Scrovegni v Padovi] postavili za pokoro in v simbolično oddolžitev za grehe družine poklicnih oderuhov.« Močnik je svojo trditev še zaostрил: »Za vzpostavitev estetske razsežnosti, v kateri danes gledamo Giotto, je odločilno, da so konkretne zgodovinske okoliščine, praktične predpostavke, družbeni vzroki za produkcijo artefaktov in njeni sočasni učinki ponižani v [zgolj] pritlehno anekdotično kurioznost [nenavadnost, zanimivost],« - drugače povedano, *ponižani v nekaj bolj ali manj nepomembnega*. Novoveška umetniška stvaritev je torej lahko umetniška le v »pozabi« konkretnih zgodovinskih okoliščin, v katerih je nastala. Umetniške stvaritve od renesanse dalje tako živijo »zunaj časa in prostora«, so – pravimo – »brezčasne«.

Na vprašanje, katere konkretne zgodovinske okoliščine »pozablja« novoveška umetnost, je Močnik v najinem dopisovanju odgovoril takole: »Kultura in umetnost sta ‚osvobojeni‘ pogovje svoje proizvodnje. To ima konkreten vzrok: umetnost, kakor jo razumemo danes, je nastala z renesanso – takrat pa je bila umetnostna proizvodnja odvisna od naročil posvetnih in cerkvenih veljakov in institucij (papeška cerkev, florentinska republika in tako naprej). *Imenitniki so ‚darovali‘ špitale, sirotišnice, cerkve, javne stavbe ‚ljudestvu‘ – in si s tem pridobivali ugled in avtoriteto, hkrati pa so prikriili izvor bogastva, ki je te darove omogočalo. Začelo se je s tem, da so se oderuhi (tipa Medičejci) odkupovali za svoje grehe (obresti je cerkev prepovedovala) z darili cerkvi (na primer samostan San Marco v Firencah je darilo Cosima Medičeškega; ali Capella degli Scrovegni v Padovi – Giottove freske [1305]). [...] Proti temu je naperjen Benjaminov izrek: ‚Vsak kulturni spomenik je tudi spomenik barbarstva.‘ (Bralkam in bralcem v vednost: Walter Benjamin (1892-1940) je bil nemški judovski filozof, kulturni kritik in esejist.) Novo nastajajoči kapitalisti v renesansi so se za svoje oderuštvo lahko odkupovali z »naložbami« v umetniške stvaritve le zato, ker se je umetnost že »osamosvojila, avtonimizirala« od svojih »pritlehnih« zgodovinskih spon in kot taka začela uživati »svoje do božanstva*

povzdignjeno poslanstvo pri napredovanju človeštva k popolnosti«. V naslednjih stoletjih je tako razumljena umetnost – kot je v knjigi *Umetnost in njen čas* (2003, slovenski prevod 2013) zapisal ameriški filozof Paul Mattick mlajši (-1944) – omogočala svojevrstno spravo, utelešala je kapitalistično pridobitništvo, hkrati pa ga je »zanikala«: slike (in umetniške stvaritve nasploh) so bile za kapitaliste dobra naložba, hkrati pa so dokazovale, da so kapitalisti sposobni tudi globljega duhovnega življenja. Da gre pri tem za veliko sprenevedanja in licemerstva, kaže človekoljubna dejavnost Billa Gatesa, soustanovitelja Microsofta in enega od najbogatejših zemljanov ...

Vso »protislovnost« novoveške, kapitalistične avtonomne oblike umetnosti kaže usoda abstraktnega ekspresionizma, sloga v slikarstvu, ki se je pojavil v New Yorku v štiridesetih letih dvajsetega stoletja (najbolj znani predstavnik je bil ameriški slikar Jackson Pollock, 1912-1956, svoje abstrakcije je slikal spontano s tekočimi barvami, njegov način ustvarjanja so zato imenovali akcijsko slikarstvo). Usoda nove ameriške umetnosti je popisana v članku Eve Cockcroft *Abstraktni ekspresionizem, orožje hladne vojne*, objavljenem leta 1974 v mednarodni, sodobni umetnosti namenjeni reviji *Artforum*. Umetnostno poslanstvo abstraktnih ekspresionistov je bila radikalna svoboda, očiščena kakršne koli politike: »Umetnik ne želi drugačnega sveta, umetnik želi, da je njegovo platno svet.« Pri tem so spregledali, da kapitalizem »potrebuje« prav tako umetnost – od ostalega sveta zaprto v slonokoščeni stolp. Eva Cockcroft je sijajno zaključila svoj prispevek: »Umetniki ustvarjajo svobodno. Toda njihovo delo oglašujejo in v svoje namene uporabljajo drugi.« CIA, Rockefellerji in MOMA (Muzej moderne umetnosti v New Yorku) so v petdesetih in šestdesetih letih 20. stoletja z razstavami po svetu »abstraktni ekspresionizem, simbol politične svobode«, zavestno uporabljali za politične cilje.« Umetnike je, paradokсно, pokopala prav njihova nepolitičnost. Postali so orožje hladne vojne med »svobodnim« kapitalističnim zahodom in »nesvobodnim« komunističnim vzhodom. Past kapitalistične avtonomne umetnosti, ki je slepa za svojo vpetost v družbo in zgodovino, se je zaprla ...

Marsikdo pa je past avtonomne umetnosti želel streti. O najbolj radikalnih, ruskih avantgardistih tokrat ne bom pisal, želim navesti le misel znamenitega mehiškega slikarja Diega Rivere (1886-1957), sicer tudi marksista in revolucionarja, iz njegovega leta 1932 objavljenega besedila *Revolucionarni duh v moderni umetnosti*: »Vsi slikarji so bili propagandisti ali pa pravzaprav niso bili slikarji. Giotto je bil propagandist duha krščanskega usmiljenja, orodja frančiškanskih menihov, ki so se takrat upirali fevdalnemu zatiranju. Bruegel [Pieter Breugel starejši, nizozemski renesančni slikar] je bil propagandist boja holandskih malomeščanskih obrtnikov proti fevdalnemu zatiranju. Vsak umetnik, ki je naredil kaj vrednega, je bil tak propagandist. Znana obtožba, da propaganda uničuje umetnost, izhaja iz buržoaznih predsodkov. Seveda je jasno, da si buržoazija ne želi umetnosti, ki bi lahko služila revoluciji.« Zato je v kapitalizmu umetnost v muzejih (ruski avantgardisti, ki so zavračali kapitalistično avtonomno obliko umetnosti, so zato muzeje želeli porušiti) ...

Misel Diega Rivere nas pelje naravnost k partizanski umetnosti. Na začetku uvodnika smo zapisali, da so v slovenskem narodnoosvobodilnem boju narod lahko osvobodili le, če so podrli celotno strukturo zatiranja narodov, to se pravi, podreti so morali kapitalistično družbo. To pa je pomenilo, da so morali zavreči tudi kapitalistično razumevanje umetnosti, ki je bilo slepo za njeno vpetost v družbo. Partizanska umetnost ni hotela ždeti v slonokoščinem stolpu, želela je ustvarjati »prvine družbenosti, v kateri fašizem [kot najbolj surova oblika kapitalizma] ne bo več mogoč«. Boj za nacionalno, družbeno in človeško osvoboditev je bil torej boj za *novi svet* in ta boj je prežemal vso partizansko umetnost, brati je treba le knjigo pesnika, pisatelja in umetnostnega zgodovinarja Miklavža Komelja (1973-) *Kako misliti partizansko umetnost?*.

Ker je bilo to razmišljanje potrebno in zato daljše, moramo bralke in bralce spomniti, da želimo pisati o manipulacijah z narodnoosvobodilnim bojem in z njim neločljivo povezano socialistično revolucijo med drugo svetovno vojno pri nas. Rastko Močnik ter sociologinja in kulturna zgodovinarica Maja Breznik (1967-) o

teh manipulacijah pišeta v svoji študiji z naslovom *Socializem med ljudskim spominjanjem in organizirano pozabo*, objavljeni v knjigi *Totalitarizem*, ki jo je napisal italijanski zgodovinar Enzo Traverso (1957-) (v izvirniku je izšla leta 2015, v slovenskem prevodu pa leta 2020): »Centristični‘ oziroma ‚liberalni‘ politični pol si prizadeva boju proti okupatorju odvzeti socialistično naravo in ga navezati na osamosvojitve leta 1991, desni politični pol pa enači narodnoosvobodilni boj s ‚komunistično‘ revolucijo in ga navezuje na zunajsodne eksekucije kolaborantov leta 1945.« Simptomatično je, da velik del političnega razreda spregleduje ali pa zanikuje socialistično naravo boja proti okupatorju – z drugimi besedami, spregleduje in zanikuje, da je bil boj proti okupatorju hkrati tudi boj za družbeno in človeško osvoboditev. Medtem pa raziskava *Slovensko javno mnenje* (že od leta 1986 jo opravljajo raziskovalci Fakultete za družbene vede) ugotavlja, da se med prebivalkami in prebivalci Slovenije krepi pozitivno vrednotenje socializma (leta 1993 ga je pozitivno ocenjevalo 18 odstotkov vprašanih, leta 2013 pa že 41 odstotkov), slabi pa pozitivno vrednotenje kapitalizma (leta 1993 ga je pozitivno ocenjevalo 21 odstotkov vprašanih, leta 2013 pa le še 10 odstotkov, negativno pa kar 44 odstotkov). Med političnim razredom ter prebivalkami in prebivalci Slovenije očitno obstaja temeljno nasprotje, ki ga obe strani »maskirata«, in to vsaka na svoj način. Medtem ko politični razred spregleduje ali zanikuje, da je bil narodnoosvobodilni boj proti okupatorju tudi boj za družbeno in človeško osvoboditev (kar je jedro socializma), v svojem delovanju nikoli ne more (ne sme) javno priznati, da je »proti« družbeni in človeški osvoboditvi, prebivalke in prebivalci hrepenijo po družbeni in človeški osvoboditvi (pozitivno vrednotenje socializma se v omenjeni raziskavi krepi), v njuno uresničitev pa resignirano ne verjamejo (več) prav veliko. Posledica sta »blokirano« politično življenje in apatija med ljudmi ...

V tem uvodniku mi je zmanjkalo prostora, zato bom z razmišljanjem nadaljeval prihodnjič ... Pa vendar še to: če ljudje nočejo razumeti svoje preteklosti, bodo izgubili svojo prihodnost ...

Tomaž Sajovic

Bajkalske postranice zasenčijo koralne ribice

Boris Sket, Zhonge Hou

Taka obdobja, kot je bila na primer epidemija, so kot nalašč, da se obrnemo vase ali se drugače lotimo spominov. Pa tam nekje naletimo na primer na pozabljena ljubezenska pisma. Jaz pisem seveda ne pozabljam, sem pa bil poplačan s šopom slik iz narave. Slik postranic, amfipodov. Ki včasih ne zaostajajo v pestrosti za bolj priljubljenimi koralnimi ribicami. Slike so bile z Bajkalskega jezera.

Dolgo sem si želel iti na Bajkal, ogledat si njegovo edinstveno favno, kot sem jo že poznal iz knjig. Pa najti v njem intersticialno favno, torej živali iz prostorčkov med prodniki in v pesku, ki bi bila za Bajkal nekaj novega. In sem končno šel. Seveda še dosti pred današnjo kugo.

Preden vas spustim na jezero, poglejmo vegetacijo Pribajkalja. Flora je sicer podobna



Okrasni obroči okrog jezera. To je domovanje modrikaste postranice in nebivališče bogate objezerske intersticialne favne.

Foto: Boris Sket.

naši, a le podobna. Povejmo najprej, da velike površine severne Azije pokriva tajga, pravzaprav sibirski *keďr* (*Pinus sibirica*), ki ga nekateri enačijo z alpskim cembrinom (*P. cembra*). Tam so tudi jelke in smreke, vendar druge kot pri nas. So koprive, a druge. Tam bomo jeseni v gozdu naleteli na skupine Sibirjakov, ki otrešajo drevesa in nabirajo kedrova semena. Svoje čase so bile v Sibiriji, kjer so semena predelovali – tja do nekakšnega jogurta, prave tovarne. Semena so nekoliko manj okusna od sredozemskih pinjol, a precej nežnejša, lažja za obdelavo. Zelo opazna sirska drevesa so seveda tudi breze, a brezovi gozdovi so navadno umaknjeni v dragah, v *pad'ih*.

V podrasti je pa kar nekaj »okrasnih grmovnic«, ki jih vsi poznamo iz naših parkov. Ena od takih je grmičasti petoprstnik (*Dasiphora fruticosa*), ki smo ga še do nedav-



na poznali kot *Potentilla fruticosa*, rumeno cvetoči grmiček. Zelo priljubljen je v naših parkih, nasajen tudi okoli Biološkega središča. A to je le primer.

Imel sem nekaj malega opraviti v prestolnem Irkutsku, kjer so mi na limnološkem inštitutu kot strokovno vodičko pridružili biologinjo Irino Vejnberg. Koristna sodelavka, zelo sva se razumela. Že pred menoj je vzorčila intersticialno vodo in bila pri tem podobno (ne)uspešna kot pozneje jaz sam. Zna tudi skuhati subendemni boršč. Potem pa sem se naselil v zaselku Большая Коты (*Bol'shie Koty* – skušajte si to prevesti). Poleti je kraj dostopen z velikimi hidroglicerji, pozimi pa s kamioni.

To prelestno jezero je primerljivo, če ne kar podobno, našemu Jadranu, zato mu pogledimo nekaj mer. Bajkal meri sicer približno pol manj v dolžino (636 kilometrov) ali v širino (79 kilometrov). Po globini sta si pa kar kos, Bajkal s svojimi 1.743 metrov celo malce prednjači. A je do maja zamrznjen.

Reliefa Jadrana in Bajkala sta podobno razgibana, oba sežeta tudi približno poldrugi tisoč metrov pod površje. Ja. Bajkal celo malo globlje, 1.743 metrov globoko. Če se

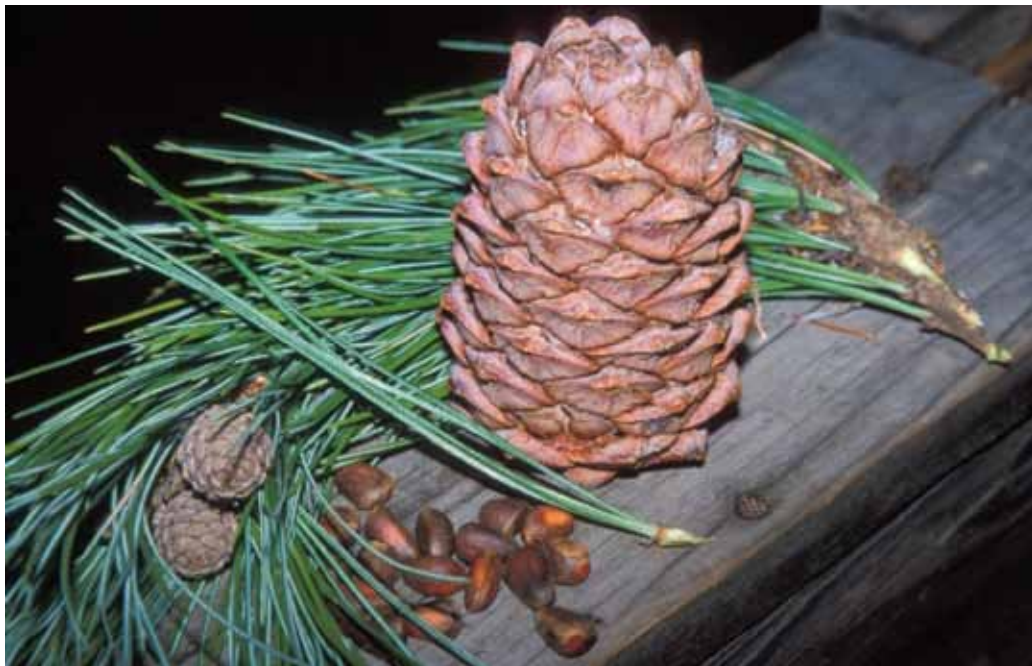
Irina Veinberg vzorči intersticialno favno (torej preceja talno vodo).

Foto: Boris Sket.



Sirske jablane so skromne in skope, a jabolčka, renetki, so kar okusna.

Pa sem se komaj drznil poskusiti to razkošje. Foto: Boris Sket.



Nadomestek sadja na severu – storž sibirskega bora, kedra. Narava se je človeku oddolžila. Foto: Boris Sket.



še malo zadržimo pri večjih merah, lahko povemo, da v Jadran občasno zatava še kak tjulenj, sredozemska medvedjica (*Monachus monachus*), Bajkal pa ima dokaj bogato stalno populacijo endemnega tjulnja, nerpe (*Pusa sibirica*).

Bajkal je bogat z ribami. Kar petdeset vrst ga poseljuje. Polovica bolj zanimivih in manj koristnih, polovica pa zelo gospodarsko pomembnih. Slednje so večinoma iz širšega sorodstva postrvi - lososov, prve pa iz širšega sorodstva naših kapljev, kapeljnov. Pojavljajo pa se tudi jesetri in še kaj. Nekatere vrste ozimic in lipanov so znotraj Bajkala izoblikovale ločene rase.

Golomjanka (Comephorus sp.) iz širšega sorodstva naših kapljev, kapeljnov. Komaj koristna, a zelo zanimiva endemična riba iz endemične družine. Foto: Wikipedia.



Eulimnogammarus cyaneus, menda najbolj pusta bajkalska postranica. Poseljuje obsežna, pusta, a lepa prodišča okrog jezera. Po postavi so mu videti skoraj enako vse stotnije evrazijskih, palearktičnih vrst, razlikujejo se po namestitvi in številu ščetin in trncev.
Foto: Boris Sket.

Torej, od manj koristnih rib so najbolj zanimive golomjanke (vrste *Comephorus*). Okoli decimeter dolge, dolgoplavutne, skoraj planktonske. Comephoridae so endemna družina zase. Lebdenje jim olajšuje visoka vsebnost maščob. Maščobe zna biti kar štirideset odstotkov telesne mase. So pomembne v hrani tjulnja nerpe.

Pomembna skupina so tudi polži, pa ploskavci vrtničarji (*Tricladida*), ki jih je v Bajkalu več deset vrst. So zelo pisani in dokaj veliki. Vrtinčarji iz naših potokov so večinoma dolgi poldrugi centimeter, največji bajkalski pa kar trideset centimetrov.

Nas pa so takrat posebej zanimale postranice. Te so obsežna skupina višjih rakov, rakcev. Živijo v morju in sladkih vodah, pa celo na kopnem. So večinoma bočno rahlo stisnjeni, sicer pa usločeni in merijo večinoma kak poldrugi centimeter. Mestoma se prav nakopičijo. So raznovrstnih, a večinoma nekričečih barv. Sladke, celinske vode posedata predvsem dve skupini. Vse to je v Bajkalu drugače.

Skoraj vso Evropo, do Srednje Azije, so poselile slepe postranice. Naj vas niti ime niti zgradba ne zavedeta. Kak ducat vrst živi v površinskih vodah, a so tudi te brez opaznih oči. Povsem brez oči so seveda podzemelske vrste, ki jih je nekaj sto. Tudi v Sloveniji

je par površinskih, pa več deset podzemeljskih, jamskih in intersticialnih vrst. Danes vse združujemo v družino Niphargidae in v edini rod *Niphargus*. S slepimi postranicami se tukaj ne bomo ukvarjali. Je pa to eden morfološko najbolj pestrih živalskih rodov v sladkih vodah. Niphargid nismo in niso našli v Bajkalu. Za gotovo jih tam ni, sploh ne spadajo v to biogeografsko območje. Je pa kar nekaj vrst gamarid z zelo drobnimi očmi, nekatere so verjetno celo brez njih.

Druga skupina, spet filogenetsko zelo enotna, so družina Gammaridae. Te so večinoma površinske, le posamezne vrste so jamske in tudi brezoke, intersticialnih je komaj kaj. Seveda še daleč niso vse bajkalske postranice molekulsko analizirane, a nič ne kaže, da bi bili med njimi tudi negamaridi. Skupina živi sicer tudi v morju, v sladkih vodah pa le v holarktičnem območju in je še tukaj precej omejena. Severno Ameriko poseljuje agregat *Gammarus lacustris*, druge vrste so v Ameriki skoraj le vzdolž morskih obal. Ta agregat je doma tudi po drugih »čudnih« območjih. V resnici presega siceršnje območje rodu in družine. Nedavno smo ugotovili, da je zelo domač v Osrednji Aziji, kjer drugih vrst skoraj ni. Poseljuje tudi visokoalpska jezera, pa druga območja in življenjske prostore, kjer ni drugih postranic.

Razširjenost te vrste in njene skupine (agregata) smo si kar prepričljivo razložili z ekologijo in etologijo. *Gammarus lacustris* je ena od najbolj evriških vrst. Kot kaže, pa se lahko tudi véde kot nobena druga. *Gammarus lacustris* se pusti spreletavati v ptičjem perju, česar niso ugotovili pri nobeni drugi vrsti. To je eksperimentalno ugotovil severnjaški zoolog Sven Gustaf Segerstråle že leta 1954 in ga še nihče ni demantiral. Seveda lahko samo špekuliramo, da so in so bile tega zmožne tudi druge, izvorne vrste istega agregata. Res le špekuliramo, a to se lepo ujema z njihovo razširjenostjo. Torej nam domnevno razlaga biogeografijo. Pri nas smo našli *Gammarus lacustris* le v Blejskem jezeru.

Večji del Evrope, tudi Slovenijo, poseljuje *Gammarus* cf. *fossarum*. Skoraj v vsakem izviru ga bomo našli. Tisti »cf.« zato, ker je pravzaprav le ena od vrst, podobnih imenovani, ki še niso taksonomsko obdelane. Nekoliko bolj južnoevropski, a še daleč v Azijo segajoči je ekološko podoben agregat *Gammarus balcanicus*. Te postranice in kar še nekaj drugih najdemo predvsem v izvirih, precej poredko v stoječih vodah. Vsega obsega rod *Gammarus* še neznanu število vrst. Nekaj vrst rodu *Gammarus* je somornih, živijo po sredozemskih, tudi jadranskih, pa ob atlantskih obalah. Čisto nekaj drugega pa so gamaridi jezera Байгал нуур, Baigal nuur (burjatsko in mongolsko), ki smo ga ponižno preimenovali v rusko Озеро Байкал - Ozero Bajkal, ga ponašili v Bajkalsko jezero in poenostavili v mednarodno sprejemljivejši, preprosti Bajkal. Približno v času, ko so Evropejci začeli segati po ozemljih bolj obarvanih ljudi (na primer »rdečkožcev«) v Ameriki, ko so »belci« še mislili, da je ves svet od Boga dan prav njim, so tudi Rusi začeli osvajati Sibirijo. In tako se je nekje v tisočestotih začela nova stopnja evrazijskega imperializma, ki se najbrž ni začel z Rimskim cesarstvom (oprostite, v zgodovini nisem močan) in se vsekakor ne končuje z britanskim »commonwealthom«.

Tako se je Bajkal znašel v Rusiji. Burjatijo so Rusi pač preprosto »posvojili«. Vaba je bila v obeh primerih – zlato. V Sibiriji pa k temu še kožuhi. Kožuharji še danes prežijo z dreves in mestoma naletimo tudi na opuščene rudnike zlata.

Dno Bajkala še dodatno razgibajo pravi gozdíči blizu meter visokih in za prst debelih spužev (na primer *Lubomirskia baicalensis*) ter zelenih od simbiotskih alg in uši polnih simbiotskih postranic. Najbolj nenavadna od teh je postranica, ki ji bomo rekli kar spužvina uš. Zelo čedna uš je to. Trebušno sploščena in dokaj pisana *Dorogostaiskia parasitica* (bolj znana kot *Spinacanthus parasiticus*, pa še kakšno neveljavno ime ji najdemo), ki ima po hrbtu pravilno razporejene odsevnike modre in oranžne barve. Mislim, da je to ena od bolj nenavadno obarvanih živali.

Seveda se najdejo tudi na bregovih Bajkala postranice iz skupine *Gammarus lacustris* in še kakšni drugi gamaridi, a so jih čisto odrinile vrste dveh posebnih skupin. Te skupini sestavljajo same endemne vrste, ki v veliki meri niso prav nič podobne drugim sladkovodnim gamaridom. Molekulske analize kažejo, da so Bajkal poselili gamaridi vsaj dvakrat. V jezeru so se tako ostro diferencirali, da jih po nedavnih seznamih V. V. Tahteeva (2000) naštejemo približno 235 vrst. Do leta 2015 se je pa samo v malem zalivu Bol'shie Koty nabralo približno 85 vrst. Vrste so si tako različne, da so jim morali zoologi poimenovati približno petdeset samostojnih rodov in so jim navdušenci (»spliterji«) poimenovali celo okoli pet samostojnih družin. Razširjenemu rodu *Gammarus* naj bi od vseh teh vrst pripadal samo *Gammarus lacustris*.

Oglejmo si za primerjavo še našo sosesčino. Ne prezrimo »našega« Ohrida, iz katerega je Gordan Karaman doslej opisal ali naštel deset vrst, kar je veliko za evropsko jezero, čeprav daleč za Bajkalom. Od skromnih deset vrst jih je pet opisal vrstnik avtorjev Gordan Karaman, dve že njegov oče Stanko



Dorogostaiskia parasitica, spužvina uš, z modrikastimi in oranžnimi odsevniki na hrbtu. Na spužvi se naberejo v gostih »gnezdih« in jo po malem zajedajo. Foto: Boris Sket.

Karaman. In samo ena med njimi ni endemna. »Naše« Oхридско езеро, *Liqeni i Ohrit*, po naše Ohridsko jezero, je po številu vrst postranic drugo jezero na svetu (na svetu!).

Niphargus obridanus spada celo v družino slepih postranic, *Synurella longidactylus* pa še drugam ... Sistem ima v zoologiji seveda praktični pomen. In medtem ko v praksi zlahka shajamo brez zgoraj omenjenih družin in se zadovoljimo z rodovi in s »skupinami vrst« (agregati), pa tisto ostalo pestrost vrst, ki se kosa s pestrostjo morskih gamaridov, nujno nekako razporedimo v kar nekaj rodov z obveznimi rodovnimi imeni. Molekulska analiza



je pokazala, da je ugotovljenih petdeset rodov skoraj skupnega izvora. To je ugotovila Zhonghe Hou, kitajska raziskovalka, s katero sva uredila rodoslovje družine Gammaridae. Številni tukajšnji rodovi ne zajemajo »vseh

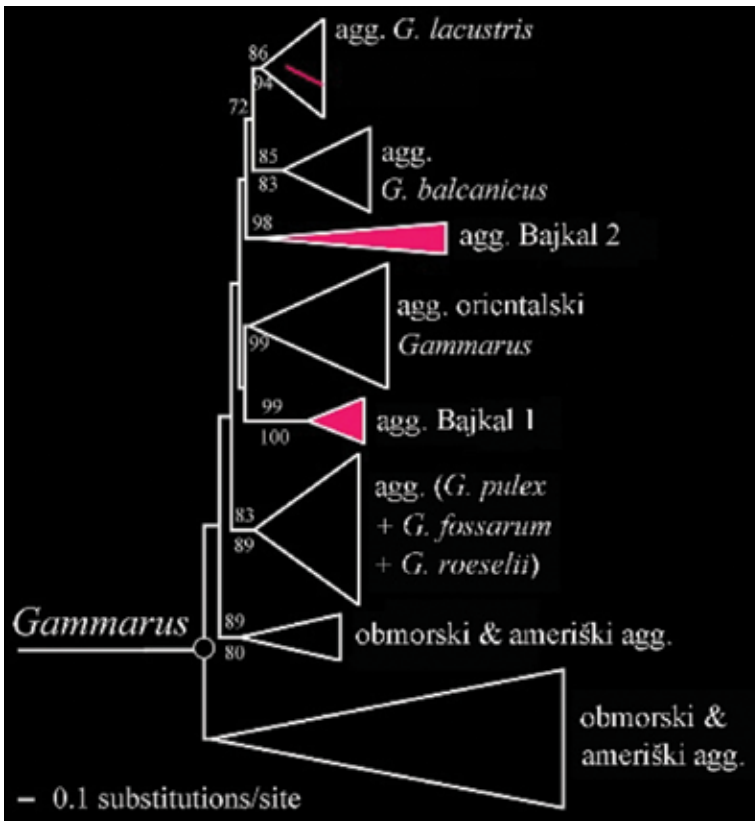
potomcev skupnega prednika«, zato kladisti pravijo, da so parafiletski. Parafiletskim taksonom se načeloma izogibamo, nekateri sistematiki jih sploh ne dopuščajo, a pri bajkalskih postranicah ne moremo brez njih. So oblikovno prepoznavni. Vsak rod vsebuje eno do petdeset vrst.

Pa pogledjmo mimogrede, kako je sploh s sistemi in sistematiki. V nekoliko odmaknjem času smo o sorodnosti vrst, ki je osnova za filogenetski sistem, mogli sklepati le po morfološki podobnosti. Drugih sredstev pač ni bilo na voljo. Počasi so se uveljavile take in drugačne biokemijske metode in smo končno prišli tako daleč, da znamo z razmeroma cenanim postopkom prebrati kose DNA, torej genoma in genetskega zapisa. Prišli smo torej zelo blizu genetski osnovi. Danes skoraj ni več resne sistemske študije, ki ne bi upoštevala genetskih podatkov.

Seveda le, če so na voljo primerno konzervirane živali.

Pokazalo pa se je, da so rezultati genetske, molekulske analize neredko v navzkrižju s tem, kar kaže podoba, morfologija. Morfološko prilagajanje vrst seveda odseva neposredne življenjske potrebe. In tako prilagajanje lahko vodi ene vrste stran od drugih, čeprav so si sorodne. Temu rečemo divergenca. Po drugi strani pa vrste v enakem, skupnem okolju postajajo podobne, čeprav si niso sorodne, kar je evlucijska konvergenca. Svojim potrebam sledeč so se pač razvijale konvergentno. Morda najlepši primer različnosti sorodnih vrst je nenavadni bajkalski *Macrohectopus* med sorodnimi vrstami *Micruropus*.

Ena od čisto posebnih »družin« so Pachyschesiidae. Živijo zajedalsko, vsilijo se v zarodne vrečke drugih postranic in jedo



Filogram (predstavitev filogenetskih in sorodstvenih odnosov) med vrstami obsežnega rodu Gammarus in sorodnih. Rdeča črtica v zgornjem trikotniku je Gammarus lacustris, menda edina neendemna vrsta v tem jezeru. V rdečih trikotnikih so označene skupine bajkalskih endemov. Zaradi oblikovne pestrosti so vrste razporedili v približno petdeset samostojnih rodov. Številki (število vrst) ob agregatih (skupinah vrst) Bajkal 1 in Bajkal 2 veljata le za vrste, ki so bile molekulsko analizirane. Agregat »Bajkal 1« je, z izjemo ene zelo drugačne vrste, dokaj enoten, morfološko pestrost agregata »Bajkal 2« pa le skromno predstavljajo naslednje sličice. Avtorica: Zhonghe Hou.



Macrohectopus branickii, za ribiče jur, veliki in mizidiformni plankton iz skupine Bajkal 1. Edina vrsta tega videza med vsemi postranicami. A jo molekulska analiza nedvomno veže s sorodnimi vrstami.
Foto: Boris Sket.



Micruropus wohlii, drobni bentopelaški kopač iz agregata Bajkal 1. Zelo podobno so videti in se vedejo druge vrste. So večinoma doma v blatu.
Foto: Boris Sket.

njihovo zalego. Poleg tega so te vrste večinoma proterandrične – vsak osebek je samec v mladosti in samica pozneje. Vrste tistih dveh »bajkalskih skupin« smo pa bolj na silo izločili iz rodu *Gammarus*. Ker so pač oblikovno preveč različne, da bi jih lahko obdržali skupaj. Parafiletskih družin vendar ne bomo brez nuje priznali, ločevali. In seveda, nekateri rodovi so si tudi zelo podobni. Tako imenovani »horizontalni prenos DNA« ne more biti dovolj obsežen in učinkovit, da bi zagotovil tako visoko mero konvergence, kot jo ugotavljamo pri bajkalskih postranicah.

Torej vseh vrst naštejemo danes iz sladkovodnega Bajkala okoli 235, a se še kar množijo. Hočem reči, najdevalo še nove ali pa ugotavljajo vrstno samostojnost že znanih različkov. Iz Jadranskega morja (!) pa je Gordan Karaman pred nekaj leti naštel 282 vrst gamaridov, razporejenih v 132 rodov. Ena od dveh endemnih bajkalskih skupin, tukaj imenovana »Bajkal 1«, je bolj žalostnega videza, to so večinoma belkaste, čokate postrance, večinoma krajše od centimetra, ki podnevi rijejo po jezerskem blatu, vsaj nekatere pa ponoči splavajo v višje jezerske plasti in se vedejo kot ali skoraj kot plank-

tonti. Se selijo v jezeru podnevi navzdol in ponoči navzgor. Od te množice (ali pa kar od obeh stotnij vrst) je ena sama po podobi povsem drugačna, izrazito planktonska, po obliki skoraj podobna kozicam, natančneje mizidoidna. Zvečer tvori goste planktonske oblake nekaj metrov pod jezersko površino. To je *Macrohectopus branickii*, za katerega so seveda tudi ustanovili posebno družino. Makrohektopus je posebej omembe vredna žival. Kako je videti samica, kaže podoba. Meri od 30 do 38 milimetrov, samec pa je pritlikav, od 3 do 6 milimetrov. Že v Ljubljani sem se zaklel, da bom ujel in videl to svojevrstno žival. Ker nisem vedel, kako pogosta je, sem uničil sobno zaveso, da sem si dal izdelati veliko planktonsko mrežo. Uspešno, kar ni nič čudnega. Žival se ponuja z nočnimi dvigi tudi na par sto metrov globine in dnevnimi spusti na nekaj sto metrov. Poredko se zbira tudi v površinskih skupinah. In končno, to je najbolj množična bajkalska postranica, ki po oceni doseže 110.000 ton, je hrana ribicam golomjankam, tu in tam tudi tjušnjem nerpam.

Druga skupina bajkalskih vrst je čisto nekaj drugega, pestra je približno toliko, kot so

pestre vse morske postranice skupaj. Oblikovno in barvno. Od brezbarvnih do živo rdečih ali črnih, od enobarvnih do vzorčastih, od bogato rogljatih do nenavadno kroglastih. Od milimetrskih do centimetrskih velikosti. To je seveda posledica ekoloških in vedénjskih razlik, primerjano ekološki in vedénjski raznolikosti živali.

Na sliki smo že predstavili do 35 milimetrov velikega *Propachygammarus*, ki je velikan med postranicami, a ima še nekaj tekmecev v jezerskih globinah (in tudi že omenjeno v planktonu). Te imajo navadno dolge trnaste izrastke. Največja bajkalska postranica je globokovodni *Acanthogammarus grewingkii* z 90 milimetrov dolgimi samci. Skoraj decimeter! Ta pestrost je seveda posledica ekoloških in vedénjskih razlik, primerjano ekološki in vedénjski raznolikosti živali. Največje vrste so doma v globoki vodi. A tam najdemo tudi najmanjše. Drobni vrst je kar nekaj v obsežnem rodu *Micrurus* in najmanjši je *M. pusillus* z 1,5 do 2 milimetra dolgimi samci.

In tukaj se posloavimo. Oglejmo si samo še nekaj slik. S pripombo, da smo opisovali le postranice, a podobno peestre so nekatere



Propachygammarus dryshenkoi. Zlasti v globinah so številne vrste zaščitene s trnastimi izrastki. To je ena od večjih vrst. Za nestrokovnjake: glava je na levem koncu. Foto: N. Polákov, obdelal Matej Holcar.

re druge skupine ter tudi Bajkal sam. Kot nabor endemnih rib in ribic. Povejmo pa še enkrat: vse to bogastvo bajkalskih postranic ima skupnega prednika. Pravzaprav dva, a sta si dokaj blizu v sorodstvu. In tu je še tretji, tisti postopač *Gammarus lacustris*, ki so ga endemiti izrinili na obrobje jezera. Nekateri zoologi sploh le tej vrsti pripisujejo pripadnost družini Gammaridae, za druge

pa spadajo semkaj vse bajkalske vrste. No, pisca tega članka trdiva, da sva z molekulskimi sredstvi dokazala prav pravilnost slednje trditve.

Naslednje slike predstavljajo skromni izbor bajkalskih endemnih postranic.



Eulimnogammarus verrucosus, portret elegantno pisano obarvanega, gamariformnega pripadnika najobsežnejšega bajkalskega rodu. Je torej po postavi tudi podoben vsem nebajkalskim vrstam rodu.
Foto: Boris Sket.



Eulimnogammarus maacki, sorodnik prejšnjega. Foto: Boris Sket.



Eulimnogammarus cruentus nosi ime, ki ga lepo označuje. Namreč, pri živalih (in rastlinah) so znanstvena imena res le - imena. Zato je ime lahko res značilno, lahko pa celo zavajajoče. Foto: Boris Sket.

Brandtia latissima je zaščitena s ploščami in trnastimi izrastki. Foto: Boris Sket.





Gammarosphaera insularis, gamarid, ki se v nevarnosti zvije v kroglico, kar je tudi zaščita, odvisno pač od nasprotnika. Pa ne pozabimo, da so si raki in ribe lahko le nasprotniki, med njimi ni nobenega sovraštva in sovražnika.
Foto: N. Polákov.



Eucarinogammarus vagipallidus je lepo raščeni normalni gamarid, podoben stotnijam evropskib.
Foto: Boris Sket.

Puščavski sloni in druga čudovita bitja Namiba

Marina Dermastia

Fotografije: Marina Dermastia, Tom Turk



Zgodovinski podatki odkrivajo nekdanjo številčnost puščavskih slonov

Arheološke najdbe in poročila kažejo, da so puščavski sloni v Namibiji nekoč živeli v peščenih puščavi, na skalnih gorah in kamnitih planjavah približno 115.000 kvadratnih kilometrov velikega območja od reke Kunene na severozahodu na meji z Angolo do reke

Kuiseb v osrednji Namibiji. V začetku dvajsetega stoletja jih je bilo okrog 3.000. Zaradi čezmernega lova, vojne za neodvisnost in stalnih sporov s krajevnim prebivalstvom se je življenjski prostor puščavskih slonov skrčil na pet subpopulacij ob rekah Hoarusib, Hoanib, Uniab, Huab in Ugab. Danes na tem območju živi 150 puščavskih slonov.



O puščavskih slonih smo na naših potovanjih v Namibijo slišali že veliko. Tako nevarni naj bi bili, da predstavniki ljudstva Himba raje živijo sredi peska, ki ga dneve in noči vrtinči veter, kot da bi se premaknili v zelenje ob suhih rečnih strugah. Da pridrvijo v naselje od nikoder in rušijo vse pred seboj, hiše, vodovod, električne napeljave. A tudi to, da so inteligentni, mirni in čuteči gospodarji najstarejše puščave na planetu – Namiba. Ob letošnjem potovanju v Namibijo smo si zadali jasen cilj – ne bomo se več zanašali na picle možnosti naključnega srečanja s puščavskimi sloni in se zadovoljili z opazovanjem njihovih svežih iztrebkov, ki so jih pustili le dan ali nekaj ur pred našim prihodom. Namesto tega gremo v porečje reke Ugab, jih poiščemo s krajevnim vodičem in odkrijemo resnico o teh mogočnih živalih.



Danes v Namibiji živi le še približno 150 puščavskih slonov.

Vrnitev in smrt Voortrekkerja

V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je s severa Namibije območje porečja Ugab obiskal Voortrekker. Ime tega slavnega puščavskega slona v afrikanščini pomeni pionir ali vodja ali tisti, ki kaže pot. Voortrekkerja so videvali nekaj tednov, ko je raziskoval okolico, iskal morebitne nevarnosti, skrivališča, vire vode in sočno hrano. Nato je izginil. Po nekaj tednih se je vrnil, a ne sam. Na območje reke Ugab je pripeljal svojo družino približno dvajsetih slonov, ki si je nato tu ustvarila svoj dom. V sledečih letih se je družina povečala in razdelila na tri družine, od katerih vsaka obvladuje svoj del porečja Ugaba. Danes izvorno Voortrekkerjevo družino imenujejo Mama Afrika.

Od leta 2008 dalje okoljevarstveniki po svojih močeh varujejo Mamo Afriko pred divjimi lovci, pa tudi pred vladnimi dovolilnicami za njihov odstrel. Žal ne vedno uspešno. Leta 2019 je trofejni lovec ubil

prav Voortrekkerja, potem ko so slona namibijske oblasti razglasile za problematičnega uničevalca krajevne infrastrukture, kar se je kasneje pokazalo za neresnično. A za starega patriarha, ki so ga krajevni prebivalci poznali kot izjemno nežnega in mirnega slona, katerega navzočnost je pogosto umirila ostale manj izkušene člane črede, je bilo že prepozno.

Vrsta, podvrsta ali le vedenje, kako preživeti v puščavskih razmerah, ki gre iz roda v rod

Slone kot največje kopenske sesalce povezuje tudi z njihovo tesno odvisnostjo od vode. V Afriki to velja le za savanske slone, ki pijejo vodo dnevno in se radi hladijo v blatnih kopelih. V puščavi Namib pa so razmere brutalno sušne z manj kot 150 milimetrov letnih padavin in ekstremno visokimi temperaturami, katerim so se puščavski sloni prilagodili. Vsaj zunanje prilaga-

goditve so tako velike, da so ekologi dolgo časa mislili, da so puščavski sloni svoja vrsta, ločena od vrste *Loxodonta africana*, ali vsaj njena podvrsta.

Raziskave so pokazale, da med puščavskimi in savanskimi sloni ni genetskih ali fizioloških razlik. Še več, čeprav so starejše študije kazale, da so puščavske populacije slonov ločene od migrantskih poti savanskih, novejše genetske analize potrjujejo možnost mešanja med populacijami. Ker pa se puščavski sloni prehranjujejo z manj kaloričnim puščavskim

rastjem, je njihova telesna masa nižja. Posledična večja slokost puščavskih slonov jim daje videz bolj dolgonogih in višjih živali. Širša stopala puščavskih slonov v primerjavi s savanskimi naj bi preprečevala ugrezanje v ikonične oranžne namibske sipine med iskanjem hrane in vode. Kljub vsemu naj bi bila to le posledica fenotipske plastičnosti in naj ne bi bila odvisna od genetskih razlik med populacijami.

Selitvene poti med savano in puščavo naj bi bile zgodovinska stalnica, prilagodljivost v vedénju slonov pa naj bi jim omogočala preživetje v tem podnebno neprijaznem okolju, ki so ga v zgodovini krojili vdori ljudi, njihov lov in vojne. Slonja neverjetna sposobnost učenja in pomnjenja, ki se prenaša med generacijami, je blažila učinke naravnega odbiranja in blažila pritisk razvoja krajevnih genskih prilagoditev.



Zaradi manj kalorične puščavske vegetacije imajo puščavski sloni manjšo telesno maso in so na videz zato videti višji od savanskih.



Razširjeni podplati puščavskim slonom preprečujejo, da bi se ob iskanju vode in hrane ugreznili v razbeljeni namibski pesek na poti čez sipine.

Levo: Odtis podplata puščavskega slona.

Preživeti ob pomanjkanju vode in hrane

Puščavski sloni pijejo manj vode. Odrasle samice in mladiči pijejo enkrat na tri dni, odrasli samci brez vode zdržijo celo do pet dni. Puščavski sloni so tudi neverjetni iskalcji vode v suhih rečnih strugah. S trobci in nogami izkopljejo približno pol metra globoko luknjo v zelo mehak in suh pesek povsem suhe struge. Že čez nekaj minut začne pesek postajati vedno bolj vlažen in kmalu se kotanja začne polniti z vodo. Voda pa je na začetku povsem blatna. Ker blatne vode sloni ne marajo, počakajo nekaj minut, da se voda zbistri. Z njo si najprej dobro izperejo prašni trobec in nato začnejo piti. Za svoje ogromno telo potrebujejo zelo veliko vode, odrasli sloni približno 170 litrov na dan. Sloni pa imajo v žrelu





Z genetskimi analizami so znanstveniki dokazali, da puščavske sloni niso ločeni od savanskih populacij, kot je slonja družina v narodnem parku Etosha.

posebno vrečo, ki jo prav tako napolnijo z vodo. To vodo uporabijo, kadar je zelo vroče in sveže vode ni v bližini. S trobcem segajo v vrečo po vodo in se z njo prhajo, da se ohladijo.

Zanimivo je, da so puščavski sloni zelo izbirčni glede vode. Vodo pijejo večinoma le iz kotanj, ki si jih sami izkopljejo, tudi takrat, ko imajo na voljo površinsko vodo. To uporabljajo le za kopanje.

Vodna kotanja, ki jo je v suhi rečni strugi izkopal puščavski slon.





Ena od najljubših jedi puščavskih slonov je drevo mopane. V času deževne dobe ali tik po njej, kot je bilo v času našega potovanja, obirajo sočno listje, ko tega ni več, pa se hranijo kar z vejami drevesa.

Puščavski sloni pri hrani niso izbirčni in jedo travo, zelišča, grmovja, liste, lubje, semena ter plodove. Odrasli samec poje do 250 kilogramov dnevno, samice pa manj. Ko je več dežja, se hranijo bolj s travo, poganjki in brsti, v času suše pa jedo tudi olesenele dele zlasti kameljega trna (*Acacia erioloba*) in drevesa mopane (*Colophospermum mopane*) ter suhih plodov Anninega drevesa (*Faidherbia albida*). Na njihove »jedilne pohode« jasno opozarjajo polomljene veje redkih dreves, ki uspevajo v tej suhi pokrajini.

Potovanje v manjših skupinah

Puščavski sloni redke vire hrane in vode porabljajo z izjemno natančnostjo. Za iskanje hrane in vode prehodijo veliko večje razdalje kot njihovi stepski sorodniki, kar do sedemdeset kilometrov na dan v primerjavi z dvajsetimi. Potujejo predvsem ponoči in ogromno območje prepotujejo v nekaj dneh. Nato se obrnejo in potujejo v nasprotni smeri. Živijo v manjših skupinah, ki jih

je lažje nahraniti. Za razliko od savanskih slonjih družin, ki jih praviloma vodijo najstarejše samice – matriarhinje, je struktura skupine v puščavi bolj ohlapna.

Slonji majhni sorodniki

Nič veličastno slonjega ni v njihovih bližnjih sorodnikih, ki se sončijo po skalah Namiba. Pečinarji (*Procapra capensis*) predstavljajo eno od petih vrst v redu Hyracoidea. Majhni štiri do pet kilogramov težki debeluščki imajo kratka ušesca in repe. Kar 95 odstotkov časa počivajo, podnevi predvsem na soncu. Velikokrat jih vidimo, kako ležijo drug na drugem v kopicah, kar naj bi jim pomagalo pri njihovem zelo zapletenem uravnavanju telesne temperature (termoregulaciji). Pečinarji živijo v zelo enakopravnih skupinah, v katerih se izogibajo sporom. Zgradba take skupine pri neki vrsti je bila sploh prvič opisana pri pečinarjih. Taki odnosi znotraj skupine naj bi prispevali k daljši življenjski dobi posameznega člana.



Puščavski sloni so kralji subih namibskih rečnih strug. Družina po navadi ni velika, da se ob pičli brani lažje nabrani.

Ob pomanjkanju blatnih kopeli se prileže tudi peščena.





V skupini se pečinarji izogibajo sporom po načelu, da je »prijatelj mojega prijatelja tudi moj prijatelj«.

Glasovi pečinarjev so povezani v zapletene kompozicije, ki izražajo tako biološke kot zemljepisne značilnosti posameznika.





Nohte namesto krempljev si sloni delijo s pečinarji.

Pečinarji se sporazumevajo z dvajset različnimi glasovi ali zvočnimi signali, med njimi je najznačilnejši visoki gostoleči zvok kot odgovor na zaznano nevarnost. Glede na dolžino klica, njegov vzorec, zapletenost ali frekvenco zvoki pečinarjev izražajo pomembne biološke informacije o velikosti, starosti, hormonskem stanju ali družbenem položaju posameznika. Raziskovalci lahko po zvokih določijo zemljepisni položaj pečinarja. V njihovem sporazumevanju so zaznali tudi sintakso (skladnjo), do pečinarjev poznano le pri primatih, kitih in netopirjih. Pečinarji si s svojimi slonjimi sorodniki delijo nekaj neobičajnih lastnosti. Ker nimajo mošnje, njihovi testisi ostanejo v trebušni votlini. Samice imajo par seskov v bližini pazduh, njihovi okli se razvijejo iz sekalcev in tako kot sloni imajo na konicah prstov namesto ukrivljenih krempljev sploščene nohte.

Ohranitev populacij puščavskih slonov

V nečem pa se pečinarji od slonov, predvsem puščavskih, zelo razlikujejo – vsaj za

zdaj kot vrsta niso ogroženi. Kljub temu, da se namibski puščavski sloni genetsko ne razlikujejo od drugih predstavnikov svoje vrste, obstaja veliko razlogov, da populacijo varujemo. Njihova navzočnost koristi krajevemu okolju, saj puščavski sloni gradijo poti in najdejo podtalnico tudi za druge prebivalce puščave. Semena, ki nepoškodovana zapustijo njihov prebavni trakt, lažje kalijo v dobro pogojenem okolju. Še posebej dobro uspevajo sejanci v blatu, ki ga v kratkih deževnih obdobjih pustijo sloni na svojih pohodih. Ker imajo puščavski sloni v ekstremnem okolju Namiba nižjo razmnoževalno stopnjo od svojih savanskih sorodnikov, bi jih ob njihovem izginotju savanske populacije težko nadomestile, saj te nimajo priučenega obnašanja, nujnega za življenje v puščavi. Kljub genetski enakosti s savanskimi sloni imajo tako puščavski sloni nenadomestljivo vlogo v puščavskem ekosistemu. Ta njihova vloga pa opravičuje in zahteva upravljanje, ki omogoča njihovo ohranitev in zagotavlja njihovo preživetje.

Manj znani raki Slovenije

Anton Brancelj

Raki so pomembna skupina živali v različnih življenjskih prostorih (habitatih). Poseljujejo tako kopenske kot sladkovodne in morske življenjske prostore, bodisi na površju ali v podzemlju. Zato so primerljivi žuželkam, ki pa živijo le v kopenskih in sladkovodnih okoljih, medtem ko jih je v morskem okolju le za vzorec.

Raki v celinskih vodah – nekaj splošnih podatkov

V celinskih površinskih vodah, tukaj so mišljena tako sladkovodna kot slana oziroma z minerali bogata vodna telesa, živijo številni predstavniki rakov. Predstavniki nekaterih skupin merijo v dolžino od nekaj desetink milimetra do največ dveh milimetrov. Taki so dvoklopniki (Ostracoda), vodne bolhe (Cladocera) in ceponožci (Copepoda). Na nasprotni strani so največji predstavniki iz skupine deseteronožcev (Decapoda), ki dosežajo dolžine od nekaj centimetrov pa vse do dvajset centimetrov, izjemoma celo več. Medtem ko je za manjše vrste potrebna posebna oprema za nabiranje (goste mreže) in opazovanje (lupe in mikroskopi), pa so večje vrste bolj opazne in si jih lahko ogledujemo s prostimi očmi in jih zbiramo z roko ali z vršami, ki vsebujejo vabe (najpogosteje usmrajeno meso). Poleg naštetih skupin živijo v celinskih vodah še predstavniki nekaterih drugih skupin, ki imajo pogosto manjše število vrst. Vendar bi njihov pregled presešel okvir tega članka.

V Sloveniji živijo v površinskih vodah predstavniki treh oziroma, kot bo predstavljeno v nadaljevanju, štirih skupin, ki so dovolj veliki, da jih lahko razmeroma hitro opazimo s prostimi očmi. To so predstavniki enakonožcev (Isopoda), ki lahko dosežejo dolžino nekaj čez centimeter. Najbolj znani so vodni oslički (*Asellus aquaticus* Linnaeus, 1758), ki z nekaj podvrstami naseljujejo tudi

podzemne vode. Druga skupina podobnih telesnih velikosti so postranice (Amphipoda) s splošno razširjeno vrsto potočno postranico (*Gammarus fossarum* Koch, 1835). Tej dela družbo še nekaj vrst, ki pa so bolj krajevno razširjene. Tretja skupina so potočni raki (Decapoda), ki so zastopani s tremi domorodnimi (avtohtonimi) vrstami, in sicer so to potočni rak ali jelšavec (*Astacus astacus* Linnaeus, 1758), koščak (*Austropotamobius torrentium* (Schrank, 1803)) in primorski koščak (*Austropotamobius pallipes* (Lereboullet, 1858)). V zadnjem času jim delajo družbo tudi invazivne tujerodne vrste, med katerimi je bolj razširjen signalni rak (*Pacifastacus leniusculus* (Dana, 1852)), medtem ko so vrste ozkoškarjevec (*Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823)), rdečeškarjevec (*Cherax quadricarinatus* (von Martens, 1868)), rak trnavec (*Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817)), močvirski škarjar (*Procambarus clarkii* (Girard, 1852)) ter marmornati škarjar (*Procambarus fallax* (Hagen, 1870)) pri nas (za zdaj) še bolj krajevno omejene.

Škrgonožci – splošna predstavitev

Četrta skupina, katerih predstavniki so centimetrskih velikosti in jih najdemo tudi v Sloveniji, so škrgonožci (Anostraca). Večinoma so veliki od šest milimetrov do dva centimetra in pol, pravi orjak med njimi pa je vrsta iz zahodne Kanade in Združenih držav Amerike, katere samice lahko zrastejo do osem centimetrov. Vrsta je znana tudi iz Evrope, a so njeni primerki manjši. Po telesni zgradbi spadajo med najbolj primitivne rake, njihovi predniki pa so se pojavili že v ordoviciju, to je pred 450 milijoni let.

Danes je opisanih nekaj čez tristo vrst škrgonožcev, od tega okoli sto vrst iz Palearktike, to je ozemlja med Severno Afriko na jugu, Grenlandijo na severu, Portugalsko na zahodu ter polotokom Kamčatka na vzhodu



Slika 1: Gojenje škrgonožcev (Artemia sp., solinski rakec) za prebrano rib in drugih rakov v slanih bazenih blizu mesta Redwood City v Kaliforniji v Združenih državah Amerike. Različni odtenki rdeče barve so posledica množice solinskih rakcev. Vir: svetovni splet.

Rusije, območje pa vključuje tudi Kitajsko, Tibet in Japonsko.

Živijo v zelo različnih življenjskih prostorih: v mlakah ob robu ledenikov v Arktiki in na Antarktiki, v visokogorskih mlakah z raztopljeno snežnico, v presihajočih mlakah zmernih podnebnih območij, v majhnih občasni sladkovodnih kotanjah sredi puščav, napoljenih z deževnico, v kotanjah oziroma solinah tik ob morju ali kotanjah sredi puščav, ki so napolnjene z zelo slano vodo (slanost vode je lahko tudi več kot sto promilov, kar učinkovito izloča plenilce). Skupina kaže zelo široko ekološko plastičnost, vendar v vsakem od teh okolij živijo le zelo prilagojene vrste. Prav zaradi tega je približno četrtnina vrst opisanih le z enega, to je klasičnega nahajališča, zlasti tiste iz puščavskih okolij. Kljub včasih, z našega vidika, neugodnim okoljem je zanje značilno, da se vedno pojavljajo množično, kar je zlasti očitno proti koncu sezone, ko začnejo vodne kotanje presihati in se populacija nagnete le na zelo majhnem prostoru. Včasih se to meri v nekaj litrih, včasih v nekaj kubičnih metrih, kjer se gnete nekaj tisoč ali celo milijonov osebkov. Izstopajo zlasti predstavniki morskega rodu *Artemia* (solinski rakec), ki so zelo pomembni v akvaristiki in ribogoj-

stvu, saj so njihove larve in odrasle živali pomemben vir hrane za ribje mladice, pa tudi druge rake. Po ocenah v svetu porabi nekaj tisoč ton njihovih jajc in odraslih živali, ki jih pridelujejo v posebnih gojitvenih bazenih v zelo slanih celinskih jezerih v Združenih državah Amerike, na Kitajskem, v Iranu in še kje drugod. Medtem ko jajca prevažajo do porabnikov v posušeni obliki, odrasle živali zamrznejo (slika 1).

Za vse življenjske prostore, ki jih poseljujejo škrgonožci, je značilno, da v njih ni rib, lahko pa so pupki. Ribe, ki so dobri plavalci, rakec namreč zlahka ulovijo in tako hitro iztrebijo populacijo, medtem ko so pupki slabši plavalci in ne posegajo znatno v njihovo populacijo. Izjema so le solinski rakci, ki lahko preživijo v prisotnosti rib solinark (*Aphanius fasciatus* (Valenciennes, 1821)), ki pa so slabe plavalke in se večinoma zadržujejo le na dnu, zato so po vedenju podobne pupkom.

Predstavniki škrgonožcev so zelo nežne živali in nimajo oklepa, značilnega za rake. Ob opazovanju v naravi bolj spominjajo na puhaste »zverinice«, ki počasi plavajo po mlakah (slika 2). Ena od njihovih značilnosti je, da vedno plavajo s trebuhom navzgor, pogosto tik pod vodno površino. Hranijo se



Slika 2: Populacija škr-gonožcev v majhni mlaki na Petelinjskem jezeru pri Slovenski vasi tik pred izsušitvijo. Foto: Anton Brancelj.



s precejanjem vode. V njej so alge ali organski delci, ki jih tja zanese veter. Nekatere večje vrste so tudi plenilci, ki se lotijo svojih sostanovalcev, kot so kotalčniki, mlade vodne bolhe in ceponožci ali celo njihovi lastni potomci.

Njihov razvoj, od jajca do odrasle živali in odlaganja jajc, je zelo hiter, saj so odvisni od kratkotrajnih luž oziroma mlak. Te lahko presahnejo že po kratkem času, v nekaj dneh ali največ tednih, kar je pogosto zla-

sti v puščavah. Raziskave populacije škr-gonožcev na presihajočem kraškem jezeru Petelinjsko jezero pri Pivki so razkrile, da se tam njihov razvojni krog konča v enem mesecu, ko se jezero za kratek čas napolni z vodo (slika 3).

Približno pet dni po tem, ko se je jezero napolnilo z vodo (17. aprila leta 1998, temperatura vode okoli 8 stopinj Celzija), so se iz jajc izlegle ličinke (oziroma naupliji), ki so po dveh tednih po nekaj levitvah dosegli



Slika 3: Zgoraj panorama Petelinjskega jezera ob visoki vodi, na sredini ob srednji vodi in spodaj tik pred presušitvijo. Foto: Anton Brancelj.



stopnjo neodraslih osebkov, še teden dni kasneje pa so se že pojavile odrasle živali (spolno zrele; temperatura vode okoli 15 stopinj Celzija). Na začetku so prevladovali spolno zreli samci, medtem ko so bile samice z razvojem nekoliko v zaostanku in so spolno dozorele dan ali dva kasneje. Pojav, da se najprej pojavijo v populaciji spolno zreli samci, je znan tudi pri planktonskih ceponožcih, saj to omogoči zelo hitro oploditev, nato sledi tvorba jajc in s tem nadaljevanje vrste. Že čez nekaj dni (8. maja leta 1998) so bile v jezeru množično prisotne samice z jajci, ki so imele v jajčni vrečki od dvajset do trideset jajc in so jih neprestano odlagale v vodo. Samo teden dni kasneje pa je bilo jezero ponovno suho.

V visokogorski mlaki pod Studorjem so bili odrasli osebki škrgonožcev prisotni v mlaki, obsijani s soncem, v katero so še moleli jeziki snežišča z bližnjih pobočij (temperatura vode nekoliko nad 0 stopinj Celzija). Žal zaradi odmaknjenosti mlake nismo sledili populacijski dinamiki, je pa bilo po sledovih višine vode v blatu na dnu mlake očitno, da se mlaka zelo hitro izsuši, ko sneg na okoliških pobočjih skopni.

O množici poginulih rakcev v Petelinjskem jezeru vsako leto priča gosta prevleka (oziroma »smetana«) iz odmrlih rakov in njihovih jajc v kolovozu po sredini jezera in v manjših kotanjah levo in desno od njega, kamor se zatekajo škrgonožci v zadnjem poskusu preživetja tik pred tem, ko voda dokončno ponikne v podzemlje (mimogrede: kotanje so posledica vojaških vaj nekdanje jugoslovanske vojske, v njih so vadili ravnanje z eksplozivi in verjetno tudi z minometalci, hkrati pa so s tem odlično zavarovali ta pomembni biološki prostor pred drugimi poškodbami ali spremembami namembnosti; danes je to del Regijskega parka Pivka).

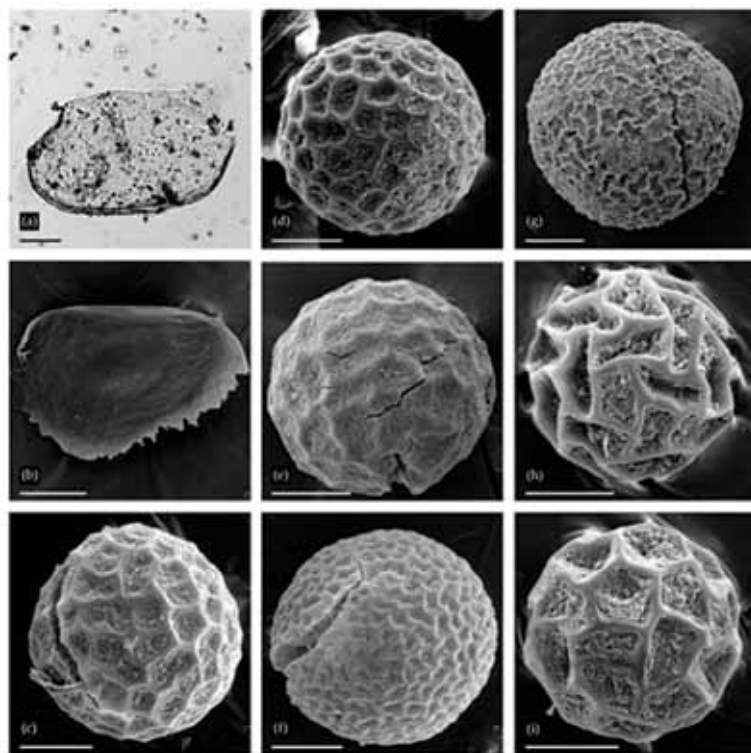
Ob obisku le dan po presušitvi jezera sem lahko opazoval (po odtisih šap seveda), kako je medved hodil od ene kotanje do druge in si privoščil oblizovanje te smetane, ki je bila zanj verjetno okusna in tudi hranilna. Žal z njim ne morem deliti mnenja o okusu te hrane. Na Tajskem smo si nekoč privoščili omleto iz teh rakcev, ki jih je tajska prijateljica množično gojila za akvariste, a priznam, da okus ni bil ravno navdušujoč oziroma je bilo precej »brezokusno«.

Samice škrgonožcev praviloma odlagajo v vodo tako imenovana trajna jajca, ki so posledica spolne združitve samcev in samic. Le v izjemnih primerih odlagajo neoplojena, tako imenovana deviškorodna (partenogenetska) jajca, iz katerih pa se prav tako razvijejo odrasle živali. Ta pojav je sicer bolj znan pri vodnih bolhah, zlasti planktonskih vrstah (rodovi *Bosmina*, *Daphnia*, *Diaphanosoma* ...). Trajna jajca so obdana s trdno in neprepustno ovojnico, ki zagotavlja, da

jajca preživijo tudi v neugodnih razmerah, kot so zmrzal, suša, visoke temperature in mehanske obremenitve. Jajca ostanejo »kaljiva« (iz njih se razvijejo novi osebki) zelo dolgo – celo nekaj desetletij. Za »kalitev« je za številne vrste izpostavljenost zmrzalom ali daljšim sušnim obdobjem celo pogoj za razvoj novih populacij. Imajo pa vgrajeno še eno varovalko – ko se pojavijo ugodne razmere (to je voda v tekoči obliki), se le del trajnih jajc takoj razvije, nekaj pa jih počaka na drugo ali celo tretje ugodno obdobje. Tako zagotovijo nadaljevanje populacije/vrste, če ekološke razmere ob pojavu trenutnih ugodnih razmer trajajo prekratek čas in se ne razvijejo spolno zrele samice, ki bi odložile jajca. V bistvu je to tako imenovana genetska banka, ki zagotavlja preživetje vrste dolga obdobja, saj se novi osebki razvijajo iz jajc, ki so jih odložile generacije pred njimi. Temu pravilu manj sledijo komercialno vzgojena jajca solinskih rakcev, saj prodajalci zagotavljajo več kot petindevetdesetodstotno »kaljivost« za potrebe akvaristov – seveda pod zelo nadzorovanimi pogoji vzreje v umetnih gojiščih.

Trajna jajca, ki jih samice odlagajo v vodo in potonejo na dno mlak, so kroglaste oblike in imajo na površini vrstno značilni vzorec, dobro razpoznaven pod elektronskim mikroskopom (slika 4). S tem se nekoliko razlikujejo od drugih vodnih živali, na primer vodnih bolh in mahovnjakov (Bryozoa), pri katerih se vrste razlikujejo predvsem po obliki trajnih jajc. Trajna jajca pogosto ne ostanejo le v »rodni« mlaki, ampak jih veter, ptiči in tudi sesalci prenašajo v sosednje mlake ali pa tudi več deset ali celo sto kilometrov proč.

Odrasle živali so obarvane, pri čemer prevladujejo nežni modri, zeleni ali oranžno rdeči odtenki. Barve so bolj izrazite v vodnih telesih, ki so plitva in imajo bistro vodo. Barvila naj bi živali varovala pred premočno (ultravijolično) svetlobo. Najbolj izrazito so obarvani predstavniki, ki živijo v zelo slanih puščavskih jezercih oziroma mlakah.



Slika 4: Na površini trajnih jajc škrgonožcev (slike c-i) je za vsako vrsto značilen vzorec. (Dodatno pojasnilo: na sliki a je oklep vodne bolhe iz rodu *Chydorus*, na sliki b pa trajno jajce vodne bolhe iz rodu *Simocephalus*). Vir: svetovni splet.

Intenzivnost obarvanosti po telesu je neena- komerna. Dvovejnate listaste noge so obar- vane le rahlo, medtem ko je ostali del telesa, zlasti njegov zadnji del z viličasto oblikova- nimi cerkopodi (izrastki, ki se nahajajo na zadnjem telesnem členu - abdomnu), lahko zelo intenzivno obarvan in celo drugačne barve – najpogosteje oranžne ali rdeče. Moč- neje so obarvana tudi jajca, ki jih samica no- si v jajčni vrečki. Zaradi odsotnosti plenilcev taka obarvanost za živali ne pomeni nevar- nosti, ima pa verjetno vlogo pri parjenju kot razpoznavni znak spolne zrelosti.

Število primernih nahajališč za škrgonožce po svetu upada, izjema so oddaljeni pre- deli, kjer je vpliv človeka manjši. V Evropi jih zlasti ogrožajo osuševanje in zasipanje mlak (tak primer se je zgodil tudi v bliži- ni Cerkniškega jezera) ter naseljevanje rib v gramoznice ali kale na Krasu s stalno vodo (ki bi sicer lahko bili nadomestni življenjski prostor za škrgonožce). Prav tako je možno

tudi neposredno onesnaževanje življenjskih prostorov s strupenimi oziroma škodljivimi snovmi.

Škrgonožci v Sloveniji

Njihova razširjenost je v Sloveniji razno- lika – od visokogorskih mlak do solin ob morju, vendar je posamezna vrsta omejena le na eno ali dve mesti. Trenutno je v Slo- veniji znanih pet (ali šest) vrst škrgonožcev: *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), *Branchipus schaefferi* Fischer, 1834, *Chyrocephalus di- aphanus* Prévost, 1803; *Chyrocephalus croa- ticus* (Steuer, 1899) in *Eubranchipus grubei* (Dybowski, 1860). Rod *Artemia* verjetno predstavlja kompleks vrst (tako imenovanih prikritih oziroma kriptičnih vrst), ki so si po zunanosti podobne, razlikujejo pa se po genetski sestavi. Zato se v številnih sezna- mih poleg vrste *A. salina* pojavlja tudi bolj splošna oznaka - *Artemia* sp.

Še primerjava s sosednjimi državami. V Ita-

liji, ki je po površini približno petnajstkrat večja od Slovenije, so doslej našli petnajst vrst in kompleks *Artemia* sp., ki so razširjene po vsej državi. Od tega so štiri vrste skupne s Slovenijo. Avstrija, ki je po površini malo več kot štirikrat večja od Slovenije, ima osem vrst, ki živijo predvsem na vzhodu države, in dve skupni vrsti s Slovenijo. Madžarska, ki je približno štiriinpolkrat večja od Slovenije, ima enajst vrst, od tega tri skupne. Najdišča so posejana po celotnem ozemlju države. Hrvaška, ki je malo manj kot trikrat večja od Slovenije, ima - na podlagi zelo skopih podatkov - le štiri vrste, od tega so tri skupne s Slovenijo.

Artemia salina (oziroma kompleks *A. sp.*) je potrjena v Sečoveljskih solinah, ni pa izključeno, da ne živi tudi v bližnjih Strunjanskih solinah. V Sečoveljskih solinah jih lahko med majem in septembrom najlepše opazu-

jemo s sprehajalne poti, ki vodi od vhoda proti muzejskemu delu. Po oceni je populacija velika in zaradi spreminjanja okolja ni ogrožena, kar je posledica dejstva, da se soline nahajajo znotraj krajinskega parka. Večja nevarnost je, da se lahko v to okolje naselijo sorodne vrste, ki jih akvaristi ali ribogojci uporabljajo za hranjenje rib. Je verjetno edina vrsta, ki živi skupaj z ribami, v tem primeru s solinarko. Zaenkrat je še vedno med bolj splošno razširjenimi vrstami v Evropi in Severni Afriki (skupaj z *A. sp.*), čeprav je krajevno tudi že marsikje izumrla. *Branchipus schaefferi* (slika 5) je vrsta, ki je zaenkrat pri nas poznana iz dveh, med seboj razmeroma oddaljenih nahajališč: v mlaki na Radenskem polju blizu naselja Velika Račna in v kalu pri Petrinjah pri Kozini. Populacija na Radenskem polju je omejena le na eno mlako, ki je zaradi krajinskega

Slika 5: Predstavnik vrste *Branchipus schaefferi* iz kala pri Petrinjah pri Kozini. Na sliki je samica z jajčno vrečko.
Foto: Teo Delić.





Slika 6: Vrsta Chyrocephalus croaticus je bila v resnici opisana iz mlake v današnji Bosni in Hercegovini, čeprav nosi ime »brvaški« in je sedaj znana samo še iz nabajališč v Sloveniji.

Zgoraj: Samec, slikan na dnu mlake. Foto: Tomi Trilar.

Spodaj: Samec, slikan v akvariju. Foto: Anton Brancelj.

Na sledeči strani: Samica vrste Chyrocephalus croaticus. Foto: Tomi Trilar.





parka razmeroma zavarovana pred mehanskimi posegi. Je pa nevarnost onesnaženja, saj leži blizu prometne regionalne ceste, v okolici pa je tudi veliko kmetijskih površin. Kal pri Petrinjah je sredi zaraščajoče se gmajne in se trenutno uporablja kot napajalna kotanja za konje. Po oceni je populacija tam razmeroma majhna, a nahajališče (zankrat) ni ogroženo. Obe mlaki se ob suši posušita. Vrsta je bila v preteklosti razširjena po velikem delu Evrope, danes pa je že močno ogrožena.

Vrsta *Chyroycephalus diaphanus* je poznana le iz mlake v Dolu pod Studorjem, ki se nahaja sredi Triglavskega narodnega parka na nadmorski višini približno 1.500 metrov. Mlaka leži v globoki vrtači, kjer se nabira sneg, ki vztraja dolgo v pomlad. Mlaka zaradi odmaknjenosti ni ogrožena, populacija pa je po oceni velika. Vrsta je bila v preteklosti ena od bolj razširjenih v Evropi, danes pa je že marsikje iztrebljena.

Vrsta *Chyroycephalus croaticus* (slika 6) je balkanski endemit. Vrsta je bila opisana po pri-

merkih iz večje mlake Blatačko jezero v Bosni in Hercegovini, vendar je kasneje tam, kljub večkratnim iskanjem, niso več našli. Nahajališče je podobno tistemu na Petelinjskem jezeru. Manj verjetno je, da je prišlo pri opisu do napačne navedbe nahajališča in da je izvirno nahajališče Hutovo blato, ki je danes prav tako v Bosni in Hercegovini, a je zaradi človekove aktivnosti močno spremenjeno. V Sloveniji se nahaja na dveh najdiščih. Največje je v Petelinjskem jezeru pri Pivki, na območju krajinskega parka Pivka, kjer živi ogromna populacija. Druga, bistveno manjša populacija je na travniku ob Cerknjskem jezeru, ob poti do Zadnjega kraja, kjer je še pred dvajsetimi leti živela v treh mlakah, vendar so kasneje dve zasuli z gradbenim materialom in žaganjem. Populacija v tretji kotanji je majhna, a se spomladi redno pojavlja. Mlaka je obenem zatočišče za številne pupke in žabe. Sožitje med vrstami je v njej »vzorno« in vrste ne vplivajo druga na drugo. Zanimivo je, da osebki niso bili nikoli opaženi v četrti, večji mla-

ki, oddaljeni le nekaj deset metrov proč. Po primerkih iz Petelinjskega jezera je bil najprej tudi ponovni in popolnejši opis vrste. *Siphonophanes grubei* je zadnja vrsta, ki je bila odkrita v Sloveniji, in sicer pred komaj dvema letoma (leta 2020). Najdišče se nahaja v majhni, zelo blatni kotanji na pobočju nad Petelinjskim jezerom blizu naselja Slovenska vas. Mlaka služi kot napajalna kotanja za krave, dokler se ne posuši (slika 7). Populacija je, vsaj glede na velikost mlake, verjetno majhna. Čeprav je v okolici še nekaj podobnih mlak, v katerih se napajajo krave, v njih (zaenkrat) še niso bili najdeni osebki te vrste. Ogroženost te in sosednjih mlak je odvisna predvsem od kmetijske oziroma živinorejske dejavnosti na travnikih v okolici. V preteklosti je bila vrsta razširjena v večjem delu Evrope, danes pa deli usodo ostalih vrst.

Stanje in perspektive

Čeprav je v Sloveniji zaenkrat poznanih le pet vrst škrgonožcev (skupaj z *Artemia* sp. pa vsaj šest), je to območje vseeno bogato z njimi, predvsem po številu vrst na površino, kot tudi raznolikostjo življenjskih prostorov. Prekrivanje števila vrst s sosednjimi državami je razmeroma nizko (z izjemo Hrvaške, vendar je to zaradi nepopolnih podatkov), kar kaže na veliko raznovrstnost te skupine v tem delu Evrope. Medtem ko v sosednjih državah avtorji opozarjajo na uničevanje ustreznih življenjskih prostorov in s tem tudi izumiranja vrst, je pri nas stanje za spoznanje boljše, saj so nahajališča v zelo odmaknjenih predelih ali vsaj v delih, kjer je nadzor nad posegi v okolje nadzorovan. Glede na število vrst v sosednjih državah (Italiji, Avstriji, Madžarski), kjer so bile opravljene intenzivne inventarizacije favne, lahko tudi v Sloveniji pričakujemo še

Slika 7: Mlaka na pobočju nad Petelinjskim jezerom blizu naselja Slovenska vas je edino znano nahajališče vrste Siphonophanes grubei. Foto: Anton Brancelj.



kakšno dodatno vrsto. S tega vidika je še najbolj obetajoč vzhodni del Slovenije (Štajerska, Prekmurje, Haloze), ki je z vidika raziskanosti škrgonožcev še vedno »terra incognita«, a ima dobro izhodišče. Namreč, v Avstriji in na Madžarskem je bilo največ vrst najdenih v nižinah vzdolž rek, kjer se po poplavah pojavljajo občasne mlake. Zato mogoče ni odveč predlog, da se ob naslednjih vzorčenjih ali monitoringih, ki jih opravljajo sodelavci različnih ustanov ali pa ljubitelji, malo bolj pozorno pogleda tudi za temi rakci.

Na tem mestu bi se rad zahvalil Teu Deliću in Tomiju Trilarju za fotografije vrst ter Aji Zamolo za podatke o nahajališčih dveh vrst.

Viri:

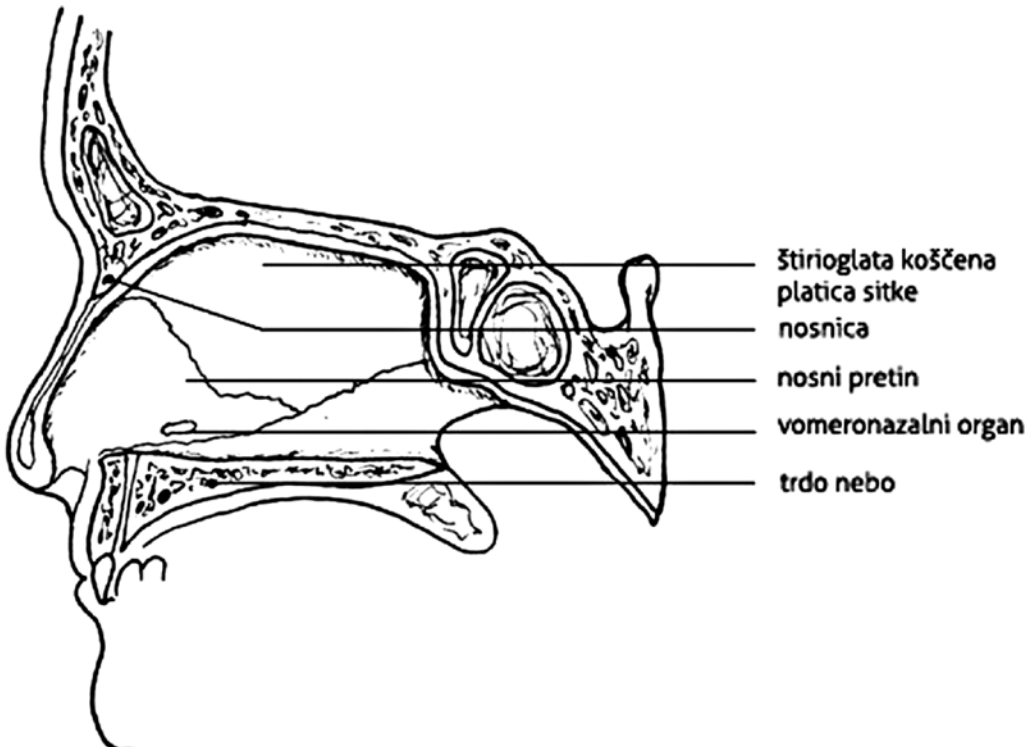
- Anostraca* - Wikipedia.
Brancelj, A., 1996: *Škrgonožci (Crustacea: Anostraca). Narava Slovenije, stanje in perspektive. Ljubljana: Društvo ekologov Slovenije, 234-235.*
Brancelj, A., Gorenc, N., 1999: *On the presence of Chirocephalus croaticus (Steuer, 1899) in an intermittent lake in SW Slovenia. Hydrobiologia, 412: 25-34.*
Brendonec, L., Christopher Rogers, D., Olesen, J., Weeks, S., Hoeb, W. R., 2008: *Global diversity of large branchiopods (Crustacea: Branchiopoda) in freshwater. Hydrobiologia, 595: 167-176.*
Dumont, H. J., Negrea, S. V., 2002: *Introduction to the class Branchiopoda. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World (coordinating ed.: Dumont, H. J. F.). Leiden: Backhuys Publishers, 308 str.*
Govedič, M., 2006: *Potočni raki Slovenije: razširjenost, ekologija, varstvo. Življenje okoli nas. Miklavž na Dravskem polju: Center za kartografijo favne in flore, 26 str.*

Vomeronazalni organ. Še vedno dolga pot raziskovanja, preden bomo razumeli kemično komunikacijo pri ljudeh

Mateja Rakuša

Vomeronazalni organ ima pri živalih vlogo pri sporazumevanju med istimi živalskimi vrstami in pri spolnem vedênju. Organ vsebuje specializirane nevroepiteljske vohalne čutilne celice (nevroepitelij je povrhnjica iz čutnih celic), ki učinkujejo kot sprožilni dražljaj pri spolnem vedênju živali. Čeprav je njegova povezava z razmnoževalnim vedênjem pri živalih povsem pojasnjena, o njegovi funkcionalnosti pri ljudeh še vedno razpravljajo. Nekateri avtorji opisujejo vomeronazalni organ pri ljudeh in tudi sposobnost zaznavanja feromonov, drugi avtorji ga opisujejo kot rudimentarni organ.

*Shematski prikaz notranje (sredinske) stene nosne votline z mestom vomeronazalnega organa. Nosni pretin (latinsko septum nasi osseum) razdeli nosno votlino v levo in desno nosno votlino. Sredinsko steno nosne votline sestavljajo vomer, štiriogлата koščena platica sitke (latinsko lamina perpendicularis ossis ethmoidalis), hrustanec nosnega pretina (latinsko cartilago septi nasi), sluznica (mukoza) in koža. Sluznica in koža na sliki nista označeni. Vomeronazalni organ je rudimentaren pri človeku, shematsko je označen vomeronazalni žleb (latinsko ductus vomeronasalis). Slika je povzeta po: Wessels, Q., Hoogland, P. V. J. M., Vorster, W., 2014: Anatomical Evidence for an Endocrine Activity of the Vomeronasal Organ in Humans. *Clinical Anatomy*, 27: 856-860.*



Vomeronazalni organ: kemosenzorični ali rudimentarni organ?

Vomeronazalni organ ali tudi Jakobsonov organ (latinsko *organum vomeronasale*, *Jacobsoni*) je obrobni parni organ pod nosno votlino pri večini sesalcev. Pri ljudeh je na vomeronazalni organ prvi opozoril nizozemski anatom Frederik Ruysh (1703-1724), danski anatom in kirurg Ludwig Lewin Jacobson (1783-1843) pa ni ne odkril niti ne ovrigel njegovega obstoja pri ljudeh. Z novejšimi raziskavami so prisotnost vomeronazalnega organa pri ljudeh potrdili, vendar se njegova občasna pojavnost pri odraslih močno razlikuje od študije do študije zaradi različnih raziskovalnih metod in pristopov. Vomeronazalni organ je pri vretenčarjih, ne pa tudi pri človeku, periferni (obrobni) čutilni organ. Pri odraslem človeku je vomeronazalni organ zakrnel, prisoten je samo njegov cevasti del, vomeronazalni duktus (latinsko *ductus vomeronasalis*). Prav zato še ni povsem pojasnjeno, ali to pomeni tudi popolno odsotnost naloge organa.

Nekaj dni po rojstvu vomeronazalni organ izgubi anatomski in fiziološki razvoj

Vomeronazalni organ se pri ljudeh nahaja v sprednjem spodnjem delu nosne pregrade. Nastane v prvem trimesečju zarodkovnega razvoja z uvihanjem povrhnjice pod nosno votlino. Pred nedavnim objavljena raziskava je pokazala, da vomeronazalni organ obstaja pri plodu in pri odraslih ljudeh. Poučeni smo, da je vomeronazalni organ neizoblikovani in zakrneli (rudimentarni) organ pri odraslih ljudeh. O rasti vomeronazalnega organa je prav tako znanega zelo malo. Raziskovalci so z računalniško rekonstrukcijsko metodo preučevali spremembe v dolžini in prostornini vomeronazalnega organa pri desetih ženskih in šestnajstih moških zarodkih. Ugotovili so, da se dolžina in prostornina sicer večata s starostjo zarodka, a do nadaljnjega izoblikovanja z rojstvom ne pride. Med razvojem zarodka se povrhnjica vomeronazalnega organa vse bolj tanjša

in zaradi preoblikovanja anatomskih struktur nosne votline organ izginja. V epiteliju vomeronazalnega organa bi se naj že pred rojstvom specializirane čutnice za vonj ali receptorne celice preoblikovale in izgubile stik za izmenjavo sporočil z živčnimi vlakni vohalne poti, ki se konča v vohalnem območju skorje velikih možganov na spodnji strani čelnega režnja. Vomeronazalni organ je domnevno brez značilno specializiranih celic, ki jih najdemo pri drugih vrstah vretenčarjev in mogoče še pri človeških zarodkih v prvih tednih življenja. Te celice imajo namreč v notranjosti ali na celični membrani živčno strukturo (receptor), ki se odziva na določeni kemični dražljaj iz okolice. Feromoni (hormonom podobne snovi) so tisti, ki aktivirajo celice vomeronazalnega organa, te pa pošljejo sporočila v možgane. Pomembnost takega odziva je sprememba v obnašanju in v spolnem vedenju pri živalih. Sprožilni dražljaji v nekaterih vedenjskih vzorcih pri ljudeh niso povezani z vomeronazalnim organom.

Raziskovalci razmišljajo hitreje in drugače

Številni raziskovalci še nadalje zagovarjajo nazadovanje rasti vomeronazalnega organa s starostjo in z razvojem zarodka. Tki vo nosne pregrade pri ljudeh, starih od 2 do 86 let, so primerjali s tkivom odraslih lemurjev (*Microcebus murinus*) in odraslih voluharic (*Microtus pennsylvanicus*, *Microtus ochrogaster*). Pri sesalcih, ki imajo funkcionalni vomeronazalni organ, vomeronazalni organ s pripadajočimi živci, žlezami in rahlim vezivnim tkivom ovija ovojnica iz čvrstega veziva. Cevastomešičkasta žleza (tubuloalveorna žleza) svoje izločke izloča neposredno v okolno tkivo vomeronazalnega organa. Izločki olajšajo sprejemanje kemičnih dražljajev. Pri ljudeh je v primerjavi z drugimi sesalci vomeronazalni organ v obliki parnih žleznih izvodil iz enovrstne visokoprizemske ali enoskladne visokoprizemske povrhnjice. Iz njega se lahko sicer

razvijejo tudi žleze. Visokoprizmatske celice imajo na površju migetalke in so morfološko in histokemično bolj podobne večvrstni visokoprizmatski povrhnjici z migetalkami in čašicami, ki obloga večino dihalnih poti. Epitelijska (povrhnjična) izvodila so glede na položaj in glede na smer izločanja izločka lahko razvrščena zelo različno, vsa pa se končujejo v hrustancu nosne pregrade, so po zgradbi enostavna in se razlikujejo od razvejenih cevastomešičkastih žlez v sluznici vohalnega območja. Prav tako nimajo nobene histološke (tkivne) podobnosti s sestavljenimi cevastomešičkastimi žlezami, ki izločajo mukoidno (sluzasto) tekočino kot mešane sekrecijske (izločevalne) dele v sestavi opisanega vomeronazalnega organa pri vretenčarjih. Dobro razviti vomeronazalni organ imajo glodalci (miši, podgane, zlati hrčki), dvoživke, plazilci (kače in kuščarji), konji, govedo, psi, mačke in dihurji. Pri šimpanzih je vomeronazalna povrhnjica enovrstna kot pri človeškem zarodku.

Občutno povečanje zaznavanja feromonov pri ženskah

Prisotnost ali odsotnost feromonov pri ljudeh je neodvisna od obstoja in/ali delovanja vomeronazalnega organa. Vedénjski, hormonski in avtonomni odziv na vonj in s tem spremembe v razpoloženju imajo dobre povezave z možgansko skorjo. Pa vendar so zanimivi in puščajo odprta razmišljanja primeri usklajenega menstruacijskega ciklusa pri ženskah, ki bivajo skupaj, in nasprotno primeri neusklajenega in pospešenega menstruacijskega ciklusa v prisotnosti moških. So za to krivi feromoni? Če drži, da vomeronazalni organ ni neizoblikovan, če so nevreceptivne celice (celice, ki z živci sprejemajo dražljaje) res prisotne v vomeronazalnem organu pri ljudeh, so mogoče res feromoni tisti, ki sporočila prinašajo v dele možganske skorje, ki vonje analizirajo in sprožijo raznolike odzive. To bi lahko vodilo do spremembe v počutju, izražanju čustev ali v družbenem vedénju pri ženskah. Ker ni

dokazano, da je to res verjetno ali resnično, so le ugibanja o kemosenzorni (kemično-čutilni) povezavi med celicami vomeronazalnega organa in vohalnimi celicami pri ljudeh ter nadalje z deli možganske skorje, ki analizirajo sporočila, ki jih prinašajo feromoni.

Zakaj smo tako očarani nad vomeronazalnim organom?

Pri živalih je organ občutljiv za zunanje dražljaje. Presnovki androgenih hormonov (moških spolnih hormonov) in estrogenih hormonov z vezavo na specifične beljakovine na površini celic vomeronazalnega organa izzovejo reakcije v celicah, ki se na ta način aktivirajo. Rezultat so vedénjske spremembe.

Kot zanimivost naj navedem še vpliv vitamina D, ki ima v telesu različne biološke funkcije, med drugim tudi zaščitni učinek na živčne celice. Snovi s podobno strukturo in funkcijo vitamina D (ustreznice vitamina D) so našli v žlezah vomeronazalnega organa pri podganah. Presnovki vitamina D so spodbudili najprej celice vomeronazalnega organa, nadalje pa so z vzpostavljenimi povezavami in aktivnostmi med živčnimi vlakni vohalne povrhnjice in vohalnim središčem v možganih spodbudili različne dele možganske skorje. To je pri podganah povzročilo vedénjske spremembe in spremembe spolnega vedénja.

Kaj pa ljudje? Se naše vedénje, privlačnost, ki jo čutimo ob določeni osebi, tudi spreminja zaradi feromonov, ki jih zaznamo z vonjem? Se med nami vzpostavljajo stiki zaradi kemičnih molekul? Tako kot z raziskovanjem mreže živčnih celic pri zapletenih miselnih nalogah dobivamo podrobna pojasnila, lahko s preučevanjem feromonov pri ljudeh dobimo podrobna pojasnila o predvidljivem in stereotipnem odzivu in vedénju. Si želimo odgovoriti na zamegljeno in skrito vlogo kemičnih snovi, ko gre za fizično privlačnost med dvema osebama? Ali se bomo čustvenemu vedénju zgolj prepusti-

li? En odgovor na to vprašanje je v tem, da vemo, da ima vomeronazalni organ bistveno vlogo pri nadzoru instinktivnih (nagonskih, podzavestnih) odločitev. Vomeronazalni organ pa je pri odraslih ljudeh zakrnel. Tudi celice na prvotnem mestu vomeronazalnega organa spominjajo po sestavi bolj na celice, ki oblagajo zgornje dihalne poti. Na vpliv čutilnih izkušenj in epigenetskih sprememb prav tako ne smemo pozabiti. Razumevanje kemičnih molekul, ki spodbujajo celice vomeronazalnega organa, genetski vplivi in prepletena živčna vlakna, ki so ključna pri obdelavi vseh prejetih sporočil, so nam zagotovo lahko v izziv ali pa zgolj v namig, kako je še lahko nadzorovano spolno in družbeno vedenje. Pri tem so fiziologija in funkcija v vzpostavljanju kemičnega sporazumevanja (sporazumevanja s feromoni) v kombinaciji s podrobnimi analizami na celičnem in molekularnem področju lahko prednost, da bomo razumeli kemična sporočila pri ljudeh.

Literatura::

- Chamero, P., Leinders Zufall, T., Zufall, F., 2012: *From genes to social communication: molecular sensing by the vomeronasal organ. Trends in Neurosciences*, 35 (10): 597-606.
- Meredith, M., 2001: *Human Vomeronasal Organ Function: A critical Review of Best and Worst Cases. Chemical Senses*, 26: 433-445. doi.org/10.1093/chemse/26.4.433.
- Rodewald, A., Gebhart, V. M., Oebring, H., Jirikowski, G. F., 2017: *The rat vomeronasal organ is a vitamin D target. Journal of Chemical Neuroanatomy*, 81: 42-47.
- Roslinski, D. L., Bhatnagar, K. P., Burrows, A.

- M., Smith, T. D., 2000: *Comparative Morphology and Histochemistry of Glands Associated With the Vomeronasal Organ in Human, Mouse Lemur, and Voles. The Anatomical Record*, 260: 92-101.
- Smith, T. D., Siegel, M. I., Mooney, M. P., Burdi, A. R., Burrows, A. M., Todhunter, J. S., 1997: *Prenatal Growth of the Human Vomeronasal Organ. The Anatomical Record*, 247: 447-455.
- Smith, T. D., Bhatnagar, K. P., 2019: *Anatomy of the olfactory system. Handbook of Clinical Neurology*, 164: 17-28. doi:10.1016/B978-0-444-63855-7.00002-2.
- Trotier, D., 2011: *Vomeronasal organ and human pheromones. European Annals of Oto-rhino-laryngology, Head and Neck diseases*, 128 (4): 184-190. doi.org/10.1016/j.anorl.2010.11.008.
- Villamayor, P. R., Cifuentes, J. M., Fdz-de-Troconiz, P., Sanchez-Quinteiro, P., 2018: *Morphological and immunohistochemical study of the rabbit vomeronasal organ. Journal of Anatomy*, 233 (6): 814-827. doi.org/10.1111/joa.12884.
- Wessels, Q., Hoogland, P. V. J. M., Vorster, W., 2014: *Anatomical Evidence for an Endocrine Activity of the Vomeronasal Organ in Humans. Clinical Anatomy*, 27: 856-860.
- Witt, M., Wozniak, W., 2003: *Structure and function of the vomeronasal organ. Advances in Oto-Rhino-Laryngology*, 63: 70-83. doi.org/10.1159/000093751.

Genetika spola pri vretenčarjih

Tajda Gređar

Spol je osnovna in izredno pomembna biološka informacija živali, zato bi lahko predvidevali, da so mehanizmi določitve spola ohranjeni vsaj pri različnih skupinah vretenčarjev (ribah, dvoživkah, plazilcih, ptičih, sesalcih). Vendar temu ni tako. Študije so pokazale, da so spolni kromosomi, geni in mehanizmi, ki sprožijo razvoj enega ali drugega spola, zelo različni.

Določitev spola pri vretenčarjih

Določitev (determinacija) spola je biološki proces, ki vodi v razvoj spola pri organizmu. V proces so vključeni številni geni, ki vplivajo drug na drugega. Pri genetski določitvi spola se ta določi ob oploditvi, pri čemer je običajno ključen en gen (angleško *master sex determination gene*). Ta sproži celotni mehanizem in zaporedje dogodkov, ki povzročijo razvoj spola. Prvi gen, ki določi spol živali, je bil odkrit leta 1990, in sicer je to bil gen *Sry*, ki pri sesalcih povzroči razvoj testisov. Gen leži na kromosomu Y in kodira prepisovalni dejavnik *Sry*, ki vpliva na izražanje gena *Sox9*, pomembnega za razvoj testisov. *Sry* še dodatno zavira razvoj jajčnikov z zaviranjem delovanja β -katenina. Gen *Sry* pri sesalcih obstaja že 166 milijonov let. Pri pticah se gen, ki določa spol, imenuje *Dmrt1*, ohranjen pa je že 100 milijonov let. Pri ribah so odkrili številne različne gene in njihove mehanizme delovanja, ki vodijo v določitev spola, ti geni pa so evlucijsko mlajši. Pri dvoživkah je bilo tovrstnih raziskav manj, razkrile pa so, da je lahko pri vsaki vrsti mehanizem določitve spola drugačen, saj so tovrstni geni zelo različni in so vezani na posamezno vrsto ali rod.

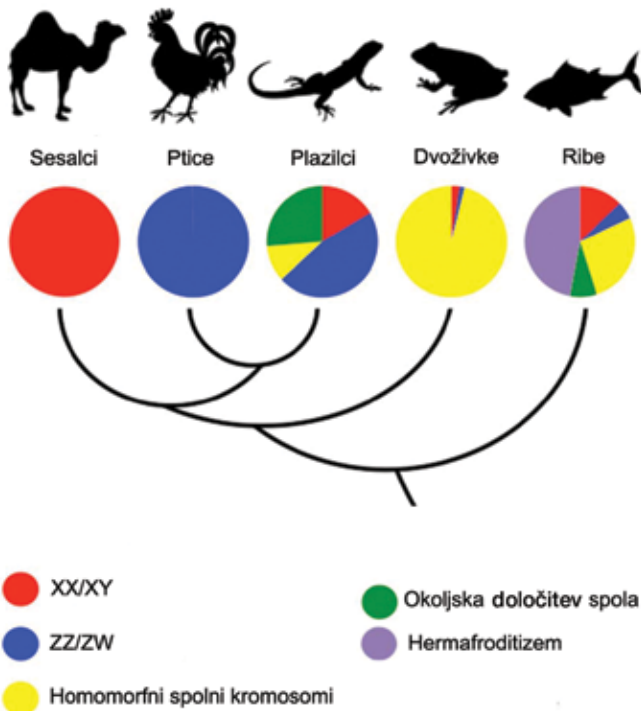
V primeru okoljske določitve spola tega določi fizikalni ali kemijski dejavnik v okolju in ne gen. Spol ni določen ob oploditvi, temveč med razvojem zarodka. Najpogostejši okoljski dejavnik je temperatura, ki vpliva

na razvoj gonad (jajčnikov ali testisov) v zarodkih v temperaturno občutljivem delu razvoja. Temperatura vpliva na delovanje encimov, ki so pomembni pri pretvorbi spolnih hormonov, ter tako vpliva na hormonsko ravnotežje v še nediferenciranih in razvijajočih se gonadah, kar seveda vpliva na njihov razvoj. Ta pojav je značilen predvsem za plazilce (vse krokodile, večino želv in nekatere kuščarje), nekoliko manj pa za dvoživke in ribe. Zanimivo je, da ima sprememba temperature različen vpliv pri različnih vrstah – pri nekaterih zvišana temperatura poruši razmerje med spoloma v prid samic, pri drugih pa v prid samcev. Določena temperatura lahko povzroči celo to, da so vsi osebki istega spola. Ena od posledic segrevanja našega planeta je tako tudi sprememba razmerja med spoloma pri nekaterih vrstah, na primer želvah. Med okoljskimi dejavniki na razvoj spola vplivajo tudi kemijski dejavniki okolja, na primer pH in slanost vode pri morskih ribah.

Pri nekaterih vrstah dvoživk na razvoj spola vplivajo hormoni, ki se nahajajo v okolju. Največkrat so to estrogeni in androgeni. Vplivajo na razvoj gonad v zarodkih, kar vodi do drugačnega spola od tistega, ki bi ga sicer določili geni tega organizma. Hormoni v okolju lahko povzročajo tudi nepravilnosti v gonadah, na primer prisotnost jajčnih celic v testisih. Problematična niso zgolj hormonska onesnažila, temveč tudi nekatere kemijske spojine, ki delujejo kot hormonski motilci. Tak je herbicid atrazin, ki poruši ravnovesje med spoloma v prid samic.

Spol in genetika

Spolni kromosomi so nastali iz avtosomnih kromosomov, ko so ti pridobili vlogo določitve spola. Zaradi močne selekcije so spolni kromosomi velikokrat najbolj spremenljivi del živalskih genomov in njihove spremem-

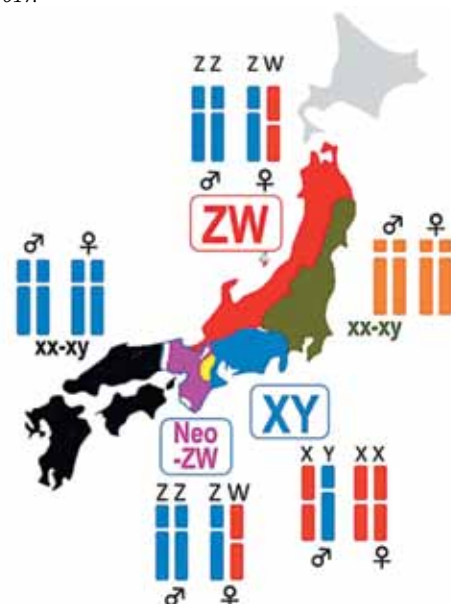


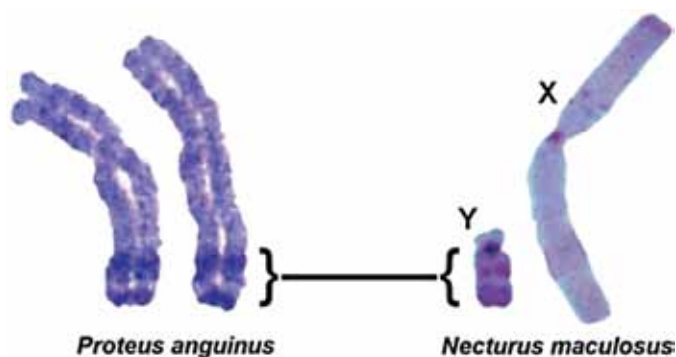
Slika 1: Prikazani so sistemi spolnih kromosomov pri različnih skupinah vretenčarjev. Spolni kromosomi so lahko heteromorfni (sem sodita oba kromosomska sistema XX/XY in ZZ/ZW) ali homomorfní (spolna kromosoma sta na videz enaka). Označeno je tudi, pri katerih skupinah se pojavljata okoljska določitev spola in hermafroditizem (bkratna prisotnost testisov in jajčnikov). Prirrejeno po Bachtrögu in sodelavcih, 2014.

be lahko povzročijo celo nastanek novih vrst. Pri vretenčarjih poznamo različne sisteme spolnih kromosomov, ki jih opredelimo glede na to, kateri spol je heterogameten (to je tak, ki tvori dva tipa gamet). Pri sesalcih so heterogametni samci (sistem XX/XY), pri pticah pa samice (sistem ZZ/ZW). Poznamo še nekaj dodatnih variacij: ena je poznana pri kljunašu, pri katerem imajo samci kar pet parov kromosomov XY , samice pa pet parov kromosomov XX .

Dvoživke imajo lahko sistem XX/XY ali ZZ/ZW , med evolucijo pa včasih pride celo do zamenjave sistemov spolnih kromosomov. Edinstven je primer žabe *Glandirana rugosa* z Japonske, pri kateri imajo različne populacije iste vrste različne kromosomske sisteme. Domnevajo, da je pri eni od populacij do zamenjave sistemov spolnih kromosomov v evoluciji prišlo kar dvakrat. Vrsta je dokaz, da evolucija mehanizmov določitve spola in spolnih kromosomov še vedno poteka. Spolni kromosomi dvoživk so v 96 odstot-

Slika 2: Različne populacije žabe *Glandirana rugosa* na Japonskem imajo različne kromosomske sisteme, kljub temu da gre za isto vrsto. V osrednjem delu je z rumeno označeno območje mešanja populacij. Prirrejeno po Miuri, 2017.





*Slika 3: Barvanje kromosomov je pri človeški ribici (*Proteus anguinus*) razkrilo homomorfne spolne kromosome in premestitev kromosoma Y na kromosom X (levo). Spolni kromosomi najbližjega živečega sorodnika človeške ribice, to je *Necturus maculosus* ali pisani nektur, so heteromorfni (desno). Prirejeno po Sessionsu in sodelavcih, 2016.*

kih homomorfni, kar pomeni, da spolnih kromosomov (na primer kromosom X od kromosoma Y) na pogled ne razločimo in tako tudi ne prepoznamo spola na podlagi kariotipa. Tudi pri človeški ribici (*Proteus anguinus*) so spolni kromosomi homomorfni, imajo pa še to posebnost, da je v evoluciji prišlo do premestitve (translokacije) kromosoma Y na kromosom X. Premestitev bi lahko bila vzrok temu, da ima človeška ribica tako poseben način razmnoževanja in da se v testisih pogosto pojavljajo jajčne celice, saj to nepravilnost zasledimo pri kar tretjini samcev.

Proteus ali proteusinja?

Spol številnih dvoživk prepoznamo po različnih znakih. Pri nekaterih vrstah so prepoznane razlike v velikosti samcev in samic, pri repatih dvoživkah v obdobju parjenja opazimo nabreklo kloako samcev, pri samcih pupkov pa višji hrbtni greben. Samci žab imajo na sprednjih okončinah zadebeljeno plast poroženele kože, za samce plavčkov pa je značilna sprememba barve kože v času parjenja.

Pri nekaterih vrstah pa prepoznavna spola ni možna, saj nimajo izraženega spolnega dimorfizma (dvoičnosti). Tak primer je človeška ribica, pri kateri izkušeni opazovalci sicer lahko prepoznajo spol v obdobju pred parjenjem. Pri samcih se odebeli kloaka, pri samicah pa se skozi nepigmentirano kožo vidijo jajčne celice, vendar tovrstna prepo-

znava ni zanesljiva. Poznavanje spola živali pa je pomembno za raziskave, saj spol vpliva na številne fiziološke procese v organizmu. Poznavanje spola je še toliko bolj ključno za načrtno razmnoževanje človeških ribic v ujetništvu. Zato smo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani pričeli z razvojem pristopov, ki bi pri živih živalih omogočili zanesljivo prepoznavo spola. Uspešni smo bili pri detekciji spolno specifične beljakovine vitelogenin, ki je v krvi samic z zorečimi jajčnimi celicami. Iz vitelogenina se namreč tvori rumenjaki, ki zapolnjuje izležena jajca, zato ga pri samicah, mladičih in pri samicah zunaj obdobja aktivnega zorenja jajčnih celic ne zaznamo. Vitelogenin smo pri isti samici analizirali večkrat in ugotovili, da se njegova koncentracija v krvi spreminja. Običajno se z zorenjem jajčnih celic in večanjem količine rumenjaka v njih povečuje tudi koncentracija vitelogenina v krvi. V našem primeru pa smo zasledili nepričakovano zniževanje koncentracije te beljakovine. Pozneje smo opazili, da so jajčne celice degenerirale in propadle. Tako smo ugotovili, da je nepričakovano znižanje koncentracije vitelogenina med zorenjem jajčnih celic znak za pričetek njihove degeneracije, kar nam v ujetništvu omogoča hormonsko preprečevanje njihove nadaljnje degeneracije in posledično večjo uspešnost pri razmnoževanju živali.

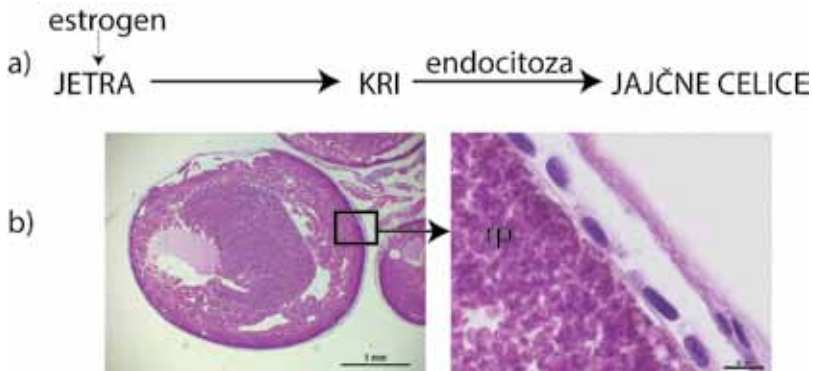
Pri odkrivanju vitelogenina in interpretaciji spola je bila potrebna previdnost, saj vite-

logenin ni le spolno specifična beljakovina, temveč je tudi pokazatelj onesnaženosti okolja z estrogenskimi hormonskimi motilci. Vitelogenin se namreč sintetizira v jetrih pod vplivom estrogena, zato ga lahko zaznamo tudi pri samcih, če so ti izpostavljeni molekulam, ki se vežejo na estrogenski receptor. Zato je določanje spola na podlagi odkrivanja vitelogenina zanesljivo samo v ujetništvu, kjer vemo, da v akvarijski vodi ni hormonskih motilcev.

Mehanizem razvoja spola človeške ribice

nam ni poznan. Sekvenčne analize genoma človeške ribice, ki so v teku, nam bodo morda razkrile, kateri gen je odgovoren za določitev spola. Morebiti nam razkrijejo tudi to, zakaj so pri številnih samcih v testisih prisotne jajčne celice. Morda pa na razvoj nepravilnosti gonad človeške ribice vplivajo onesnažila v okolju?





Slika 5: a) Sinteza vitelogenina poteka pod vplivom estrogena v jetrih, nato se beljakovina po krvi prenese do jajčnikov, kjer z endocitozo preide v jajčne celice. b) Iz vitelogenina se v jajčnih celicah tvori rumenjaki, ki se nalaga v obliki rumenjakovih ploščic (rp), kar je vidno na sliki histološkega preparata zrele jajčne celice človeške ribice. Foto: Tajda Gredar.



Slika 4: Človeška ribica (Proteus anguinus) je ogrožena in zavarovana živalska vrsta, za katero želimo vzpostaviti načrtno razmnoževanje v ujetništvu. Živali nimajo spolnega dimorfizma, zato brez molekularnih analiz ne vemo, katerega spola so. Foto: Domin Dalessi, Speleološki laboratorij Oddelka za Biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Literatura:

- Bachrog, D., in sod., 2014: *Sex Determination: Why So Many Ways of Doing It?* PLOS Biology, 12: e1001899.
- Gredar, T., Leonardi, A., Novak, M., Sepčić, K., Bizjak - Mali, L., Križaj, I., Kostanjšek, R., 2019: *Vitellogenin in the European cave salamander, Proteus anguinus: its characterization and dynamics in a captive female as a basis for non-destructive sex identification. Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & Molecular Biology*, 235: 30–37.
- Gredar, T., 2020: *Razvoj nedestruktivnih pristopov za prepoznavo spola močevila (Proteus anguinus, Urodela, Amphibia). Doktorska disertacija. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 161 str.*
- Miura, I., 2017: *Sex determination and sex chromosomes in amphibia. Sexual Development*, 11 (5–6): 298–306
- Sessions, S. K., Bizjak Mali, L., Green, D. M., Trifonov, V., Ferguson-Smith, M., 2016: *Evidence for sex chromosome turnover in Proteid salamanders. Cytogenetic and genome research*, 148 (4): 305–313.

Slovarček

Avtosom. Vsak kromosom, ki ni spolni kromosom.

Kariotip. Celotni nabor kromosomov nekega organizma.

Prepisovalni dejavnik (transkripcijski faktor). Beljakovina, ki je potrebna za pričetek prepisovanja gena.

Iskanje upognjenega šaša (*Carex curvula*) pod koto Vrh Križa v Julijskih Alpah ali kdor nima v glavi, ima v petah

Igor Dakskobler

Moja pripoved o upognjenem šašu ne bi bila potrebna, če bi bilo profesorju Tonetu Wraberju dano dočakati vsaj osemdeset let ali če bi bil vsaj malo pozoren in preudaren bralec nekaterih njegovih člankov ali besedil njegovih študentov. Žal se mi velikokrat zgodi, da kakšno zemljepisno ime (toponim), ime reke ali gore, preberem površno, po svoje in se mi napačno ime tako »usede«, da napake zelo dolgo ne spregledam. Tako se je zgodilo z imenom kote Vrh Križa v Julijskih Alpah, ki sem jo površno poistovetil z bližnjo goro Križ.

8. septembra leta 1966 je takratni kustos Prirodoslovnega muzeja v Ljubljani in skrbnik alpskega botaničnega vrta Juliana v Trenti v združbi snežnih dolinic na majhni zelenici (okoli 2.300 metrov nadmorske višine) sredi izrazito zakraselega sveta na južni strani kote Vrh Križa (2.401 metrov) vzhodno od zgornjega roba Kriške stene našel upognjeni šaš (*Carex curvula*) in svojo najdbo objavil leta 1969 v reviji *Varstvo narave*. To je bila takrat novost za rastlinstvo Slovenije in Julijskih Alp. V svoj znameniti *Seznam praprotnic in semenk slovenskega oze-*

mlja (1952) je ta šaš Wraberjev učitelj prof. Ernest Mayer sicer uvrstil kot raztreseno razširjeno vrsto na Koroškem, a ta navedba se nanaša na slovensko etnično ozemlje nad zgornjo Ziljsko dolino, v Karnijskih Alpah. Tone Wraber je nahajališče na robu Kriške stene natančno opisal. Sprva je zaradi apnenčaste podlage domneval, da gre za podvrsto *Carex curvula* subsp. *rosea*, a po temeljiti morfološki analizi je potrdil tipsko podvrsto (subsp. *curvula*). Ta je razširjena v južnoevropskih gorah in značilna za alpinska travišča na silikatni podlagi, ki jih imenujemo po trikrpem ločju (*Juncus trifidus*)

in uvrščamo v sintaksonomski razred *Juncetea trifidi*. Da so tla na zelenici kislja, je potrdila analiza pH dve leti pozneje nabranega talnega vzorca, ki jo je opravil Andrej Martinčič.

6. avgusta leta 1983, takrat je bil že visokošolski učitelj botanike na Univerzi v Ljubljani, je Tone Wraber našel še veliko obsežnejše nahajališče upognjenega šaša na proti zahodu nagnjeni planjavi Jarečica pod Mangartom. Rasel je v zanj značilni združbi skupaj z volkom (*Nardus stricta*), ki jo je imenoval *Curvuletum*. V objavi je poudaril, da se mangartska združba razlikuje od ena-

Kota (gora) Vrh Križa (Gubno), pod njo v dnu slike Wraberjeva zelenica. Foto: Igor Dakskobler.



ko imenovane združbe iz Centralnih Alp. V prvih letih 21. stoletja je želel to združbo skupaj z Boštjanom Surino natančneje preučiti in obdelati njune fitocenološke popise, a mu je prezgodnja smrt leta 2010 žal to preprečila. Takšno obdelavo smo naredili šele v zadnjih letih in jo objavili v reviji *Hacquetia*, s tem da smo med avtorje uvrstili tudi pokojnega profesorja (Dakskobler, Surina, Wraber, 2022). V tej razpravi popisa zelenice južno od Vrha Križa z Boštjanom nisva upoštevala, saj ga je Wraber uvrstil v združbo snežnih dolinic z dvobarvnim planinščkom (*Homogyne discolor*) in Braunejevim prstnikom (*Potentillo dubiae-Homogynetum discoloris*), poleg tega pa tega nahajališča za razliko od Jarečice, ki sem jo že velikokrat

prehobil, kljub iskanju nisem poznal (prav tako nikogar, ki bi ga za Wraberjem obiskal).

Toda kje sem ga sploh iskal? V drobno opravičilo za mojo površnost – v prav tako klasičnem delu, kot je Mayerjev seznam, v Wraberjevem in Skobernetovem *Rdečem seznamu ogroženih praprotnic in semenk SR Slovenije* iz leta 1989, je nahajališče namreč imenovano Križ.

Kje je Križ, sem natančno vedel in se na to goro tudi povzpел, a toponima Vrh Križa (2.401 metrov) na novejših zemljevidih nikakor nisem našel in sem, zelo površno, koto Vrh Križa poistovetil z goro Križ (2.410 metrov) in dvakrat neuspešno iskal upognjeni šaš južno pod Križem. Tam

Wraberjeva zelenica. Foto: Igor Dakskobler.



sem na podobni nadmorski višini, približno 2.300 metrov, sicer popisal značilne združbe snežnih dolinic z dvobarvnim planinščkom in Braunejevim prstnikom (*Potentilla brauneana*, sin. *P. dubia*). V prvi različici obsežnega poročila, ki smo ga sodelavci Biološkega inštituta ZRC SAZU pripravili za Triglavski narodni park, sem celo zapisal, da upognjenega šaša pod Križem ni več, domneval sem na sukcesijske spremembe na rastišču. Kakšna zмотa in površnost, saj je Tone Wraber v objavi iz leta 1969 jasen in nedvoumen (zelenica na zakraselem svetu vzhodno od roba Kriške stene). Nekajkrat sem to prebral, celo pomislil, iskati bi moral bolj severno, na gorenjski strani Križa, a razsvetljenje je prišlo šele, ko sem na ra-

čunalniku odprl skenirano diplomsko nalogo Jurija Dobravca iz leta 1993: *Botanična inventarizacija Triglavskega narodnega parka* (mentor prof. Tone Wraber). Upognjeni šaš obravnava na strani 48. Vestno povzema spoznanja svojega mentorja, a besedilu sta dodana dva zemljevida, na katerih sta s črno barvo označeni nahajališči na Jarečici in pod Vrhom Križa. Zelenica pod koto Vrh Križa je označena severno od gore Križ in Bovških vratih, torej Vrha Križa ne bi smel istovetiti s Križem in upognjeni šaš sem iskal na napačnem kraju. Juriju Dobravcu, že pred leti sva si izmenjala nekaj elektronskih sporočil, osebno se nisva nikoli srečala, dolgujem opravičilo in čestitke za odlično, z moje strani prezrto diplomsko nalogo, Ja-

Wraberjeva zelenica z Vrha Križa. Foto: Igor Dakskobler.



nezu Mihaelu Kocjanu pa zahvalo, da me je na Dobravca in njegove žal neobjavljene raziskave že večkrat opozoril.

Kdor nima v glavi, ima v petah! 8. julija leta 2022 sem se tretjič podal na zame že kar dolgo pot iz Trente v Zadnjico in Beli potok do Kriških podov ter naprej na Bovška vratica. Kmalu čez to razvodno točko (med porečjema Soče in Save, Jadranskega in Črnega morja) sem že od daleč sredi sivega

skalovja zagledal zelenico, ki ne more biti drugega kot Wraberjeva. Prav sem zapisal, zelenica pod koto Vrh Križa ima od tega dne zame prav to ime. Čeprav sem šel najprej čisto na rob Kriške stene, tam našel in popisal združbo snežnih dolinic, mi je bilo jasno, da moram upognjeni šaš iskati prav na tej zelenici nedaleč proč. Imel sem prav, bil sem na rastišču pravi čas in upognjeni šaš ni bilo težko opaziti. Morda je nadmor-



ska višina nekoliko manj od 2.300 metrov, a vse drugo se natančno ujema z Wraberjevim opisom.

Pa združba – je 56 let pozneje kaj drugačna? Ko primerjam svoja dva popisa z Wraberjevim, ugotavljam, da je večina vrst (kar 17) skupnih. Sam nisem opazil Braunejevega prstnika, pritlikavega alpskega zvončka (*Soldanella pusilla*), Scheuchzerjeve zvončice (*Campanula scheuchzeri*), Traunfellnerjeve

zlatice (*Ranunculus traunfellneri*), bohinjskega repnjaka (*Arabis vohinesis*) in alpskega pitomca (*Sagina saginoides*). Popisal pa sem nekaj vrst, ki jih v Wraberjevem seznamu ni: alpsko materino dušico (*Thymus praecox* subsp. *polytrichus*), vednozeleni in rjastorjavi šaš (*Carex sempervirens*, *C. ferruginea*), timijanovolistno vrbo (*Salix serpillifolia*), volka (*Nardus stricta*), zlati prstnik (*Potentilla aurea*) in trnati osat (*Cirsium spinosissimum*).

Wraberjeva zelenica, Bovška vrtica in Križ s pobočij Vrh Križa. Foto: Igor Dakskobler.

*Upognjeni šaš (*Carex curvula*) na Wraberjevi zelenici. Foto: Igor Dakskobler.*



Tudi zastiranje upognjenega šaša sem ocenil precej višje kot Tone Wraber, približno 50 odstotkov popisne površine, njegova ocena je približno 10 odstotkov popisne površine.

Največje zastiranje, več kot 50 odstotkov popisne površine, so imele v Wraberjevem popisu nizke mačje tačke (*Omalotheca supina*, sin. *Gnaphalium supinum*), ki imajo



na mojih dveh popisih zastiranje manj kot 10 odstotkov. Prav mogoče je, da sem kaj spregledal, napačno določil, ploskvi omejil nekoliko drugače kot on svojo. Povečano



zastiranje vrst kisloljubnih alpskih travišč (poleg upognjenega šaša tudi skalne šopulje, *Agrostis rupestris*) in manjše zastiranje ali celo odsotnost nekaterih vrst snežnih dolinic so lahko posledica precejšnjih razlik v podnebjju med sedemdesetimi leti prejšnjega stoletja in zadnjimi desetletji, ki se kažejo v segrevanju ozračja in močno skrajšanem trajanju snežne odeje. Kot bi na zelenici pod Vrhom Križa iz združbe snežnih dolinic postopno nastajala združba, ki ima že nekaj podobnosti z združbo, kamor smo uvrstili sestoje upognjenega šaša na Jarečici in se imenuje po volku (*Carici curvulae-Nardetum*). Imajo kaj posredi v zvezi s zdajšnjo sestavo rastja (očitno večje zastiranje alpske latovke, *Poa alpina*, kot pred petdesetimi leti) na zelenici tudi ovce, kozorogi in gamsi, ki jo očitno obiskujejo? Poznajo jo tudi ljudje, saj je na njenem robu v polkrogu zloženo kamenje.

Zelenico sem torej našel, kaj pa gora severno od nje? Na zemljevidih, ki jih uporabljam, nima nobenega imena, zgolj nadmorsko višino, ki je zdaj 2.403 metrov ali še pogosteje 2.404 metrov. Sklenil sem, da se povzpnem nanjo. Smer je bila jasna, teren pa je zaradi skalovitosti in kraškega sveta (tudi brezen) zahteval previdnost. Tu in tam je bil kak možic, tudi na vrhu sta dva kupa zloženega kamenja. To pač ni samo kota, je kar prava gora, čeprav bistveno manj izstopajoča kot njena približno 40 metrov višja severna soseda Dovški Gamsovec.

Pogled proti vzhodu (nižje v tej smeri, z vrha nevidna, je planota Na rušju) mi je pokazal še eno zelenico, podobno tisti na jugu. Ko sem popisal rastje na Vrh Križa, sem se usmeril k njej in jo tudi kmalu dosegel. Bila je celo večja od Wraberjeve, bolj razgibana, a njeno rastje zelo podobno – tudi z upognjenim šašem v podobni množini.

Združba upognjenega šaša (Carex curvula) na Wraberjevi zelenici. Foto: Igor Dakskobler.



Vrh Križa (Gubno), pogled proti Razorju. Foto: Igor Dakskobler.

Alpiska trata na Vrhu Križa. Foto: Igor Dakskobler.



Nadmorska višina je približno 2.350 metrov, torej je to njegovo novo in za zdaj najvišje nahajališče v Sloveniji. Volka (*Nardus stricta*) tu nisem opazil, pač pa Braunejev prstnik in pritlikavi alpski zvonček. Po večini vrst je rastje z upognjenim šašem na Vzhodni zelenici (tako jo začasno imenujem) podobno rastju na Wraberjevi zelenici in pripada isti združbi. Ta je prehodna med združbami snežnih dolinic in združbami kisloljubnih alpskih travšč in jo za zdaj uvrščam v subasociacijo *Potentillo dubiae*–*Homogynetum discoloris caricetosum curvulae*, mogoče pa bi

jo bilo uvrstiti tudi v samostojno asociacijo *Homogyno discoloris*–*Caricetum curvulae*. Nazaj na Bovška vratica sem se vrnil po isti poti, torej čez Vrh Križa.

Ali kdo sploh še pozna to ime? V klasičnih Miheličevih planinskih vodnikih o Julijskih Alpah (svetem pismu mojih mladostnih gornških let) ga nisem našel. Povprašal sem brata pokojnega Tineta, Jožeta Miheliča, a tudi njemu to ime ni bilo znano. Spraševal sem Trentarje, saj so gotovo s svojimi ovcami hodili tja čez. Potem pa me je kolega Iztok Sajko opozoril na spletne vire – in tam

Alpino rastje s triglavsko rožo (Potentilla nitida) na Vrh Križa. Foto: Igor Dakskobler.





Vzhodna zelenica z Vrha Križa. Foto: Igor Dakskobler.

je, tako v seznamih slovenskih dvatisočakov kot v opisih planinskih tur, kota Vrh Križa povsod imenovana Gubno (2.404 metrov). Po Tumi (1929: 39) je Gubno mojstransko ime za goro Križ ali vsaj za greben, na katerem je najvišja točka Križ (2.410 metrov). Na eni od spletnih povezav pa je drugo ime za goro Gubno Vrh Križa in kot vir tudi napisan Tuma. Izraz gubno sicer najdemo v Badjurovi *Ljudski geografiji* (1953) v povezavi z imeni planja, planjica, vendar v rabi v nižjih legah kot gumnišče, gumno, gubno. Po zdaj dognanem (pomagalo mi je več poznavalcev, ki jih omenjam v zahvali) je Tone Wraber ime Vrh Križa najbrž povzel po Tumi (a po njegovi drugi, meni še neznan objavi, članku ali zemljevidu). Po meni zdaj znanih virih je Tine Mihelič prvi, ki je za koto 2.404 metrov objavil ime Gubno. To

je storil v šesti izdaji svojega planinskega vodnika *Julijske Alpe* leta 1998. Na to me je opozoril Marko Kern, Andrej Stritar pa je ugotovil, da naš znameniti glasbenik, alpinist in pisatelj za to ime ob pripravi na šesto izdajo leta 1996 še ni vedel. Kdo ga je opozoril nanj, še nismo ugotovili. Po vedenju Jožeta Miheliča domačini v Mojstrani in okolici poznajo le Gubno (2.034 metrov) v Karavankah, vzhodno od Kepe. Je morda Tuma ime Gubno pomotoma povezal s Križem in ne s koto 2.404 metrov, ki jo je imenoval Vrh Križa, in so njegovo pomoto gorniki sedemdeset let pozneje popravili, ali je bilo obratno in so ti gorniki to ime pomotoma od Križa prenesli na Vrh Križa? 2.404 metrov visoka gora severno od Bovških vratic ima torej vsaj dve mogoči imeni, Vrh Križa in Gubno, a najbrž nobeno od



Vzhodna zelenica od blizu. Foto: Igor Dakskobler.

Združba upognjenega šaša na Vzhodni zelenici. Foto: Igor Dakskobler.



njih ni živo med domačini, Mojstrančani in tudi Trentarji. Sam sem jo, preden sem izvedel za Gubno, imenoval Wraberjev vrh, saj jo poznam prav po Wraberjevi zaslugi. Prijatelj Branko Zupan jo je imenoval Ko-

zorogovec. Morda imata tudi Wraberjeva in Vzhodna zelenica med še živečimi nekdanjimi pastirji drugo ime. Nam botanikom je drago, da redki upognjeni šaš za zdaj na obeh še lepo uspeva in mogoče še kje v



okolici na podobnih alpskih tratih. Vsaj neposredno ne smemo ogrožati njihovega naravnega razvoja.



Zahvala

Z nasveti pri iskanju imen kote 2.404 metrov (Vrh Križa, Gubno) so mi dragoceno pomagali Jože Andrej Mihelič, dr. Nada Praprotnik, Branko Zupan, Lojze Hosner, Edvin Kravanja, Kostja Jerovšek, Iztok Sajko, mag. Miha Pavšek, dr. Mauro Hrvatini, Anka Rudolf, dr. Andrej Stritar, Marko Kern, Jaka Ortar in Franci Savenc.

Literatura:

- Badjura, R., 1953: *Ljudska geografija. Terensko izrazoslovje*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 337 str.
- Dakskobler, I., Behrič, S., Küzmič, F., Šilc, U., Vreš, B., 2021: *Priprava strokovnih izhodišč s predlogi varstvenih ukrepov za pripravo Akcijskega načrta za ohranjanje biotske raznovrstnosti v Triglavskem narodnem parku - področje praprotnice in semenke ter negozadne rastlinske združbe in habitatni tipi: končno poročilo*. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU, 255 str.
- Dakskobler, I., Surina, B., Wraber, T., 2022: *Phytosociological analysis of acidophytic alpine mat-grass swards in the Julian Alps and the Karawanks*. *Haecquetia*, 21 (2): 253–295.
- Dobravec, J., 1993: *Botanična inventarizacija Triglavskega narodnega parka*. Diplomsko naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 146 str.
- Tuma, H., 1929: *Imenoslovje Julijskih Alp*. Ljubljana: Slovensko planinsko društvo, 100 str.
- Wraber, T., 1969: *Nekatere nove ali redke vrste v flori Julijskih Alp (III)*. *Varstvo narave*, 6: 73–84.
- Wraber, T., 1983: *Nekatere nove ali redke vrste v flori Julijskih Alp (V)*. *Biološki vestnik*, 31 (2): 119–126.

Spletni vir:

http://www2.arnes.si/~mcuder/2000_ttn.htm, avtorja Marko Kern in Marijana Cuderman.

Delo narave, ne človeka - o paleolitski leseni konici iz Ljubljane

Pavel Jamnik

Pred uvodom

Zavedam se, da je nasprotovanje razlagi, ki jo zagovarja posamezna veja znanosti in je v različnih objavah že sprejeta kot dejstvo, nevhvaležno delo. Še toliko bolj, če je to povezano s predmetom, ki je zaradi take razlage postal kot »najstarejši eksponat« tudi promocijski predmet nekega muzeja. Če taki »strokovno dokazani« ideji nasprotuje celo avtor, ki ne pripada veji znanosti, katere avtoriteto so avtorji v objavah uporabili kot ščit pri utemeljevanju svoje ideje, se nasprotovanje zelo hitro poskuša razložiti kot »napad« in pisanje o stvareh, ki naj bi jih avtor ne obvladal. Vseeno pa nekatere stvari tako bodejo v oči, da je o njih, ne glede na nasprotovanje »interesnih krogov«, treba na glas spregovoriti. Ob neznanstvenih zapletih pred izidom mojega članka v *Proteusu* pred štiriindvajsetimi leti, s katerim sem prav tako izrazil dvom o dokazanosti neke podobne najdbe, ki še danes ni dokazana, je uredništvo *Proteusa* v članek ob objavi celo zapisalo: »[...] In vendar še obstaja dvom. Ali je upravičen, bo pokazal čas, vsekakor pa naj vodi k pravemu spoznanju.« (Jamnik, 1999: 449.) Zato upam, da bo tudi besedilo, ki sledi, če že ne prepričalo, pa vsaj ponovno spodbudilo strokovno razpravo o tokrat obravnavanem predmetu.

Uvod

Leta 2008 so arheologi zaradi vzdrževalnih del pri utrjevanju desne brežine Ljubljane ob Sinjgoriških ribnikih blizu Vrhnike ob podvodnem pregledu struge našli 1.953 predmetov (Erič, 2010: 236). Med najdbami je bil tudi leseni predmet nenavadne oblike, ki je od 6. maja leta 2009 naprej, ko je bil predstavljen na novinarski konferenci Zavo-

da za varstvo kulturne dediščine Slovenije, postal edinstveni arheološki predmet, o katerem so poročali skoraj vsi slovenski mediji. Na novinarski konferenci je bilo predstavljeno, da je »15. septembra 2008 Miran Erič našel lepo obdelan lesen predmet koničaste oblike«. *Arheolog Boštjan Odar je ob ogledu predmeta ocenil, da bi lahko najdba predstavljala leseno ost sulice iz starejše kamene dobe, saj njena oblika spominja na szeletienske kamene konice.* [...] »Časovno umestitev sulične osti v szeletiensko obdobje so kasneje potrdile radiometrične raziskave z metodo AMS ^{14}C [...]. Ugotovljena starost predmeta je od 38 do 45 tisoč let. Konica je izdelana iz lesa tise [...]. Na eni strani je ohranjen premaz iz smole«, [...] »po do sedaj znanih podatkih gre za prvo tovrstno najdbo na svetu.« (Erič in sod., 2009).

Najditelji tako imenovane lesene konice so na predstavitvi svoje utemeljevanje gradili izključno na vidni (zunanji) podobnosti predmeta s kamenim orodjem ter dataciji starosti lesa (^{14}C). Kot dejstva so nizali trditve, ki jih do takrat ni potrdil še nihče ob njih (*obdelan lesen predmet, njena oblika spominja na szeletienske kamene konice, umestitev sulične osti, je izdelana, je ohranjen premaz iz smole*). Z drugimi besedami, znanstveno povsem nevzdržno so najdeni leseni predmet predstavili kot edino takšno kameno-dobno najdbo na svetu. Za trditev, da je les kadarkoli v roki držal srednjepaleolitski človek, pa v resnici ni bilo še niti enega znanstveno potrjenega dokaza. Sam sem v diskusiji v času predstavitve najditeljem zastavil vprašanje, ali so na lesu našli kakršno koli sled obdelave ali uporabe. Najditelji so se jasnemu odgovoru izognili, obenem pa poudarili, da tudi če so sledi bile, so bile verjetno v času, ko se je les premikal v vodi,

uničene. Po novinarski konferenci je z množico objav v dnevnem časopisju in radijskih ter televizijskih medijih, v katerih so bila povzeta na tiskovni konferenci predstavljena »dejstva«, leseni predmet dokončno postal paleolitska lesena konica.

Prva strokovna objava najdbe je izšla šele leta 2010 (Erič in sod., 2010). V letu 2011 je bila najdba predstavljena v tujini (Gaspari in sod., 2011), naslednje leto pa z enako vsebino (Gaspari in sod., 2012) in z umestitvijo med dosedanje paleolitske lesene najdbe v svetu (Kavur, 2012) še v Sloveniji. Leta 2018 je bila na Fakulteti za računalništvo in informatiko zagovarjana diplomska naloga o »primerjavi 3D modelov paleolitske lesene konice« (Guček Puhar, 2018), v naslednjih letih je v tujini izšlo več besedil o konzerviranju »paleolitske lesene konice iz reke Ljubljane« (Erič in sod., 2018; Erič in sod., 2019; Erič in sod., 2020) in kot povzetek diplomske naloge še besedilo o mikrotomografski analizi (Guček Puhar in sod., 2022). Vse našteje objave so strokovna besedila, v katerih bi morali biti za trditve predstavljeni jasni in argumentirani dokazi. Ker temu ni bilo tako, v nadaljevanju sistematično predstavim pet sklopov trditve avtorjev naštetih besedil, s katerimi utemeljujejo svoje prepričanje o najdbi arheološkega predmeta, ki zaradi »oblikovne značilnosti in radiometrične datacije lesene konice dokazujejo prisotnost paleolitskih lovcev v obdobju hitrega menjavanja kratkotrajnih otoplitev in ohladitev v kisikovi izotopski stopnji 3 (OIS 3) [...]« (Erič in sod., 2010: 236.) Za popolno izključitev očitka o mojem morebitno napačnem razumevanju njihovih zapisanih trditve njihove navedbe podajam s citati. Ob posamezni trditvi navedem nasprotne dokaze, ki jih argumentiram s primerjavo s povsem naravnimi nastali mi konicam podobnimi deli izrastišč vej/grč na drevesih iglavcev.

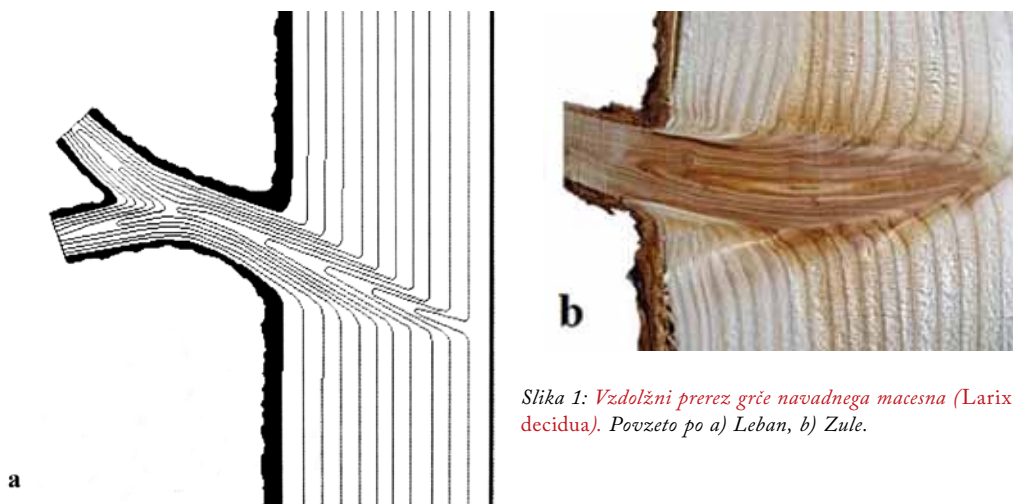
Na podlagi česa je kos lesa sploh postal paleolitska konica?

Glavni argument, ki ga omenjeni avtorji v vseh objavah ponudijo kot razlago, zakaj so se odločili za tako interpretacijo, je, da je »spominjala na paleolitske listaste kamene in koščene konice« ter da je arheolog Boštjan Odar »opazil podobnost lesenega koničastega predmeta z nekaterimi ploskovno retuširanimi kamenimi konicami iz poznega mousteriana« (Gaspari in sod., 2011: 186; Gaspari in sod., 2012: 233; Guček Puhar, 2018: 71). To svojo ugotovitev v objavah utemeljujejo s sledečim:

1. Vrsta lesa

»Opredeleitev vzorca lesa (opravil jo je ing. Martin Zupančič, Oddelek za lesarstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani) je potrdila, da gre za tiso (*Taxus*). Les je juvenilen, vsebuje stržen, branike so razločno vidne, ozke in nekoliko valovite. Pri pregledu pod mikroskopom na površini lesa ni bilo ugotovljenih sledov obdelave z ostrimi orodji.« (Gaspari in sod., 2012: 234.) »Opredeleitev lesa [...] je pokazala, da je predmet izdelan iz tise, najprimernejše vrste lesa za izdelavo lesenih delov lovske opreme.« (Erič in sod., 2010: 238.)

Avtorji priznavajo, da na lesu ni sledov obdelave, ker pa les pripada navadni tisi (*Taxus baccata*), bi naj to že samo po sebi dokazovalo, da so najdeni primerki lesa uporabljali paleolitski ljudje. To seveda ne vzdrži kritike. Enako pomembno, kot kateri vrsti lesa, je pomembno, kateremu drevesnemu delu posamezne drevesne vrste bi pripadal najdeni primerki lesa. S tem se avtorji niso ukvarjali. Če bi se, bi bili pri svojih kasnejših trditvah morda bolj zadržani. Pri iglavcih veje izraščajo iz debla iz izrastišča, ki se z rastjo veje debeli in dobiva podobo konice. Izrastišče je v prerezu lesa vidno kot grča. Simetrija, širina in debelina se med različnimi iglavci malenkostno razlikujejo, vendar pri tisi (*Taxus* sp.), borovkah (*Pinus* sp.), smrekah (*Picea* sp.) in macesnu (*Larix* sp.) izrastišče, torej kambij in prirastne



Slika 1: *Vzdolžni prerez grče navadnega macesna (Larix decidua). Povzeto po a) Leban, b) Zule.*

plasti grče vedno ustvari podobo »konice«. Gre za tako imenovano zraslo grčo. Dokler je veja živa, njen vejni kambij in prirastne plasti sklenjeno prehajajo v debelni kambij in debelne prirastne plasti (Čufar, 2006: 92; Torelli, 1990: 18-19).

Ko drevo odmre, nastopijo procesi propada odmrlega lesa. Ob pozornem opazovanju marsikje v gozdu lahko opazimo različno propadle ostanke debel iglavcev, iz katerih štrlijo ostanke vej, in glede na obseg razpada debla je že mogoče opaziti tudi nekdanj v deblo vraščene prirastne plasti grče (slika 2).

Če uspemo najti naravno polomljeno deblo, ki so ga procesi trohnenja že skoraj povsem uničili, naletimo na nekoliko nenavadni položaj. Prirastne plasti grč vedno razpadajo



Slika 2: *Ob procesu trohnenja debla »izpadle« grče navadne smreke (Picea abies) na planoti Mežakla. Foto: Pavel Jamnik.*



*Slika 3: Iz povsem razpadlega debla rdečega bora (*Pinus sylvestris*) izruvane grče, ki na prvi pogled spominjajo na konice. Puščica označuje mesto izruvanja veje z grčo. Foto: Pavel Jamnik.*

počasneje kot prirastne plasti debla, zato jih lahko povlečemo iz ostanka debla, kjer dobimo bolj ali manj pravilno oblikovane »konice« (slika 3). Če smo pri iskanju vztrajni, naletimo tudi na vejo, ki jo je iz še živega debla odtrgal veter ali je bila veja izpuljena zaradi padca sosednjega drevesa. Če sta bila sila in kot udarca na vejo prava, vejo izpuli iz debla skupaj z izrastiščem, torej z zraslo grčo. Taki primerki so redki, se jih pa najde. Izpuljene grče so povsem primerljive s »konico« iz Ljubljane (slika 4).

2. Simetrija

»Simetrija predmeta je očitna tako v narisu kot v stranskem pogledu in v presekih. Po dolžini je najdebelejši na sredini, od koder se enakomerno oži proti obema koncema. V presekih ima sploščeno-ovalen obris, njen proksimalni del pa je poškodovan. Skupna dolžina predmeta znaša 16 cm, širina 5,1 cm in največja debelina 2,5 cm. [...] Za dodatno mnenje smo se obrnili na Labor für Dendrochronologie v Zürichu. Dr. Niels Bleicher je ovrgel vsakršno možnost, da bi se les lahko po naravni poti preoblikoval v tako simetrično koničasto obliko, in potrnil, da je bil odkrit leseni predmet povsem premišlje-



Slika 4 (a in b): a) Pogled na mesto najdbe iz debla rdečega bora iztrgane veje z grčo. b) Bližinski posnetek iztrgane grče. Foto: Pavel Jamnik.

no – umetno preoblikovan. [...] Opisana oblika in les tise, ki je zaradi svoje gostote, trdote in prožnosti vsaj od srednjega paleolitika naprej znan kot najprimernejši za izdelavo lovške opreme, zelo verjetno kaže na to, da je človek namerno preoblikoval kos lesa v simetrično konico. [...] Dodatna podrobnost, ki kaže na premišljeno oblikovanje predmeta, je vidna na spodnjem delu predmeta. Na spodnjem delu ima konica jasno poudarjen ramenski prehod iz njenega najširšega dela v trn. Ta je omogočal namestitvev lesene konice v razcep daljšega droga. Na prehodu iz ramenskega dela v trn je viden zlom, kakršnega lahko opazujemo tudi na košenih konicah iz Potočke zijalke in drugih naj-

dišč po Evropi. Tovrstni zlomi nastanejo zaradi sile upogiba na mestu, kjer je stičišče med lesenim drogom in nanj pritrjeno konico.« (Gaspari in sod., 2012: 234.) »Na spodnjem delu konice je viden prelom, vendar ni jasno, kdaj se je to zgodilo. Takšni zlomi so običajno posledica upogibne preobremenitve na mestu pritrditve.« (Gaspari in sod., 2011: 190.)

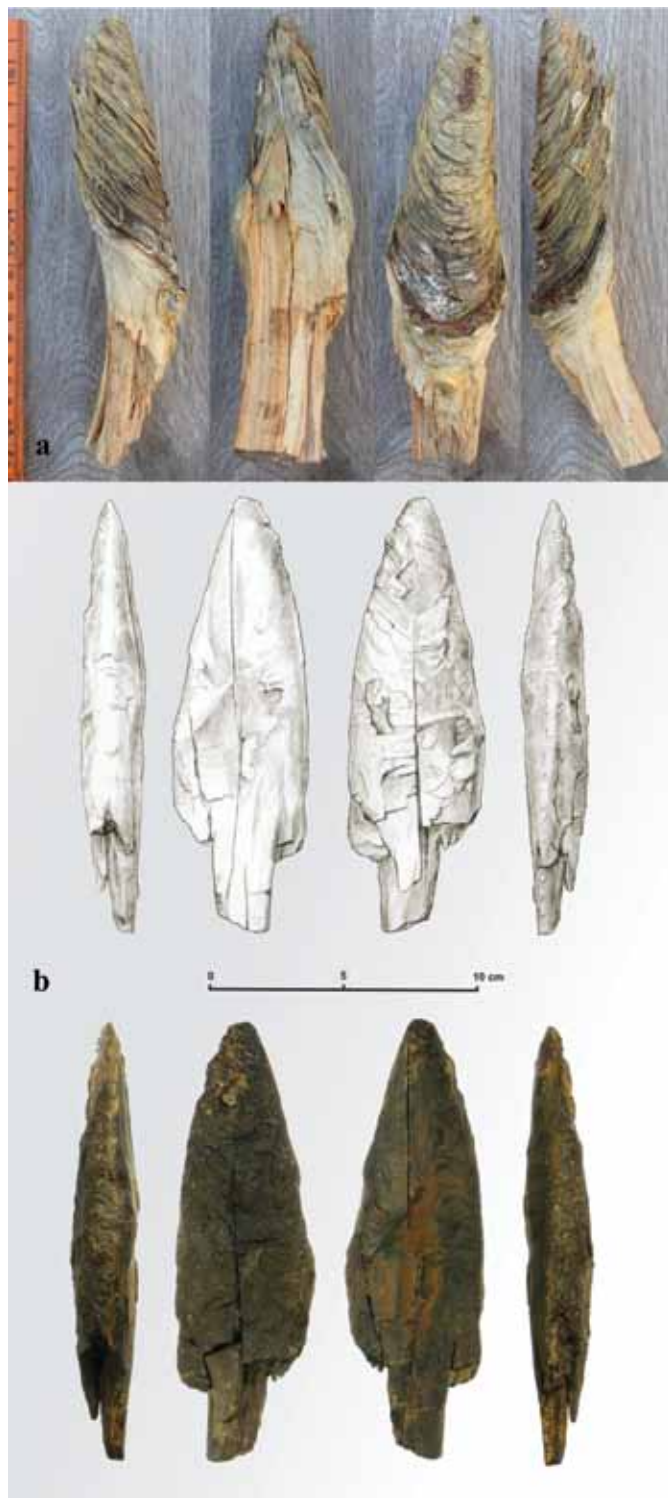
Sklicevanje na najdbo edinega takega primerka lesenega predmeta, ki so ga arheologi pobrali pri preiskovanju dna Ljubljanice pri Vrhnikih in njenih pritokov v petnajstih letih, ni argument, da je najdeni primerek lesa zato kakor koli antropogeno spremenjen.

Čeprav sta avtorje premotili simetrična oblika in vidna podobnost s kamnitimi orodji, pa zgolj podobnost ne more biti argument, da bi neko najdbo že lahko imeli za človeški izdelek. Avtorji so se tega zavedali, zato so kot potrditev svojih prepričanj uporabili sklicevanje na znanstveno avtoriteto, kar so podkrepili še z navedbo znanstvene ustanove, ki ji raziskovalec pripada. To je znanstveno in etično nevzdržno. Subjektivno mnenje nekoga, s katerim se posvetuješ, je lahko le opomba pod črto, ne pa argument za potrjevanje teze. Še posebej, ker je ob trditvah dr. Nielsa Bleicherja jasno, da v argumentaciji poskuša svoje prepričanje le utemeljiti z opisovanjem vidnega videza obravnavanega primerka lesa in izhaja iz pripadnosti lesa tisi. Iz opisa avtorjev ni mogoče razbrati, ali je Bleicher primerek sploh imel v rokah ali je videl le fotografije. Pri opisu obravnavanega primerka lesa avtorji uporabijo terminologijo, ki je v rabi pri opisovanju kamnitega orodja, in prime-

rek lesa primerjajo z značilnimi lomi koščenih konic iz paleolitskega najdišča Potočka zijalka, kar je povsem neprimerljivo. S tem sicer opis postane prepričljivejši, v resnici pa gre za primerjavo povsem neprimerljivih materialov in oblik. Avtorji so prepričani, da se les po naravni poti ne more preoblikovati v tako simetrično obliko. To verjetno drži. Vendar je med preoblikovanjem in tako naravno oblikovano rastjo lesa pomembna razlika. Naravno nastajajo tako »simetrične oblike« in oblike s »poudarjenim ramenskim prehodom iz najširšega dela v trn« vsakič, ko iz drevesa iglavcev izraste in leta raste veja. Da bi svojo trditev potrdil, sem iz veje, skupaj z grčo, naravno izravnane iz debla rdečega bora (*Pinus sylvestris*) (slika 5), ki ima grče povsem primerljive z grčami tis, razlike so lahko le v debelinah, dodatno »iztrgal« le grčo, torej »konico« Z dletom sem preklal vejo in s kleščami odstranjeval prirastne plasti veje do robu grče, do katerega je bila pred izravanjem v deblu. Meja med grčo, ki

Slika 5: Bližinski posnetek iztrgane veje rdečega bora in izrastišče grče v deblu rdečega bora. Foto: Pavel Jamnik.





je bila v deblu, in iz debla izraslo vejo je bila jasno vidna že takoj ob najdbi. Ta prehod v debelni kambrij in drugačno razporeditev branik grče avtorji »konice« opisujejo kot »poudarjeni ramenski prehod iz najširšega dela v trn« (slika 6). Da ne bi kdo podvomil, ali nisem z odstranjevanjem vejinih branik namerno oblikoval »ramenskega prehoda«, sem v naravi iskal ostanke izruvanih vej, pri katerih so procesi razkroja že naravno oblikovali bolj ali manj izrazit »ramenski prehod« (slike 7a, b, d). V enem primeru mi je uspelo iz trohnečnega debla bora izpuliti že tudi s trohnenjem načeto vejo, ki pa je imela grčo še povsem »zdravo« (slika 7c).

Slika 6 (a in b): Primerjava med: a) iz debla rdečega bora iztrgano grčo, po odstranitvi prirastnega lesa veje nad grčo (foto: Pavel Jamnik), in b) »paleolitsko leseno konico iz Ljubljane«. Povzeto po Gaspari in sod., 2011.



Slika 7 (a, b, c in d): V pobočjih planote Mežakle pobrane različno obranjene in razpadle grče rdečega bora (*Pinus sylvestris*). Puščica označuje mesto prehoda grče v vejo, ki jo avtorji konice razumejo kot »poudarjen ramenski prehod iz najširšega dela v trn«. Foto: Pavel Jamnik.

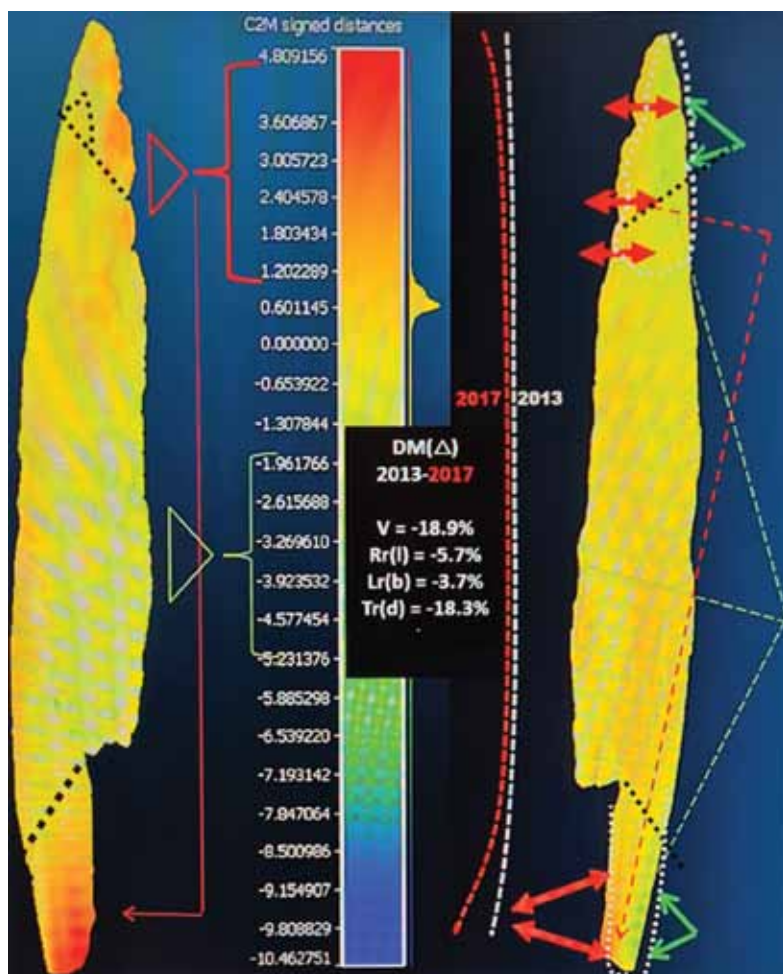
Ob primerjavi »paleolitske konice«, kakor avtorji opredeljujejo v Ljubljani najdeni primerki tisinega lesa, in z debla izravnane in iz veje »odluščene« grče bora je jasno, da je tudi kos lesa iz Ljubljane grča, pri kateri je ohranjen še nekajcentimetrski kambij veje. Jasen dokaz, da gre v obeh primerih za grčo, je tudi razporeditev prirastnic. V obeh primerih je vidno, da prirastne plasti z ene strani »objemajo« kambij veje. To se lepo vidi tudi na primerku, ki mi ga je uspelo najti in ki daje vtis, kot bi bila »konica« zasajena v deblo (sliki 8a, b).



Slika 8 (a, b in c): a) Trohneče deblo bora z grčami v ravnem položaju, b) po naravnem razpadu prirastnih plasti veje naravno nastane na robu »poudarjen ramenski prehod« (foto: Pavel Jamnik), c) primerjava s tisino grčo – »paleolitsko konico« (povzeto po Gaspari in sod., 2011). Predstavljeni primer je eden od najboljših pokazateljev, da je domnevna »konica« iz Ljubljane le grča naravnega izvora.

Prirasle plasti so debelejšje in bolj zaokrožene na vrhni strani (v smeri proti vrhu krošnje drevesa) grče, na grči s spodnje strani veje pa je izraziteje viden kambij veje. Ob rasti in debeljenju veje se ta nekoliko ukrivlja navzdol, zato so lahko različno ukrivljeni tudi »prehodi iz najširšega dela v trn«, kot ta prehod imenujejo avtorji paleolitske konice. Prav ta naravna ukrivljenost med rastjo veje bi bila lahko razlog, da je prišlo tudi med postopkom konzervacije tisine grče iz Ljubljance do ukrivljanja. Ker je seveda vzrokov za ukrivljanje lesa lahko veliko, na primer po vzdolžni smeri se celične stene zaradi sušenja »stiskajo« in posledično

prihaja do ukrivljanja, ta problematika presega namen tega besedila. Mogoče samo v razmislek. Čeprav je bil les do konzervacije shranjen v razmerah, primerljivih s tistimi, v kakršnih je bil najden, so bile te razmere vseeno spremenjene. Če je v tisočletjih, v katerih je tšina grča ležala nekje v sedimentih, morda zaradi pritiskov prišlo do poravnavanja ukrivljenosti, se je lahko s sprostitvijo sile sedimenta les ponovno vračal v prvotno nekoliko ukrivljeno obliko. Avtorji priznajo, da ukrivljanja in krčenja lesa po najdbi in ob konzervaciji ne znajo pojasniti (Guček Puhar, 2018) (slika 9).



Slika 9: Prikaz ukrivljanja »paleolitske konice« po najdbi in med preparacijo. Povzeto po Guček Puhar, 2022.

3. Namerno preoblikovanje kosa lesa

»[...] [O]bstajajo dokazi, da je bila namerno oblikovana – majhna veja blizu vrha konice je bila odrezana ali obrušena, da ni štrlela s površine; na dnu konice so zareze, pravokotne na os, simetrično zoženje proti konici pa ne sledi strukturi lesa (podatki Nielsa Bleicherja iz Laboratorija za dendrokronologijo v Zürichu).« (Gaspari in sod., 2011: 188.) »Bleicher je tudi opazil, da je bil tik pod vrhom konice odrezan in zbrušen izrastek veje, ki je v primerjavi z okoliškim lesom mnogo trši. Povsem jasno je viden rez, ki poteka prečno na naravni potek lesenih vlaken.« (Gaspari in sod., 2012: 234.)

Ker so avtorji izhajali iz izhodišča, da je bila »konica« izdelana iz večjega kosa lesa tise in je bilo treba iz tega prvotno večjega kosa koničasto obliko šele oblikovati, so seveda vse, kar se ne ujema z vodoravno nanizanimi prirastnimi plastmi debela, razumeli kot posledico različnih kotov, pod katerimi naj bi paleolitski ljudje pri oblikovanju konice odstranjevali dele lesa. Če bi že v izhodišču primerjali obliko in rast prirastnih plasti pri grčah, bi takoj opazili, da so prirastne plasti grče oblikovane krožno, tako da objemajo rastoči kambrij veje (slika 10a). Tudi na vrhu »konice« zato ni sled odrezane veje, kakor je avtorjem napačno vrh grče interpretiral Bleicher, na katerega se sklicujejo, temveč gre le za končne/zadnje/najgloblje prirastne plasti grče, ki so že povsem okrogle (slika 10b). To, kar avtorji vidijo kot jasen rez, so pač le ene od zadnjih krožnih prirastnih plasti grče. Ob tem je treba opozoriti še na eno pomembno dejstvo. Avtorji uporabijo izraz »povsem jasno je viden rez«. Če bi bilo to res, bi bila to edina sled antropogenega posega na primerku in bi jo avtorji poudarjeno predstavili z analizo oblike, globine, oblikovanosti dna zareze, tako kot se antropogene sledi na arheoloških predmetih dokazujejo (Rios-Garaizar, J., López-Bultó, O., Iriarte, E., in sod., 2018; Milks, A. G., 2018; Aranguren, B., Revedin, A., Amicoc, N., in sod., 2018). Navajati podatek o nekem

jasno vidnem rezu brez kakršnega koli vsaj najmanjšega pokazatelja, kaj šele dokaza za umeten nastanek tega, kar je definirano kot rez, je povsem neznanstveno. Še posebej, ker v začetnem delu besedila navedejo: »Pri pregledu pod mikroskopom na površini lesa ni bilo ugotovljenih sledov obdelave z ostrimi orodji.« (Gaspari in sod., 2012: 233.) Sklicevanje na mnenje Bleicherja pa, kot smo že navedli, ni nikakršen dokaz.

4. Utrjevanje v ognju

»[...] [O]bstajajo dokazi, da je bil utrjen v ognju. Ena stran predmeta kaže znake abrazije zaradi drobnih delcev v strugi, druga stran pa je skoraj v celoti prekrita z 0,2–2 mm debelim, kompaktnim, črnim materialom, ki je delno razpokan, gladek in ima izsušen videz. [...] Vsebnost 30 % ogljika in 65 % kisika kaže, da je bila površina konice ožgana, in kaže na utrjevanje v ognju« (Gaspari in sod., 2011: 189). »[...] Njena površina je deloma napokana, gladka in daje hidrofoben videz. Ohranitev te snovi samo na eni strani je zelo verjetno povezana s poodložitenimi pogoji in resedimentacijo. [...] Raziskave so nedvoumno pokazale, da tisin les z izpostavljanjem ognju pridobi na trdoti nekajkrat, druge vrste lesa pa le minimalno. [...] Ob izpostavljanju v ognju bi take sledi seveda izginile, kot v primeru obravnavane najdbe. Odsotnost vidnih sledov orodja na konici iz Ljubljane je torej najverjetneje posledica njenega izpostavljanja ognju.« (Gaspari in sod., 2012: 234.)

Sledi gorenja ali delna zoglenelost konice nista nikakršen dokaz utrjevanja v ognju. Navajati zoglenelost kot argument, da je »utrjevanje v ognju« ob tem uničilo vse sledi izdelave ali uporabe »konice«, je povsem neprimerno. Še posebej, ker avtorji hkrati navajajo, da je zoglenelost vidna le na eni strani »konice«. To poskušajo pojasnjevati z razlago, da naj bi bila ena stran »konice« izpostavljena abraziji zaradi premikanja po strugi. Ogenj in požari so najprej naraven pojav in ne izključno kulturna prvina paleolitskih in kasnejših ljudi. To pomeni, da je



Slika 10 (a, b, c in d): a) Krožno zrasle prirastnice grče rdečega bora (Pinus sylvestris) in b) prirastnice na »paleolitski konici«, c) skrajni, končni del grče rdečega bora s krožnimi prirastnimi plastmi, d) »vrb« paleolitske konice, na katerem naj bi bila odrezana manjša veja. (a in c foto: Pavel Jamnik, b in d povzeto po Gaspari in sod., 2011.)

sledi gorenja treba najprej razumeti kot posledico naravnega dogodka, šele kakršni koli neposredni dokazi, da je bil vzrok ognja na konkretnem primerku antropogeno pogojen, pa lahko v razpravo vnese človekovo dejav-

nost. In ne obratno. Na »konici« ni ničesar, kar kaže na antropogeno pogojeno ožiganje. Celo nasprotno. Naravni požari skoraj v večini primerov intenzivneje zajamejo en del drevesa ali drevesnih delov, odvisno pač od

smeri in hitrosti pomikanja ognja skozi pokrajino. Razlagati zогlenelost le z ene strani z abrazijo zогlenelosti na drugi strani, je nesmisel. Premikanje kosa lesa po strugi in abraziranje njegove površine ni mogoče le po eni strani, saj vodni tok tak majhen kos lesa, kakršen je obravnavani primerek, ves čas obrača. Nimamo pa niti približnega podatka, od kod naj bi bil obravnavani primerek lesa naplavljen. Jasno je le, da se nahaja na drugotnem mestu. Avtorji namreč o mestu najdbe navajajo: »Nenavadna okoliščina odkritja lesene konice v nekaj deset tisoč let mlajši strugi Ljubljance, ki se je [...] ustalila približno v današnjem poteku šele v bronasti dobi, je napeljevala na dve možni razlagi. Po prvi je konica povezana z erozijo starejših sedimentov, ki tvorijo podlago rečnih brežin in dna, pri čemer se je lahko tudi tam nahajala v že večkrat resedimentiranem položaju. Druga razlaga je predvidevala, da konica izvira iz globljih sedimentov v bližnjih glinokopih, od koder je šele naknadno dospela v Ljubljano. [...] Obsežni, do 10 m globoki bazeni, ki ležijo na desnem bregu vzporedno in tudi gor vodno od najdišča, so danes zaliti z vodo in spremenjeni v ribnike.« (Gaspari in sod., 2012: 235; Gaspari in sod., 2011: 187.)

5. Radiometrično datiranje

»Umestitev predmeta v pozni mousterien na podlagi oblikovnih značilnosti so potrdile radiometrične raziskave z metodo AMS ^{14}C . Prva datacija laboratorija iz Miami je pokazala, da je les starejši od 43.970 let (Beta-252943), ponovljena datacija v Oxfordu pa je dala rezultat $38.490 \pm 330 \text{ BP}$ (OxA-19866).« (Gaspari in sod., 2012: 235.)

Ker sem v besedilu predstavil, da oblikovne značilnosti ne potrjujejo antropogenega nastanka lesenega primerka s koničastim videzom, ni mogoče pri interpretaciji starosti uporabljati arheoloških oznak za kulturne stopnje srednjega paleolitika, torej mousteriena. Če so radiometrične analize, glede na čas mejnega obdobja, ki ga meto-

da ^{14}C sploh še uspešno zajame, natančne in nesporne, je dobljena datacija le geološka starost obravnavanega primerka lesa tise, za katerega v tem tekstu dokazujem, da je ostanek grče. Pravilna časovna navedba je lahko le, da les v Ljubljanci najdene tise izvira iz časa zadnje ledene dobe, torej poznega pleistocena, po kronologiji morskih izotopskih stopenj (MIS, angleško *Oxygen isotope stages*, OIS) v obdobje MIS 3.

Zaključek

Z analizo sklopov argumentov, ki jih podajo avtorji ideje, da je primerek tisinega lesa, najden leta 2008 v reki Ljubljanci, mousterienska lesena konica, in z opravljeno primerjavo z grčo drevesa iglavca, v tem primeru rdečega bora, sem poskušal dokazovati, da je primerek najdenega tisinega lesa zgolj ostanek tisine grče. Prav tako sem želel opozoriti na prehitro in neznanstveno podajanje zaključkov o posameznih najdbah. Razumem navdušenje ob nenavadnih odkritjih in željo, ki se ji je težko upreti, da pri dokazovanju izhajamo iz vnaprejšnjih subjektivnih ocen in posledično, vede ali nevede, ne vidimo tistega, kar je mogoče videti pri korektnem znanstvenem dokazovanju. Ob tem je vedno treba imeti v mislih, kakšno škodo lahko s tem naredimo svoji znanstveni stroki. Stvari, ki se oblikujejo in jih opazimo v naravi, so velikokrat podobne stvarim, ki jih je v svojih začetkih oblikoval človek, saj je verjetno prav v naravnih oblikah prepoznal zase uporabne rešitve. Žal pa to še ne pomeni, da je vsaka nekoliko nenavadna, predvsem pa manjkrat opazna stvar iz narave že delo človeka. Zaenkrat ni niti enega znanstvenega argumenta, na podlagi katerega bi lahko verjeli ali vsaj domnevali, da so najdeni primerki tisine grče ljudje v srednjem paleolitiku kakor koli uporabljali ali iz tisinega lesa celo izdelali konico. Če bi v diskusijo vpeljali še razpravo o funkcionalnosti takega lesenega primerka, bi bili seveda argumenti v prid nepreoblikovane, naravno nastale tisine grče še prepričljivej-

ši. Očitno so v to smer razmišljali tudi tuji avtorji, ki so najdbo že omenili v svojih zelo natančnih analizah lesenih izdelkov (kopjih) iz obdobja srednjega paleolitika. Zapisali so namreč, da po njihovem mnenju primerek iz Ljubljani ne kaže znakov človekove obdelave (Schoch in sod., 2015: 11) ali pa opozorijo, da je bila hipoteza o paleolitski uporabi postavljena le zaradi vrste lesa, zato bi bile potrebne nadaljnje raziskave (Milks, 2018: 312).

Zahvala:

Mag. Matiju Križnarju iz Prirodoslovnega muzeja Slovenije se iskreno zahvaljujem za predhodno branje rokopisa, koristne in kritične nasvete pri lesnoanatomskih analizah in izražanju ter pomoči pri obdelavi fotografij.

Literatura:

Aranguren, B., Revedin, A., Amicoc, N., Cavullid, F., Giacchi, G., Grimaldi, S., Maccioni, N., Santaniello, F., 2018: *Wooden tools and fire technology in the early Neanderthal site of Poggetti Vecchi (Italy)*. *PNAS*, 115 (9): 2054–2059. <https://doi.org/10.1073/pnas.1716068115>.

Čufer, K., 2006: *Anatomija lesa (univerzitetni učbenik)*. Ljubljana: Oddelek za lesarstvo, Biotehniška fakulteta, 186 str.

Erič, M., Gaspari, A., Odar, B., Nadbath, B., 2009: *Lesena szeletniška konica z Ljubljanskega Barja. Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije. Center za preventivno arheologijo, skupina za podvodno arheologijo. Novinarska konferenca 6. maja 2009. Pdf-predstavitev. V času konference dostopna na internetu (arhiv avtorja), Ljubljana.*

Erič, M., Gaspari, A., Nadbath, B., Odar, B., 2010: 137. EŠD: 11420. *Naselje: Notranje Gorice (Sinja Gorica). Varstvo spomenikov. Poročila*, 46 (2009): 236–238.

Erič, M., Guček Pubar, E., Jaklič, A., Solina, F., 2018: *The necessity of Changing the Methodology of Preserving Waterlogged wooden Objects*. *Skyllis Zeitschrift für maritime und limnische Archäologie und Kulturgeschichte*, 2: 174–128.

Erič, M., Stopar, D., Solina, F., Kavkler, K., 2019: *Reconceptualization of the contemporary Maritime Museum. Do we Really Need the Original Waterlogged Wooden Artefacts and Objects?* *Skyllis Zeitschrift für maritime und limnische Archäologie und Kulturgeschichte*, 2: 11–28.

Erič, M., 2020: *Submerged Heritage/Potopljena baština, Conservation of waterlogged wooden artefacts (Lessons learned from the palaeolithic wooden point from the Ljubljana river)*, 10: 63–69. Zadar.

Gaspari, A., Erič, M., Odar, B., 2011: *A Palaeolithic Wooden Point from Ljubljansko Barje, Slovenia*. V: Benjamin, J., Bonsall, C., Pickard, C., Fischer, A., (ur.): *Submerged Prehistory, 186–192*. Oxford: Oxbow Books.

Gaspari, A., Erič, M., Odar, B., 2012: *Paleolitska lesena konica iz Ljubljani*. V: Gaspari, A., Erič, M., (ur.): *Potopljena preteklost. Arheologija vodnih okolij in raziskovanje podvodne kulturne dediščine v Sloveniji*, 231–238. Radovljica: Didakta.

Guček Pubar, E., 2018: *Primerjava 3D modelov paleolitske lesene konice*. Diplomsko delo. Ljubljana: Fakulteta za računalništvo in informatiko (neobjavljeno delo), 135 str.

Guček Pubar, E., Korat, L., Erič, M., Jaklič, A., Solina, F., 2022: *Microtomographic Analysis of a Palaeolithic Wooden Point from the Ljubljana River*. *Sensors*, 22: 2369. <https://doi.org/10.3390/s22062369>.

Jamnik, P., 1999: *Je domnevno neandertalčevo piščal le naredila žival?* *Proteus*, 61 (9–10): 443–451.

Kavur, B., 2012: *Prispevek lesene najdbe iz Ljubljani pri Sinji Gorici za kulturno zgodovino*. V: Gaspari, A., Erič, M., (ur.): *Potopljena preteklost. Arheologija vodnih okolij in raziskovanje podvodne kulturne dediščine v Sloveniji*, 239–242. Radovljica: Didakta.

Leban, I., (brez letnice): *Osnove lesarstva. Napake v lesu. Srednja lesarska šola Škofja Loka*. https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/08/5-NAPAKE_LESU.pdf (vpogled 23. 11. 2022).

Milks, A. G., 2018: *Lethal Threshold, The Evolutionary Implications of Middle Pleistocene Wooden Spears*. Ph.D. Thesis, London: University College London, Institute of Archaeology. Unpublished. <http://discovery.ucl.ac.uk/10045809/> (vpogled 23. 11. 2022).

Rios-Garaizar, J., López-Bultó, O., Iriarte, E., Pérez-Garrido, C., Piqué, R., Aranburu, A., Iriarte-Chiapusso, M. J., Ortega-Cordellat, I., Bourguignon, L., Garate, D., Libano, I., 2018: *A Middle Palaeolithic wooden digging stick from Aranbaltza III, Spain*. *PLoS ONE*, 13 (3): e0195044. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195044>.

Schoch, W. H., Bigga, B., Bohner, U., Richter, P., Terberger, T., 2015: *New insights on the wooden weapons from the Paleolithic site of Schöningen*. *Journal of Human Evolution*.

Torelli, N., 1990: *Les & skorja. Slovar strokovnih izrazov*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, Katedra za tehnologijo lesa.

Zule, J., (brez letnice): *Lesna biomasa*. <https://www.zelenaslovenija.si/esg/energent-a-je-labko-se-mnogo-vec-157/> (vpogled 23. 11. 2022).

Matija Vertovec, zbiralec okamin in razširjevalec paleontoloških spoznanj med ljudmi

V spomin na ajdovskega zbiralca fosilov in bibliofila Stanislava Bačarja

Matija Križnar

Kakor otroka že mika se splaziti na bližnjo goro domačije, vleče tud umniga neizrekliva moč gor na visoko; truden vencih domačih skerbi, sit, nejevoljin pretežkih butar, – iše miru in pokoja, – in ker ga spodej na svetu ne najde, beži gor na visoko goro v svojo sladko tolažbo.
Matija Vertovec, *Shodni ogovori*, 1850

Slika 1: Portret Matije Vertovca (1784–1851) z redkim arhivskim pismom, ki ga je Vertovec v začetku leta 1851 poslal v Ljubljano. Vir: Arhiv Narodnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.



Matija Vertovec, duhovnik, učitelj in promotor

Matija Vertovec (tudi Vrtoviz, Vertouz, Vertovc ali Vrtovc) se je rodil 28. januarja leta 1784 v Šmarju na Vipavskem (slika 1). V veliki kmečki družini je bil šesti otrok. Njegov prvi učitelj je bil domači duhovnik. Osnovno izobrazbo je dobil v farni šoli v Vipavi, gimnazijo je obiskoval v Gorici, licej pa v avstrijskem Gradcu. Prvi letnik bogoslovja je zaključil v Ljubljani, ostale tri pa v Gorici (Lavrenčič, 1884; Kralj, 1996). V mašnika (postal je subdiakon) je bil posvečen leta 1807 v Gorici, prvo službo pa je nastopil že konec istega leta v Vipavi. Po nekaj letih se je službeno preselil na Planino pri Ajdovščini, kjer se je zelo navezal na svoje vaščane. V začetku marca leta 1813 je zasedel izpraznjeno mesto in postal kurat oziroma vikar v Šentvidu pri Vipavi (danes Podnanosu), kjer je ostal do svoje smrti, celih 38 let (Kralj, 1996). V začetku leta 1851 je zaradi splošne oslabeledosti in boleznih želel zapustiti duhovniški poklic, končno pa se je upokojil konec aprila istega leta. Zaradi hudega otekanja nog in trebuha (vodenice) je umrl 2. septembra leta 1851 v starosti 68 let na svojem domu blizu šentviške farne cerkve.

Za Matija Vertovca mnogi pišejo, da je bil široko razgledani duhovnik, vinogradnik, zgodovinar, učitelj, naravoslovec in izjemni razširjevalec uporabnega naravoslovja (fizike, kemije, astronomije in podobnih ved). Zagotovo najbolj prepoznan je po svojih vinogradniških in kletarskih objavah, ki jih je napisal v slovenščini. O praktični uporabi kemije je pisal v *Kmetijski kemiji* iz leta 1847, nekaj del pa je posvetil tudi astronomiji in splošni svetovni zgodovini, ki pa je zaradi smrti ni dokončal (Kodre, 2002). Svoje široko znanje in poznavanje je pridobil tudi na nekaterih popotovanjih v Rim, Pariz, Berlin, München, Heilbronn in nekatera bližnja mesta. Bil je zelo dejaven član Kranjske kmetijske družbe, sodeloval je tudi pri delovanju Društva kranjskega deželnega

muzeja, kot pisec pa je na pobudo ustanovitelja *Kmetijskih in rokodelskih novic* Janeza Bleiweisa pl. Trsteniškega (1808-1881) veliko pisal za omenjeni časopis. Prijateljaval je z vipavskim veljakom Antonom Lavrinom plemenitim (1789-1869) ter mnogimi takratnimi kranjskimi veljaki in naravoslovci, kot so bili grof Franc Jožef Hanibal Hohenwart (1771-1844), entomolog Ferdinand Schmidt (1791-1878) in široko razgledani naravoslovec in muzealec Henrik Freyer (1802-1866). Kot zanimivost naj omenimo, da je bil Matija Vertovec tudi eden izmed naročnikov Freyerjeve *Posebne karte Vojvodine Kranjske (Special-Karte des Herzogtums Krain)*.

Zbiranje okamnin za muzej

Kljub izjemno dobro raziskanemu delovanju Matije Vertovca na številnih področjih, predvsem v vinogradništvu, slovstvu in naravoslovju, pa o njem kot zbiralcu fosilov (okamnin) ne zasledimo nič. Pri raziskovanju zgodovine nekdanjega Deželnega muzeja za Kranjsko ter njegovih predhodnikov in sodobnikov (Narodnega muzeja Slovenije in Prirodoslovnega muzeja Slovenije) smo našli vrsto zanimivih arhivskih virov, v katerih je Matija Vertovec naveden kot zbiralec in darovalec mnogih fosilov in drugih geoloških primerkov (kamnin in mineralov) muzejskim naravoslovnim zbirkam (Križnar, 2021). Matija Vertovec je občasno denarno podpiral tudi delovanje Deželnega muzeja za Kranjsko, kar je razvidno iz zapisov v takratnih dnevnih časopisih. Splošno znano je njegovo darovanje petinštirideset sort vinskih trt iz Vipavske doline, ki jih omenja tudi sam grof Hohenwart v svojem prvem vodiču po muzeju (Hochenwart, 1836: 12; glej tudi Križnar, 2021: 28). Sodeloval je tudi z že omenjenim Ferdinandom Schmidtom, s katerim je leta 1831 priredil ekskurzijo po Vipavski dolini (Schmidt, 1832; Bufon, 1963).

O zbiranju fosilov Matija Verhovca največ izvemo iz rokopisnih popisov podarjenih primerkov takratnemu muzeju v Ljubljani in



Slika 2: Pogled iz zaledja Podnanosa na greben Nanosa, ki je zgrajen iz krednih plasti. V njih je Vertovec nabiral zanimive ostanke hipuritov (rudistnih školjk) in druge fosile. Foto: Matija Križnar.

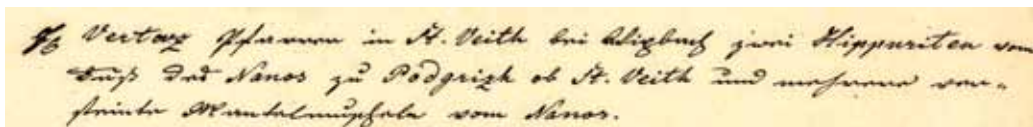
iz časopisnih (tiskanih) seznamov, objavljenih v *Ilirskem listu*. Tako lahko iz omenjenih zapisov razberemo, da je Vertovec pregledoval in zbiral fosile večinoma v okolici Podnanosa (nekdanjega Šentvida ali Šembida), po bližnjih gričih okoli Šmarja ter pogosto tudi po Nanosu (slika 2).

Prve omembe njegovih darov segajo v leto 1832, ko je muzeju podaril pet primerkov fosilov (okamnin, izvirni zapis *Versteinerungen*) in dve kamnini. Leto kasneje podari še šest različnih fosilov z Nanosa. Nekaj let pozneje dobijo v muzeju še fosilnega polža ter nekaj primerkov kamnin, med njimi peščenjak (izvirni zapis *Sandstein*) in laporovec

iz domačega vinograda. V letih od 1841 do 1843 Vertovec očitno raziskuje melišča in okolico Nanosa (slika 3).

Takrat je našel tudi dva hipurita (rudistni školjki) pri Podgriču (izvirno *von Podgritsch*). Še lepšo rudistno školjko hipurita, ki je bila velika »neun Zoll« (približno 23 centimetrov) in imela premer »zwei ein halb Zoll« (6,5 centimetra), je našel na Nanosu. Ob tem časopisnem zapisu je omenjen tudi nemški paleontolog Georg August Goldfuss (1782-1848), ki je prav leta 1840 opisal podobne hipuritne lupine. Zbiranje krednih fosilov pod Nanosom in na njem je očitno nadaljeval še leta kasneje, ko je našel še

Slika 3: Rokopisni zapis iz seznama podarjenih fosilov (leta 1841 jih je podaril Henrik Freyer), ki opisuje Vertovčevo najdbo hipurita iz okolice Podgriča ter nekaj fosilov z Nanosa. Vir: Arhiv Narodnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.





Slika 4: V okolici svojega rodnega zaselka pri Šmarju je Matija Vertovec nabiral tudi eocenske fosile, kot so alveoline (luknjičarke) in korone morskih ježkov. Vse je obranjeno v rokopisnih in časopisnih zapisih. Na fotografiji so hišice eocenskih alveolin (levo spodaj), ki jih je več desetletij kasneje zbral ajdovec Anton Bianchi (1858–1933). Vir: Arhiv Narodnega muzeja Slovenije. Foto: Matija Križnar.



Slika 5: Kredne rudistne školjke – hipurite – je Vertovec zbral predvsem na Nanosu in pod njegovim vznožjem. Na fotografiji je eden od redkih še obranjenih fosilov iz zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Na desni sta zapis o donaciji primerkov muzeju in prikaz hipuritov, kot jih je predstavil nemški paleontolog Georg August Goldfuss (1782–1848), ki je tudi omenjen v zapisu. Vir: Goldfuss, 1840, in Ilirski list. Fotografija fosila: David Kunc.

druge fosilne školjke, polže in seveda pogoste hipurite (izvirni zapis *Hippuriten*).

Leta 1847 je Vertovec očitno raziskoval tudi okolico svojega rojstnega kraja, zaselka Jakulini pri Šmarju. Tam je na griču, imenovanem Kamnji reber (v rokopisu zapisano Kamnje Reber), južno od zaselka nabiral posamezne hišice eocenskih foraminifer alveolin, nekatere tudi še v kamnini, ter našel celo korono eocenskega ježka (pripisali so ga rodu *Spatangus*) (slika 4).

Na žalost se od Vertovčevih fosilov ni ohranilo veliko oziroma so bili mnogi med njimi pomešani med ostalo muzejsko paleontološko gradivo. Skoraj z gotovostjo pa lahko potrdimo, da se je ohranil eden izmed omenjenih hipuritov, saj je njegovo najdišče prav Nanos, ujema pa se tudi velikost primerka (slika 5).

Matija Vertovec pa ni zbiral zgolj fosilov in kamnin, ampak je, sicer bolj poredko, muzeju podaril tudi primerke mineralov. Tako je leta 1841 podaril dva primerka kalcitnih kristalov (izvirno *Kalkspath*, nemško ime za kalcit), ki sta bila priraščena na kamnito podlago ter sta bila po Vertovcu »stebričasta« (slika 6).

Vertovec o paleontologiji in geologiji v poljudnih spisih

Že leta 1821 Vertovec v nemškem jeziku napiše za časopis *Ilirski list* krajša besedila z

naslovom *Die ursprüngliche Bildung der Wipbacher Gegend* (Prvotna zgradba Vipavske doline). V več nadaljevanjih poljudno predstavi nekatere geološke, hidrološke, geomorfološke in zemljepisne značilnosti Vipavske doline. Tako omenja jame in kapnike, vodovja ter mnoge vzpetine. Med geološkimi oziroma paleontološkimi temami izstopa predvsem predstavitev tako imenovanih »lečastih kamnin« (izvirno *Liesensteine*), ki jih danes poznamo kot numulitne apnenice oziroma kamnine z numuliti (izumrle velike foraminifere, značilne za eocensko dobo). Vertovec za te kamnine tudi napiše, da vsebujejo hišice numulitov v velikosti od navadne leče do bakrenega krajcerja (izvirno *kupfernen Kreuzer*) (Vertouz, 1821: 38-39). Malo bolj skrivnosten je izvor oziroma pojmovanje besede *Helmintholithen*, ki se prav tako nanaša na fosile in je v takratnem času bilo poimenovanje za fosilne črve kot tudi za mnoge fosilne mehkužce. Če smemo sklepati, bi to poimenovanje bilo lahko tudi za fosilne sledi (ihnofosile), ki so še danes pogosti v flišnatih plasteh Primorske.

V že omenjenem kmetijskem priročniku *Kmetijska kemija* iz leta 1847 Vertovec prav tako nekaj odstavkov nameni predstavitvi paleontologije. Na kratko opiše fosilizacijo rib, ki jih lahko najdejo kot »popolni vtisk ribe«. V istem odstavku Vertovec pozove tudi naključne najditelje okamin, naj jih

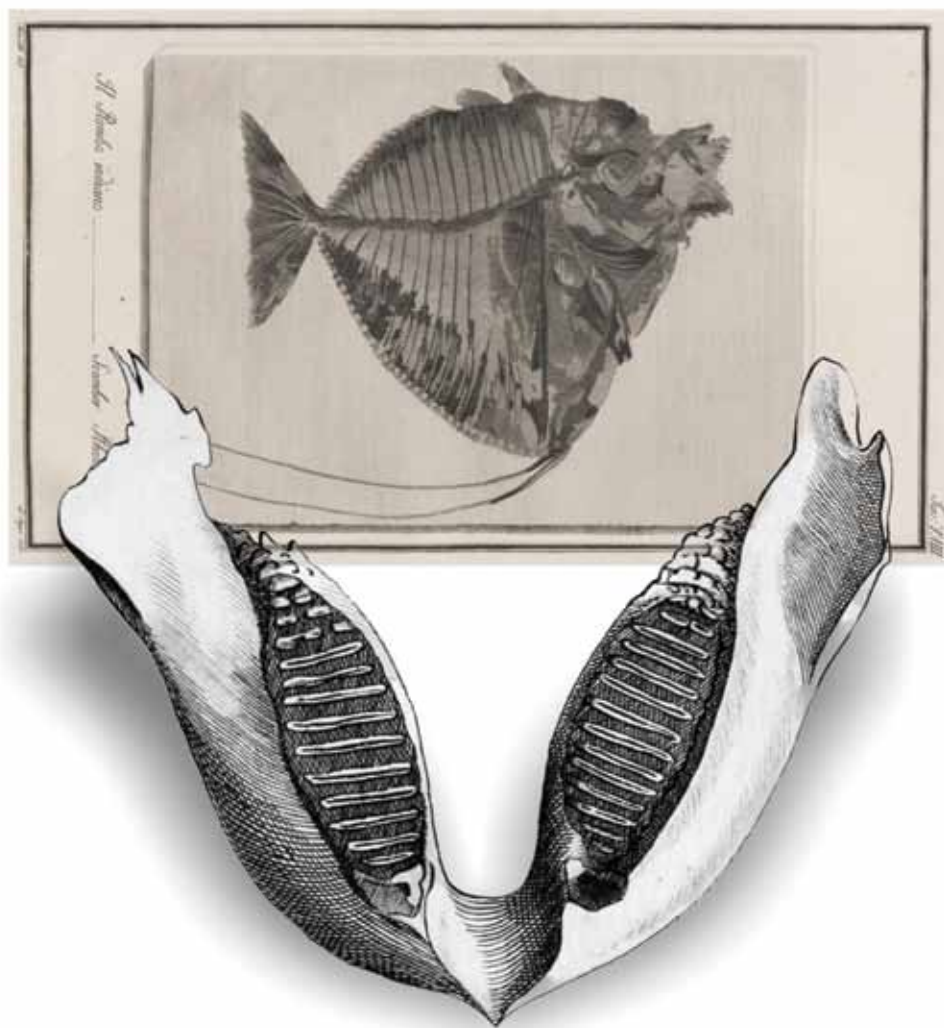
Slika 6: Vertovec je očitno zbiral tudi minerale, kot navaja časopisni zapis iz leta 1842. Muzeju je podaril primerek kalcita s »stebričastimi« kristali. Vir: Ilirski list.

119. Herr Vertouz, Pfarrer in St. Veith bei Wippach: vier Stück Kalkstein mit versteinerten Mantelmuscheln (*Ostrea*); zwei Stücke Kalkspath, auf der Oberfläche fein säulenförmig krystallisiert; dann ein Stück Thonschiefer, worauf ein Nest von Insecten erbaut, halbkugelförmig mit kleinen Steinchen verkittet.

podarijo muzeju: »Učeni išejo s posebno rado-
stjo take okamnjenice in vtiske, jih spravljajo in
v muzeumih hranijo, kakor priče grozovitnih
prememb, ki so se že na svetu, posebno ob po-
topih godile, v razjasnenje svojih narodov. Ko
bi tedaj kmetovavci bistriga očesa in iskreniga
uma kaj taciga našli, kar se jim velikrat per-

godi, naj bodo vendar tako rodoljubi, de brez
oškodovanja poberejo, ko ne drugači s celim ka-
mnam, kjer bi bilo vrašeno, in naj muzeumu
svoje domovine podarijo.« (Vertovec, 1847: 38.)
Prav gotovo najbolj zanimiv je Vertovčev za-
pis v Slovenskem berilu za drugi gimnazialni
razred, ki je bil objavljen že po njegovi smrti

Slika 7: Risba eocenske ribe z najdišča Bolca pri Veroni in spodnje čeljusti mamuta, kot jo je predstavil Georges Cuvier (1769–1832). Vse omenja ali opisuje Matija Vertovec v besedilu Okamnine, ki je izšlo po njegovi smrti. Vir: Volta, 1796, in Cuvier, 1799.



leta 1852. V njem predstavi več kot sedem strani dolgo poljudno besedilo z naslovom *Okamnine*, ki ga začne z besedami: »*Od silodavnih časov so se na zemlji strašne prekucije in silovite premembe godile. Ni je dežele, ne tako visoke gore, ki bi ne bila v davnosti dno morja. Mnogi kraji so se že v morje pogreznili, drugi so bili pa iz globocin morja na dan kviško vzdignjeni.*« Sledi opis nastanka fosilov (fosilizacije). Ne pozabi omeniti niti fosilov, ki nastanejo v procesu inkrustacije ali prekrivanja, ki ga Vertovec imenuje *oskorjenine*. V tej zvezi med drugim omeni tudi *lahak kamen* ali danes lehnjak, ki »*se da s sekiro sekati in obdelovati*«. Na koncu prvega poglavja povzame, da »*[V]se, kar se živalskega ali rastlinskega po zdaj dopovedani poti okamnini, imenujejo učeni: okamnine.*«

Ob predstavitvi še enega izmed procesov fosilizacije se ustavi ob odtisih rib, ki jih imenuje *vtiski*. Ob tem omeni takrat že poznano in izjemno paleontološko najdišče v okolici današnje italijanske vasi Bolca blizu Verone. Vertovec o tem najdišču predvsem eocenskih rib zapiše: »*V nekem hribu nad Vičenco na Beneškem so našli naravoslovci grozno čiste vtiske 127 ribjih popolnoma med sabo različnih in neznanih, to je, zdaj ne več živečih plemen; sploh poznajo že učeni vtiskov čez 800 ribjih plemen. Drugi vtiski pa niso tako čisto in popolnoma speljani; vidijo se le ribji herbtii in glave skoščicami vtisnjeni ali okamnjeni, da se ne dajo lahko vselej v svoja plemena ali sorte verstiti.*« Očitno je nekatere izmed teh ostankov videl tudi v kateri izmed muzejskih zbirk, ko je potoval po Evropi. Ali pa je o njih prebral v redkih, toda nazorno ilustriranih monografijah italijanskih ali nemških paleontologov. O takrat dragih paleontoloških knjigah pripomni: »*Take okamnine popisujejo v knjigab, katerim tablice z zrisanimi ali clo z zmalanimi okamninami prikladajo, da se mora za nje 100 do 200 gold. plačati.*« (Vertovec, 1852: 54.)

V zadnjem poglavju z naslovom *Predpotopne živali* Vertovec predstavi fosilne plazilce in sesalce. Opisuje, da jih je mogoče odkriti

v jamah in jih raziskovalci z veliko vnemo iščejo in raziskujejo. Vertovec ne pozabi niti na jamskega medveda, o katerem zapiše: »*Tako so poiskali v Postonjski jami kosti medveda, in ga v Ljubljanskem muzeumu postavili, tacega plemena, ki na svetu več ne živi. V slavnih muzeumih se vidi zelo veliko tacihi okostij ali škeletov mnogoverstnih žival, katerih plemena so že silodavno na svetu prešle.*« Seveda ne pozabi niti mamutov iz Sibirije, ki so jih našli celo zamrznjene. Zapiše tudi, da mamutove zobe prodajajo in da so njihove ostanke našli celo v Ameriki.

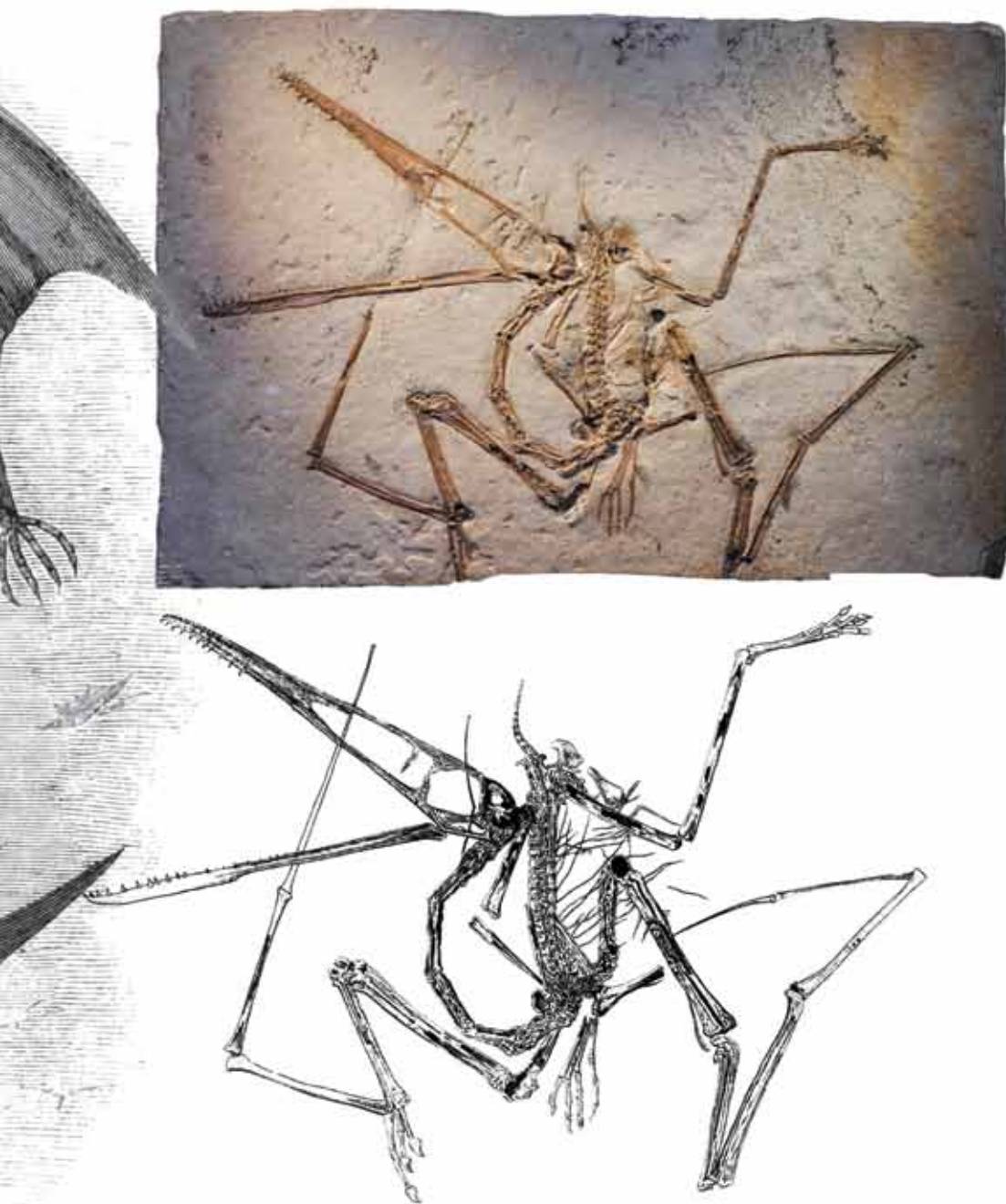
Vertovec omenja tudi različne fosilne plazilce, toda pri njegovih opisih ne moremo potrditi, da govori o dinosavrih, zagotovo pa govori o velikih jurskih in krednih morskih plazilcih, predvidoma iz nemških najdišč. Najbolj slikovit je njegov opis letočih plazilcev – pterozavrov: »*Več plemen med njimi je bilo pa tacihi, ki so z razpetimi kožami kot dupir letale, te so bile pa veliko manji od pred imenovanih.*« (Slika 8.)

Vertovec pterozavre že opisuje kot letče nepopirjem podobne živali, kar je bilo v tistem času še dokaj nerazjasnjeno ter so jih nekateri paleontologi imeli za plavajoče živali (Wellnhofer, 2008).

Od takrat najbolj čislanih raziskovalcev »predpotopnih živali« Vertovec predstavi francoskega paleontologa Georges-a Cuvierja (1769-1832). O njem pravi: »*Cuvier sam je popisal in imenoval blizo 40 ali večih ali slavnih predpotopnih živalskih plemen, in ravno s tem je spodbodil druge učene, da zmirej napredovajo.*«

Sestavek o okamninah v berilu zaključii z preprosto razlago, kaj je geologija in kaj preučuje: »*Vsa ta učenost, ki ji pravijo: «Geologia», služi v razjasnjenje silostare in terde skorje, s katero je zemlja obdana, čudovitih prekucij, ki so se nagloma, in družih prememb, ki so se z nezapopadljivo počasnostjo speljevale.*« Omenjeno in na kratko predstavljeno besedilo *Okamnine* sodi med prve poljudne in dokaj natančne paleontološke opise. Zagotovo pa je to prvo takšno besedilo v slovenskem je-





Slika 8: O pterozavrih Vertovec piše, da so podobni netopirjem (po njegovo dupir), in jih že prepozna kot plazilce (risba levo iz leta 1843). Sicer pa so ti fosilni plazilci bili znani že od leta 1784, na primer vrsta Pterodactylus antiquus (sliki desno). Vir: Wellnhofer, 2008. Fotografija pterozavra: Matija Križnar.

ziku in si zato mogoče ob drugi priložnosti zasluži še bolj natančno predstavitev.

O delovanju Matije Vertovca na področjih paleontologije in splošne geologije ni bilo znanega veliko. Zato je toliko bolj presenetljivo, da smo z nekajletnim preučevanjem gradiva zbrali in razbrali mnogo podrobnosti o njegovih potepih po zgornji Vipavski dolini in Nanosu. Kljub temu, da se njegovi fosili večinoma niso ohranili, pa še vedno ostaja upanje, da ti ležijo v kateri izmed muzejskih depojskih omar, kar velja tudi za arhivsko gradivo, ki prav tako še vedno čaka ponovnega »odkritja« in razlage. Ob obuditvi raziskovanja okamnelega sveta iz prelepe Vipavske doline ne moremo mimo sodobnikov Matije Vertovca, ki so prav tako marljivo in sistematično preučevali paleontološko dediščino tega dela Slovenije. To so bili nekdanji ajdovski posestnik Anton Bianchi (1858–1933), goriški profesor Ferdinand Seidl (1856–1942) ter nazadnje tudi Stanislav Bačar (1938–2012), kateremu tale skromni prispevek tudi posvečamo.

Literatura:

- Bufon, Z., 1963: *Ferdinand Schmidt in slovanski biologi. Kronika (Časopis za slovensko krajevno zgodovino)*, 11 (1): 60–64.
- Cuvier, G., 1799: *Mémoire sur les espèces d'éléphants vivantes et fossiles. Mémoires de l'Institut national des sciences et des arts, sciences mathématiques et physiques*, 2: 1–22.
- Goldfuss, G. A., 1840: *Bemerkungen über den Bau der Rudisten. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und*

Paläontologie: 59–68.

- Hochenwart, F. J., 1836: *Leitfaden für die das Landes Museum in Laibach Besuchenden. Laibach*. 19 str.
- Lavrenčič, I., 1884: *Matija Vrtovec. Novice, gospodarske, obrtniške in narodne*, 4. junij 1884, letnik XLII, št. 23.
- Kodre, P., 2002: *Matija Vertovec – Ljudski učitelj in vzgojitelj 19. stoletja. Andragoška spoznanja*, 8 (2): 52–64.
- Kralj, F., 1996: *Matija Vertovec. Vipavski glas, september 1996, letnik XI, št. 38*: 13–18.
- Križnar, M., 2021: *Zgodovina in razvoj muzejskega naravoslovja do osamosvojitve Prirodoslovnega muzeja Slovenije leta 1944. Scopolia*, 100: 15–126.
- Schmidt, F., 1832: *Entomologische Streifzüge. Illyrisches Blatt*, 19. maj 1832, št. 20.
- Vertovec, M., 1852: *Okamnine. V: Slovensko berilo, za drugi gimnazialni razred. Natisnil in založil Jožef Blaznik*, 51–59.
- Vertovec, M., 1847: *Kmetijska kemija. Ljubljana, tisk Jožef Blaznik*, 249 str.
- Vertouz, M., 1821: *Die ursprüngliche Bildung der Wipbacher Gegend. Ilirski list (Illyrisches Blatt)*, leto 1821, št. 8–11.
- Volta, G. S., 1796: *Ittiolitologia Veronese del Museo Bozziano ora annesso a quello del Conte Giovambattista Gazola e di altri gabinetti di fossili veronesi. Stamperia Giuliani, Verona*, 323 str.
- Wellnhofer, P., 2008: *A short history of pterosaur research. Zitteliana*, B28: 7–19.

Viri:

- Arhiv Narodnega muzeja Slovenije (NMS) (rokopisni seznam podarjenih primerkov in pismo).
- Illyrisches Blatt (Ilirski list, dosegljivi na Digitalni knjižnici Slovenije, www.dlib.si).

Nova spodnjepermska ostanka hrustančnic (rod *Petalodus*) iz Karavank

Matija Križnar, Jurij Zupanc

V reviji *Proteus* redno poročamo o novih paleontoloških odkritjih na ozemlju Slovenije. Predvsem se to nanaša na redke in izjemne ostanke fosilnih vretenčarjev. Tudi v tem prispevku predstavljamo dva redka, a značilna ostanka zob rib hrustančnic (razred *Chondrichthyes*) iz plasti poznega paleozoika med Dovjem in Hrušico v Karavankah.

Paleozojske kamnine v Karavankah v sebi skrivajo pravo paleontološko zakladnico, ki jo počasi, a vztrajno razkrivamo. Med najbolj zanimive in hkrati redke najdbe sodijo tudi ostanke zob rib hrustančnic. Do sedaj smo ob pomoči zbiralcev in naključnih najditeljev odkrili že pol ducata zob hrustančnic iz zgornjekarbonskih in spodnjepermskih plasti. Največje in najboljše ohranjene zobe so pripisali vrsti *Petalodus ohioensis*, ki jih je prvi odkril jeseniški zbiralec fosilov in mineralov Jože Bedič. Vsi najdeni zobje so bili odkriti v skrilavih glinavcih in meljev-

cih javorniških plasti (Javorniška formacija), torej iz kamnin zgornjega karbona (Ramovš, Bedič, 1993; Peternel, 1995; Ramovš, 1997; Ramovš, 1998). Geološko nekoliko mlajši spodnjepermski ostanek zoba je pred leti našel paleontolog Matevž Novak v Dovžanovi soteski. Ostanek zoba so zaradi slabe ohranjenosti pripisali le družini petalodontidnih hrustančnic (*Petalodontidae* gen. et. sp. indet.) (Novak s sod., 2019). O zadnjem večjem odkritju pa so poročali tudi v *Proteusu*. Takrat predstavljeni zob je bil odkrit med Dovjem in Plavškim Rovtom, pripisali pa so ga poznopaleozojski vrsti *Glikmanius* cf. *occidentalis* (Križnar, 2015; Križnar s sod., 2016).

Novi ostanke nad Dovjem

Pri izgradnji prve cevi karavanškega avtocestnega predora so ob tej priložnosti med Dovjem in Plavškim Rovtom zgradili več širših cest. Ob eni izmed takšnih cest so

Pogled na delno zasuto najdišče novih ostankov paleozojskih vretenčarjev (levo) med Dovjem in Hrušico, kjer se pojavljajo tudi plasti peščenih sljudnih meljevcev s ploščicami morskih lilij (sredina in desno). Foto: Matija Križnar.



vzhodno od Dovjega razkrili golico spodnjepermskih plasti iz tako imenovane trogkofelske skupine, ki jo sestavljajo karbonatne plasti (grebenski in njim podobni apneneci) ter kamnine iz klastičnega razvoja. Na najdišču torej lahko opazujemo raznovrstne plasti, kjer se menjajo glinavci, peščeni sljudni meljevci, peščenjaki z vmesnimi lečami in tanjše plasti temno sivega do črnega apnenca in apnenčevih breč (slika 1).

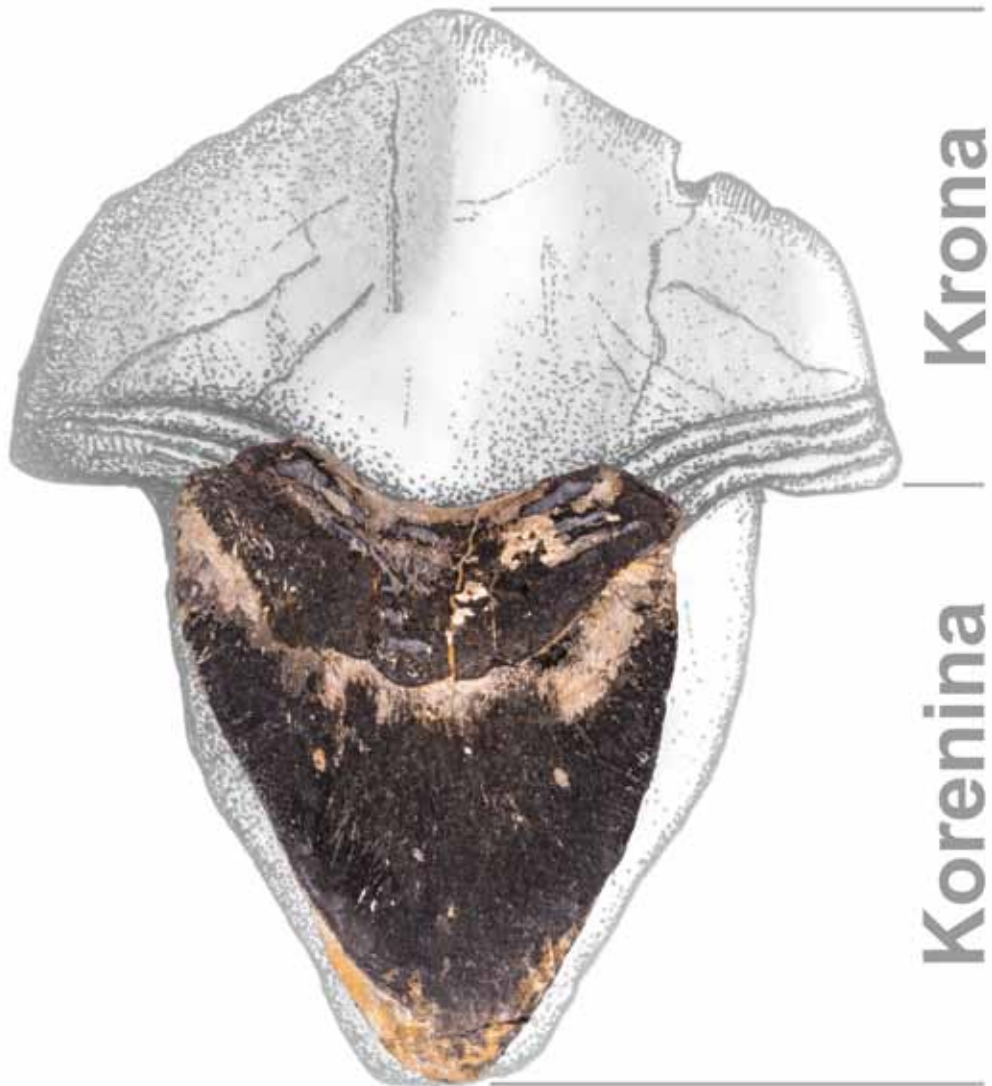
Na najdišču so najbolj pogosti fosilni ostanki morskih lilij (krinoidov), ki so ponekod kamnotvorne. Njihovi ostanki so večinoma različne ploščice pecljev, ki so velike od nekaj milimetrov do več centimetrov. Med

krinoidnimi ostanki se pojavljajo še mahovnjaki, spužve ter redkeje ramenonožci in polži. Starostno najdišča omenjenih plasti uvrščamo v spodnjepermsko stopnjo artinskij, kjer se te proti vzhodu pojavljajo v obliki apnenčevih kop z morskimi lilijami (predvsem vrsto *Palermocrinus togatus*) in drugimi organizmi.

Odkritje ostankov vretenčarjev je zagotovo izjemno redko in posebno. Ostanka pripadata ribam hrustančnicam (razred Chondrichthyes) in smo jih na podlagi starih odkritij iz Karavank povezali z rodом *Petalodus*. Oba sta se ohranila le kot spodnja dela zoba oziroma korenine. Prvi ostanek smo lahko

*Ostanek najbolj ohranjene zobne korenine vrste *Petalodus ohioensis*. Velikost primerka je 36 x 30 milimetrov. Lingvalna (levo) in labialna stran (desno). Primerek hrani Prirodoslovni muzej Slovenije. Foto: Matija Križnar*





*Rekonstrukcija položaja zobne korenine na zobu vrste *Petalodus ohioensis*. Risba je prirejena po najdbi iz zgornjekarbonskih plasti Javorniškega Rovta (po Ramovšu in Bediču, 1993). Risba in foto: Matija Križnar.*

na podlagi primerjav, tako dimenzijsko kot morfološko, pripisali vrsti *Petalodus ohioensis* (slika 2). Korenina ima značilno jezikasto obliko z zaokroženim koncem, medtem ko ima na zgornji strani, ob stiku, kjer je bila pritrjena krona, vidne sledi brazd (primer-

jaj Ramovš, Bedič, 1993). Drugi ostanek je slabše ohranjen, ga pa lahko še vedno pripisujemo vrsti *Petalodus* cf. *ohioensis* (slika 3). Glede na izjemno raznolikost oblike in velikosti zob omenjene vrste to storimo brez zadržkov. Na drugem primerku se na prelo-



*Ostane korenine vrste *Petalodus cf. ohioensis*. Na prelomih primerka vidimo tudi kostno strukturo (desno). Velikost primerka je 28 x 33 milimetrov. Lingvalna (levo) in labialna stran (desno, sredina). Primerek hrani Prirodoslovni muzej Slovenije. Foto: Matija Križnar.*

mih korenin lepo vidi tudi kostna struktura, ki jo nekateri raziskovalci imenujejo osteodentin oziroma ortodentin. Vrsta *Petalodus ohioensis* velja za značilno poznopaleozojsko vrsto hrustančnic, katerih ostanke zob so največ odkrili v Združenih državah Amerike, Rusiji, Italiji, Kitajski in tudi Sloveniji (Ginter s sod., 2010; Gai s sod., 2021).

Skromna nova ostanka korenin zob hrustančnice iz rodu *Petalodus* dokazujeta veliko kozmopolitsko razširjenost rodu. Ostanka kažeta, da so take najdbe na ozemlju Alp še vedno redke. Le po zaslugi ozaveščenosti in zagnanosti zbiralcev fosilov lahko pišemo o teh najdbah. Kot vedno, tudi v prihodnje pričakujemo podobna odkritja, tudi med s



fosili bogatimi plastmi poznega paleozoika v Karavankah. Upamo, da ne bo treba čakati predolgo.

Literatura:

Gai, Z., Bai, Z., Lin, X., Meng, X., Zhang, J., 2021: *First Record of Petalodus Owen, 1840 (Chondrichthyes, Petalodontidae) in the Lower Permian (Cisuralian) of*

China. Acta Geologica Sinica, 95 (4): 1057–1064.

Ginter, M., Hampe, O., Duffin, C. J., 2010: *Handbook of Paleichthyology. Chondrichthyes. Paleozoic Elasmobranchii: Teeth, vol. 3D. München: Dr. Friedrich Pfeil Verlag, 168 strani.*

Križnar, M., 2015: *Zob paleozojskega morskega psa rodu Glikmanius (Chondrichthyes, Ctenacanthidae) iz Karavank (Slovenija). Geologija*, 58 (1): 57–62.

Križnar, M., Novak, A., Preisinger, D., 2016: *Zob*

paleozojskega morskoga psa iznad Hrušice. Proteus, 78 (9): 415-419.

Novak, M., Forke, H. C., Schönlaub, H. P., 2019: *The Pennsylvanian-Permian of the Southern Alps (Carnic Alps/Karavanke Mts.), Austria/Italy/Slovenia – fauna, facies, and stratigraphy of a mixed carbonate-siliciclastic shallow marine platform along the northwestern Palaeotethys margin: Field Trip C3. 19th International Congress on the Carboniferous and Permian, Cologne, July 29-August 2 2019, 251-302.*

Novak, M., Skaberne, D., 2009: *Zgornji karbon in spodnji perm (Upper Carboniferous and Lower Permian). v: Pleničar, M., Ogorelec, B., Novak, M. (ur.): Geologija Slovenije. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 99-136.*

Peternel, M., 1995: *Zobje morskih psov v zgornjem karbonu Karavank. Jeseniški zbornik (Jeklo in ljudje), 7: 273-276.*

Ramovš, A., 1997: *Petalodus ohioensis (Chondrichthyes, Upper Carboniferous) from the Karavanke Mountains, Slovenia. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte, 2: 109-111.*

Ramovš, A., 1998: *Two new petalodont teeth (Chondrichthyes, Upper Carboniferous) from the Karavanke Mountains, Slovenia. Geologija, 40: 109-112.*

Ramovš, A., Bedič, J., 1993: *Enkratni petalodontni zobje v karavanskih zgornjekarbonskih plasteh. Proteus, 56 (3): 149-150.*

Naše nebo • Vesoljski teleskop Jamesa Webba in zgodnje galaksije

Vesoljski teleskop Jamesa Webba in zgodnje galaksije

Mirko Kokole

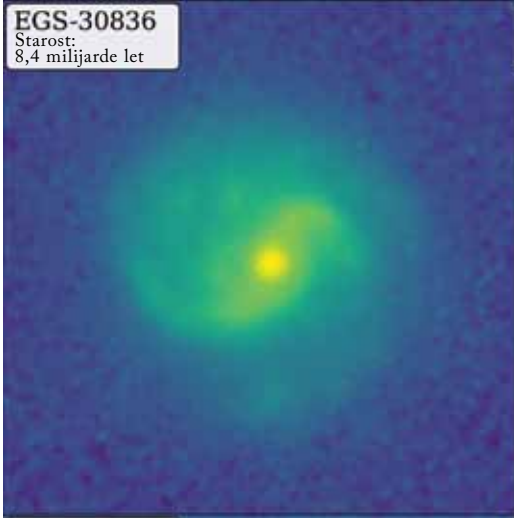
Galaksije so velike skupine zvezd, ki vsebujejo nekaj sto milijonov zvezd. Velike so lahko od 3.000 do 300.000 svetlobnih let oziroma od 1.000 do 100.000 parsekov. V vesolju so razdalje med različnimi objekti tako velike, da jih ni praktično meriti v metrih. Za bližnje razdalje radi uporabljamo *astronomske enote*. *Astronomska enota* (*a. e.*) je dolžina velike polosi Zemljine orbite, ki meri 1.49×10^{11} metrov. Za zelo velike razdalje, kot so na primer velikosti galaksij in razdalje med njimi, postane astronomska enota nepraktična, zato uporabljamo drugo enoto - *parsek* (*pc*). Ime *parsek* izvira iz okrajšave besed »paralaksa ene kotne sekunde«. *Parsek* je oddaljenost telesa, ki ima letno paralakso 1 kotno sekundo. 1 parsek je tako enak 206.265 astronomskih enot oziroma približno tri svetlobna leta. Svetlobno leto je razdalja, ki jo svetloba v vakuumu prepotuje v enem letu. Eno svetlobno leto je tako enako $0,9 \times 1.016$ metrov oziroma 0,306 parseka.

Še v začetku 20. stoletja so astronomi menili, da so galaksije le sateliti naše galaksije (Rimske ali Mlečne ceste). Ko pa je ameriški astronom, astrofizik, kozmolog, pravnik in častnik Edvin Hubble (1889-1953) leta 1925 izmeril razdaljo do nam najbližje galaksije (v ozvezdju Andromede), se je pokazalo, da je vesolje bistveno večje, kot so mislili. Ugotovil je, da je Andromedina galaksija

Nabor zgodnjih galaksij, ki jih je posnel vesoljski teleskop Jamesa Webba. Galaksije so bistveno bolj razvite, kot so astronomi pričakovali, kar kaže, da so verjetno začele nastajati prej, kot smo do sedaj domnevali. Predvsem je presenetljivo, da te galaksije vsebujejo prečke ter da so zelo številčne. Foto: NASA/CEERS/University of Texas at Austin.

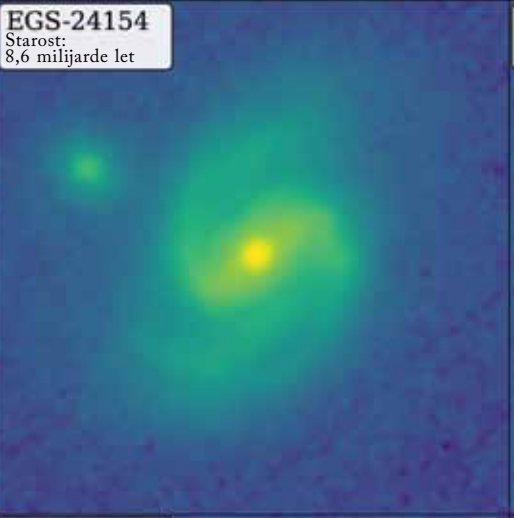
EGS-30836

Starost:
8,4 milijarde let



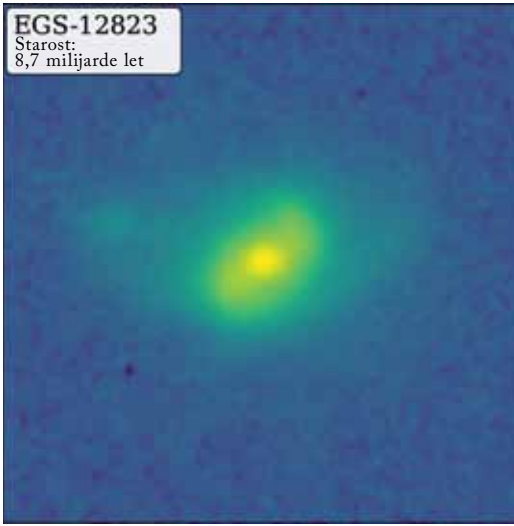
EGS-24154

Starost:
8,6 milijarde let



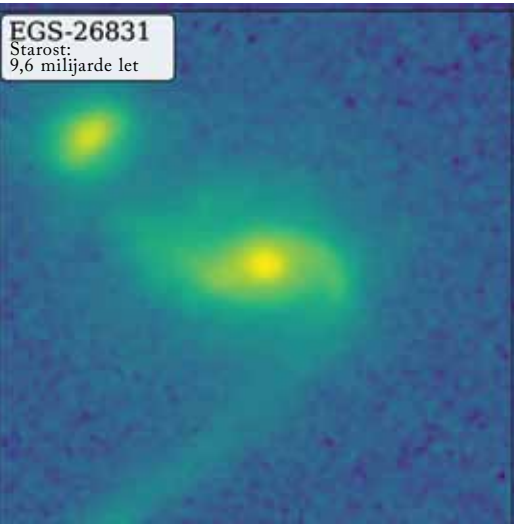
EGS-12823

Starost:
8,7 milijarde let



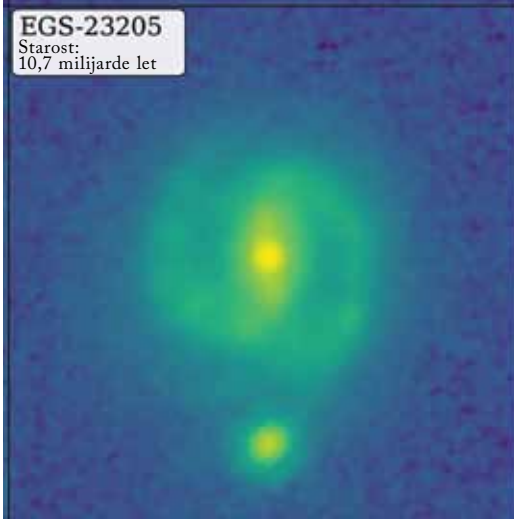
EGS-26831

Starost:
9,6 milijarde let



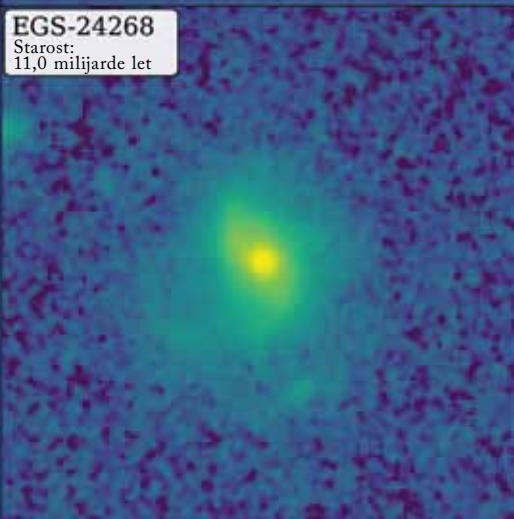
EGS-23205

Starost:
10,7 milijarde let



EGS-24268

Starost:
11,0 milijarde let



od nas oddaljena kar 2,5 milijona svetlobnih let oziroma 0,7 megaparseka (mega = 10^6). Razdaljo do Andromedine galaksije je izmeril s pomočjo kefeide, to je zvezde spremenljivke. Njen izsev je sorazmeren s periodo utripanja. Če poznamo zvezdin izsev in njeno magnitudo, lahko ugotovimo, kako daleč je.

Hubble je nekaj let potem, ko je izmeril razdaljo do Andromedine galaksije, še enkrat pretresel svet astronomije in kozmologije, ko je dokazal, da se večina galaksij od nas oddaljuje in da je hitrost oddaljevanja sorazmerna z njihovo oddaljenostjo. Danes to spoznanje imenujemo Hubblov (tudi Hubble-Lemaître) zakon, ki je eden od temeljev kozmologije.

Naslednje veliko odkritje v poznavanju galaksij je naredila ameriška astronomka Vera Rubin (1928-2016), ki je preučevala, kako hitro se gibljejo zvezde v diskah galaksij. Ugotovila je, da se hitrosti zvezd ne obnašajo tako, kot bi pričakovali, če bi bile galaksije sestavljene le iz snovi, ki jo vidimo. Tako so astronomi prišli do odkritja temne snovi. To je snov, ki reagira z ostalo snovjo izključno preko gravitacije. Vesolje je sestavljeno iz 85 odstotkov temne snovi in iz le 15 odstotkov »navadne« snovi. Kaj natančno je temna snov, še danes ne vemo. Vemo le, da mora obstajati in kako se obnaša.

Danes imajo astronomi sledečo sliko galaksij in vesolja, v katerem se nahajajo. Galaksije so sestavljene iz zvezd, plina, prahu in temne snovi. Vesolje je nastalo z velikim pokom, v katerem sta v zelo kratkem času nastala prostor-čas in vsa snov, ki jo vsebuje. Prve zvezde in galaksije so nastale nekaj sto milijonov let po velikem puku. Najzgodnejše galaksije, ki smo jih do sedaj uspeli zaznati, so nastale približno 480 milijonov let po velikem puku. Za primerjavo povejmo, da je vesolje staro približno 13,7 milijarde let.

Ob začetku so imeli astronomi zelo pohenostavljeni pogled na nastanek galaksij. Skupine zvezd nastajajo v velikih oblakih snovi. Nato se pod vplivom gravitacije zač-

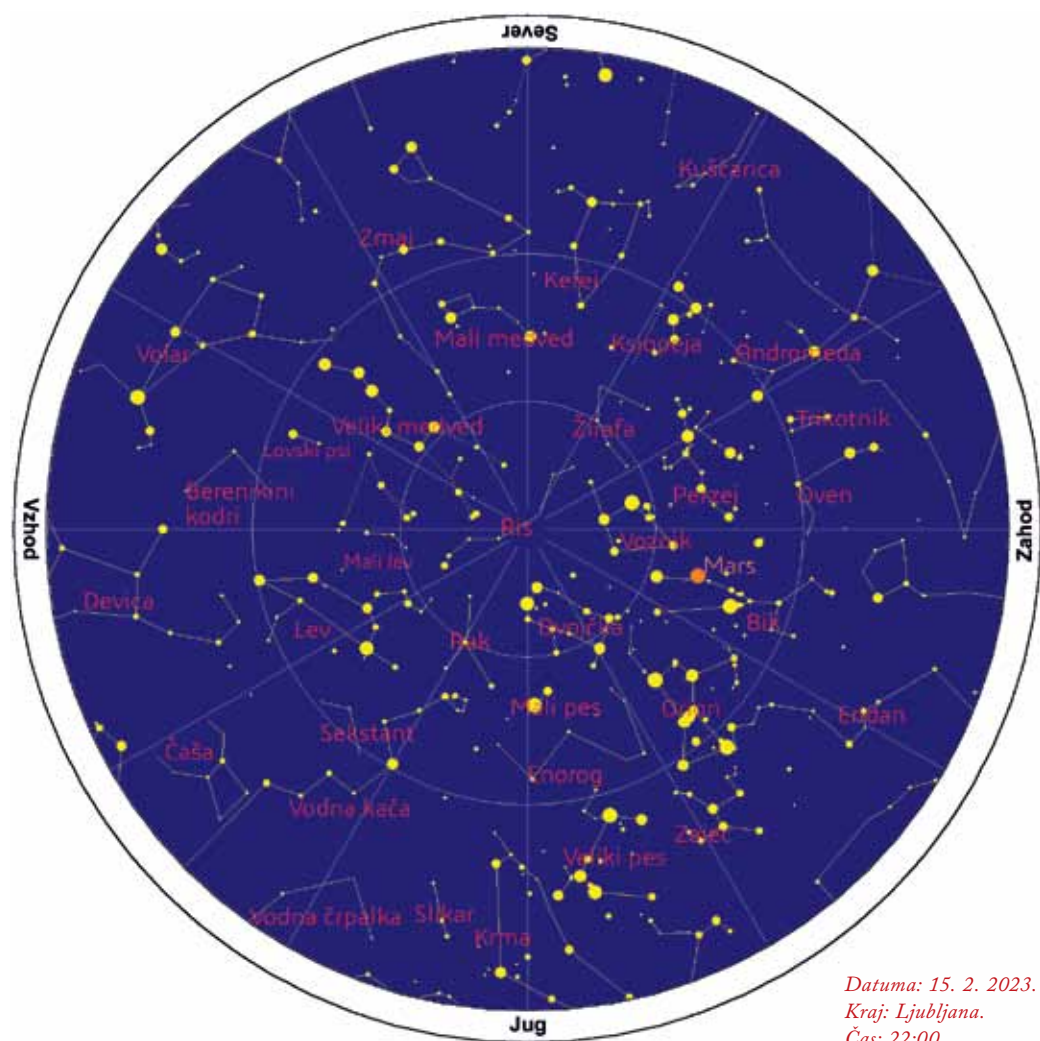
nejo združevati v galaksije. S pomočjo Hubblovega vesoljskega teleskopa so kasneje ugotovili, da sta nastanek in razvoj galaksij zelo zapletena procesa, ki vsebujeta trke bližnjih galaksij in njihova združevanja. Še danes nimamo popolne teorije, kako natančno nastajajo in se razvijajo galaksije. Da bi izboljšali poznavanje galaksij, so astronomi zasnovali vesoljski teleskop Jamesa Webba (James Webb Space Telescope, JWST), ki je nasledil Hubblov vesoljski teleskop.

Eden glavnih ciljev vesoljskega teleskopa Jamesa Webba je opazovanje prvih galaksij vesolja. Opremljen je s kamerami in spektrografi, ki opazujejo v infrardeči svetlobi. To mu omogoča, da s prej nedosegljivo občutljivostjo in ločljivostjo opazuje galaksije, ki so nastale v zgodnjem obdobju našega vesolja. Te zaradi rdečega premika, ki je posledica širjenja vesolja, svetijo najmočnejše prav v infrardeči svetlobi. Vesoljski teleskop Jamesa Webba nam omogoča vpogled v še mlajša obdobja našega vesolja, kot je to bilo možno s Hubblovim vesoljskim teleskopom. Z njim bo mogoče videti galaksije, ki so nastale prej kot 400 let po prapoku.

Vesoljski teleskop Jamesa Webba je po dolgih letih čakanja nedavno le začel opazovati in kot je bilo pričakovati, že zelo hitro astronomom postregel z novo uganko. Pokazalo se je, da je naše poznavanje nastanka zgodnjih galaksij bolj pomanjkljivo, kot smo pričakovali. Astronomi so namreč ugotovili, da so galaksije, za katere so predvidevali, da so med najzgodnejšimi v vesolju, bistveno bolj razvite, kot so pričakovali. Pričakovali so, da bodo videli zgodnje galaksije nepravilnih oblik ter veliko galaksij, ki so sredi trkov in združevanj z drugimi galaksijami. A našli so že zelo dobro razvite galaksije, kar pa je še bolj presenetljivo, število teh dobro razvitih galaksij je zelo veliko. Eden od astronomov univerze v Teksasu, ki je preučeval te galaksije, je zapisal sledečo primerjavo: »Našli smo najstnike tam, kjer bi morali biti mali otroci.« Iz tega so sklepali, da so galaksije verjetno začele nastajati prej,

kot so domnevali, in da bo treba modele njihovega razvoja še izboljšati. Tako kot vsak nov tehnološki napredek je tudi vesoljski teleskop Jamesa Webba prinesel nova spoznanja ter s tem odprl še več vprašanj. Ker je teleskop komaj začel delo-

vati, bo zelo vznemirljivo slediti vsem novim odkritjem v naslednjih letih. Prav gotovo je, da se bo z njegovo pomočjo naše poznavanje vesolja in galaksij spremenilo in izboljšalo.



*Datuma: 15. 2. 2023.
Kraj: Ljubljana.
Čas: 22:00.*



Zeleni komet na našem nebu.

Foto: Jose Francisco Hernández. Vir: <https://apod.nasa.gov/apod/ap230109.html>.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000