

PROTEUS

*mesečnik
za poljudno
naravoslovje*



Maj junij 2020, 9, 10/82. 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





387 Table of Contents

390 Uvodnik
Tomaž Sajovic

394 Nevrobiologija
**Ali digitalni mediji spreminjajo naše
možgane**
Zvezdan Pirtošek

403 Nobelove nagrade za leto 2019
**Kako celice zaznajo in se prilagodijo
razpoložljivosti kisika**
Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino
za leto 2019
Radovan Komel

408 Botanika
**Rastlinske posebnosti Banjšic v zahodni
Sloveniji**
Igor Dakskobler

424 Medicina
Kaheksija v onkologiji
Petra Vidmar

428 Medicina
Joga kot komplementarno zdravljenje
Zala Teršek

429 Letno kazalo

445 Medicina in umetnost

Demenca in umetnost
Tana Debeljak Štupar

451 Mineralogija
**Mineraloška dediščina rudnika Sitarjevec
(prvi del)**
*Mirjan Žorž, Igor Dolinar, Miba Jeršek,
Mirijam Vrabec*

468 V spomin
**Tatjani Kordiš v spomin
(1944–2020)**
Gregor Aljančič

469 Nove knjige
**Jože Bavcon, Blanka Ravnjak, Nada
Praprotnik: Senožeti, rovti – strme in pisane
površine**
Igor Dakskobler

477 Naše nebo
Cerera in podzemni ocean
Mirko Kokole

Contents

Editorial

Tomaž Sajovic

Neurobiology

Is Digital Media Changing Our Brain?

Zvezdan Pirtosek

Digital media and the new information age have had very positive (information, easy, democratic access to knowledge, art, entertainment, forging new social ties) as well as negative effects (hate speech, pornography, addiction, bullying and extortion). They've been like an overwhelming information tsunami that frequently leaves us confused, ignorant and misled. We are more than just passive victims of this tsunami, however, as we seek and immerse ourselves in it many times a day, when we send urgent emails or look for the best price for our flight to Stockholm, pay our Amazon order using PayPal, convert a Word document into pdf or listen to an interesting podcast. We do this first thing in the morning, before breakfast, or while we are waiting for a lift, have lunch or in the middle of a phone conversation, and finally just before we drop off to sleep. And if we forget something, a sight of the myriad rainbow icons on our smart phone or an audio signal will remind us to immediately (or in ten minutes) focus on a teleconference via Zoom, do yoga exercise or ten squats. The world in 2020 is very different from the world in the last decades of the previous century and the biggest change is the new, digital image of the world in which American teenagers spend a third of the day in front of the screen.

In 2008 American technologist Nicholas Carr wrote a provocative article titled *Is Google making us stupid?* (Figure 1), stirring a heated debate that still hasn't subsided and even seems to add more fuel to this fire today than ever. In his article, Carr observed that the Internet diminishes our capacity for concentration and contemplation, and changes the structure of our brain. More than a decade later we can say with certainty that the Internet does indeed change both the brain's function and structure. Thanks to enormous advances in their profession, neuroscientists now know this with certainty and can prove it too, using imaging, electrophysiological, genetic, biochemical and other methods. Everything that touches us (metaphorically) at any time of our lives slightly changes the complex images of molecules, cell organelles, connections between neurons – it changes me, my consciousness and/or the multitude of those deep, unconscious, semiconscious, automatic, reflexive and other processes that constitute what I am. When you've read this issue of *Proteus* you too will be a slightly different person with slightly differently connected nerve cells and a slightly different Self.

Nobel Prizes 2019

**How Cells Sense and Adapt to Oxygen Availability
The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2019**

Radovan Komel

Oxygen makes up about one fifth the volume of Earth's atmosphere today and is the central element of life as we know it. The need for oxygen to sustain life has been understood since the onset of modern biology, but the molecular mechanisms underlying how cells adapt to variations in oxygen supply were unknown until the discoveries made in the last thirty years, which were finally awarded in November 2019 with the Noble Prize in Physiology or Medicine. The recipients were Gregg L. Semenza, who in 1990 discovered a protein complex HIF, which regulates cellular response to oxygen levels, William G. Kaelin, who in 1995 discovered VHL, a protein that prevents cancer from developing and is involved in regulating the cellular level of protein HIF, and Peter J. Ratcliffe, who together with Kaelin contributed to explaining the oxygen-dependent mechanism by which HIF is regulated by VHL.

Botany

Plant Curiosities of Banjšice in Western Slovenia

Igor Dakskobler

Banjšice is a plateau delimited by the Idrijca river in the north, the Soča river in the west, the Gorica plain in the south and the Čepovan valley in the east. Geographers and phytogeographers describe it in different terms, the former primarily as a Dinaric landscape and the latter as a pre-Alpine-sub-Mediterranean one. With its flora and vegetation I consider it a distinctly transitional landscape between the Julian Alps, the Dinaric Alps and the Littoral. The alpine influence is felt on its northern slopes and littoral on the southern and western slopes. The eastern and northern sides of the plateau, with dominating limestone, are heavily wooded. The central part, with dominating marlstone, has the most agricultural areas, grasslands and pastures. The slopes above the Soča valley are dominated by marlstone and flysch, and former agricultural areas are now covered by pioneer forest with different tree species, in particular common and hop hornbeam, manna ash, small and large leaved lime, ash, birch, aspen, black alder, sessile oak, Turkey oak, hazel and even field elm. The highest peaks, especially Lašček (1,071 m) and Veliki Vrh (1,071 m), are higher than 1,000 metres. The hills in the central part, which is the most open, are lower: Kuk (788 m), Sleme (800 m), Sv. Lovrenc (799 m), and the southwestern part follows suit with Gomila (816 m), similarly to Jelenk (787 m) and Rebro (750 m) in the west. Population density is low. The plateau has hardly any central residential areas (other than to some extent the villages

of Banjšice and Kal nad Kanalom), but rather a number of settlements and isolated homesteads hidden in the forest. Surface waters occur only in the western and southwestern part of the plateau, with Vogršček, Avšček and Rohat being the biggest. There are also numerous karst springs and caves. World War I played a major role in shaping the plateau as it is today. Its marks can be seen not only in former military facilities, caverns, trenches and roads, but also in the flora and vegetation. Alpine pennycress (*T. caerule-scens*, sin. *Thlaspi sylvestre*), which is known only on the Banjšice plateau and Čepovan valley in Slovenia, was most likely introduced here with horse feed and has persisted in nutrient rich meadows and pastures in the vicinity of certain settlements (Srednji Lokovec, Grudnica, Vrata, Šulgi, Sveto) to this day. Its natural distribution area is to the north of Slovenia. The locality of meadow saxifrage (*Saxifraga granulata*) in Srednji Lokovec (T. Wraber, 2005) is also associated with World War I.

Medicine

Cachexia in Oncology

Petra Vidmar

The word cachexia comes from Greek words *kakos*, bad, and *hexis*, condition. It is a syndrome of progressive body wasting, characterised by catabolic metabolism resulting in involuntary loss of weight, in the first place muscle mass. The reason for cachexia is systemic inflammatory response of the organism in cancer and other chronic diseases. It is associated with decreased survival, lower quality of life and poor response to the treatment of the underlying condition. Despite its frequency and long history, cachexia remains a major challenge for doctors, patients and their families.

Annual Table of Contents

Medicine

Yoga Therapy as Complementary Treatment

Zala Teršek

Yoga is an ancient discipline that brings balance as well as physical, emotional and mental health. It is frequently depicted as a tree with eight branches, each representing an element essential for achieving balance. Three most important elements of yoga, *asana*, *pranayama* and *samyama*, refer to physical, breathing and meditative exercises designed to regulate *prana* (vital energy or life force) to achieve the state called *samadhi* (total absorption). Yoga with its multifaceted nature has numerous beneficial effects. It improves general health, reduces stress, increases self-regulation and helps us boost our efficiency in daily tasks. Most importantly, yoga is adaptive and can be practiced by anyone, even chronic patients. It is therefore both therapeutic and preventative.

Medicine and art

Dementia and the Arts

Tana Debeljak

People with dementia are often difficult to understand or empathise with. Still, empathy is the key to helping the affected person we live with. Art is the medium that relates to different cultures and helps us understand each other. When we meet a person with dementia it may in fact feel as we have just come into contact with a different culture – one where our language is different from theirs, a culture with completely different customs and habits from ours and an entirely unfamiliar logic. Such intercultural differences and lack of understanding may be very frustrating, and frustration can soon evolve into discrimination and intolerance. Arts have always had a special status as a medium that transcends the differences between us, unites us and in turn makes us stronger. This can be applied to the relationships between people with dementia and people living or working with them, who have the power to improve their quality of life. There's a lot that people with dementia can tell us through the arts. When they are no longer able to speak or write, many of them still draw, make sculptures or express themselves through one art or another. Because people with dementia are unable to tell us how they feel or what they need, it's difficult for us to know how good their capacity to reason is or how clear their wishes and preferences are. Sometimes they can let us know through the arts. At the same time, artistic expression also helps release the tension and frustrations that a person with dementia feels when his or her cognitive capacities are diminishing and others find that difficult to accept.

Mineralogy

Mineralogical Heritage of Sitarjevec Mine (Part I)

Mirjan Žorž, Igor Dolinar, Miha Jeršek, Mirjam Vrabec

Sitarjevec is a 448 metre-high hill perched above Litija on the right bank of the Sava River. It was once a rich ore deposit containing iron, mercury, lead and barite. Written sources report that ores were extracted in the subterranean mine shafts of Sitarjevec for more than four centuries, with several interruptions.

The mine, which takes its name from the eponymous hill, became widely known at the end of the 19th century, when some beautiful large specimens of silky crystals of cerussite were discovered there. At the time, these specimens were highly appreciated and sought-after because they represented a new level of quality of this mineral. Many of them are still kept in institutional as well as private collections. A less known fact, however, is that at the same time, cinnabar was also discovered there in large crystals in which they observed rare crystal forms. The most and best specimens of said minerals were discovered quite

long ago, between 1880 and 1925, which is probably the main reason why Sitarjevec minerals remain largely overlooked today, both in Slovenia and beyond.

In memoriam

Tatjana Kordiš
(1944–2020)

Gregor Aljančič

Tatjana Kordiš was a biologist through and through, a prolific pedagogue and publicist. She was an inspiring biology and chemistry teacher who instilled a love of nature in her pupils, remembered Lea Klemen at the memorial service in Žale. Later she served as editor for natural science textbooks at Državna Založba Slovenije and herself wrote several natural science textbooks for primary school. Many still remember her other work for children (*Pond, Playground, Meadow, Field and Mountains*), which she published for Mladinska Knjiga in the *Steps* series.

When she retired in 1999 she moved from Ljubljana to Vrh, a small settlement near Vir pri Stični, where a twist of fate made her a neighbour of the famous Kavč Homestead, the site of the first record of a supposed birth of the human fish, which dates back 195 years ago. But it was no coincidence that in this ancient landscape extending between prehistoric Cvinger, Stična monastery and Scoppoli and Zois's Virski Studenec (Vir spring), Tatjana Kordiš dedicated herself also to the human fish.

We are deeply indebted to her for her long-standing efforts for statutory and factual protection of both Virski Studenec and Stična's human fish. Together with Stane and Marjana Peterlin, Marko Aljančič, Boris Sket, Boris Bulog and Jana Vidic she succeeded in inscribing Studenec on the list of valuable natural features of national importance and later integrating it into the network of groundwater chemical status monitoring sites at the Slovenian Environment Agency (ARSO). Relentlessly, with great resolve that she is still remembered for, she continuously reminded us about our neglect and indifference for the most important natural monuments that not only constitute our natural environment, but also reflect our culture – from the way we use valuable resources of drinking water to the history of natural science in Slovenia. But most importantly, Tatjana Kordiš drew attention of the professional public to increasing threats to Virski Studenec and promoted active measures and further research towards preserving it (see *Ogroženost Virskega izvira – klasičnega najdišča človeške ribice* [Threats to the karst spring Vir pri Stični – the classical locality of Proteus], *Natura Sloveniae*, 18 (1), 2016).

New books

Jože Bavcon, Blanka Ravnjak, Nada Praprotnik:
Senožeti, rovti – strme in pisane površine (Meadows – Steep and Colourful Grasslands)

Igor Dakskobler

Written by Jože Bavcon, Blanka Ravnjak and Nada Praprotnik the book, which was published in 2019 by the Botanical Garden of the University of Ljubljana, is more than worthy of our attention. The article brings a longer reflection, collating the author's own experience with meadows and grassland communities with the findings offered in the book.

Our sky

Ceres and Ancient Ocean

Mirko Kokole



Naslovnica: *Svetlikajoči se
skupek goethita na limonitni
podlagi iz rudnika Sitarjevec.*
Zbirka in foto: I. Dolinar.

Proteus

Izhaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

dr. Petra Draškovič Pelc

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2020.

Vse pravice pridržane.

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

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavotetič

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

Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno 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. 5,0 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

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

Vsi objavljeni prispevki so recenzirani.

Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805

Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147

Uvodnik

**Teoretsko raziskovanje nas zelo hitro
pripelje k temeljnim zgodovinskim
vprašanjem sodobnosti.**
(Maja Breznik in Rastko Močnik.)

Na koncu prejšnjega uvodnika sem napovedal, da bom v naslednjem pisal o znamenitem ruskem nevropsihologu Aleksandru Lurii (1902-1977).

Napoved je bila mišljena resno (tudi tokrat, žal, še ne bo uresničena, je pa uvodnik pisan z mislijo nanj in njegovo v marsičem revolucionarno raziskovanje) in je bila tudi logični zaključek mojega pisanja, pa vendar sem čutil, da sem z njim nekako »na hitro« opravil z »nalogo«, preveč »nasilno« prekinil svoje razmišljanje. Zdi se, da razmišljanje ne prenese konca. Morda prav zaradi tega vedno z nekim nerazložljivim strahom »končujem« svoja besedila, v nedogled oklevam, da »bi pritisnil še tisto zadnjo piko« (se še

kdo spominja nepozabnega Staneta Severja v vlogi Boccaccia v televizijski nadaljevanki *Dekameron?*). Morda je res nekaj narobe s tistim retoričnim »pravilom«, da mora vsako besedilo imeti »zaključek«. Veliki filozof Karl Jaspers (1883-1969) je v svojem razmišljanju o človekovi eksistenci že moral z razlogom »bežati« pred rezultati ...

Poleg tega – pojasnilo bo treba še najti – se mi pogosto, če ne že vedno, dogaja, da svojega *napisanega, končanega* besedila ne »maram« več. Moja lastna stvaritev ni več »moja«, začela je živeti neko tuje življenje ... Morda prav zato, ker je »od zunaj« bil dan »ukaz«, da mora biti besedilo končano (vsaka objava besedila je nepreklicni konec njegovega pisanja). Veselimo se lahko očitno le takrat, ko ga ustvarjamo ... in ko ne mislimo, da bo stvaritev treba končati.

Oba problema sta tesno povezana med seboj. Na kratko bi lahko rekli, da gre za

travmatično, boleče »poslavljanje« avtoric in avtorjev od besedil. Pojav pa ni »padel z neba«, ampak ima svoje zapletene, pogosto nerazvidne in zato težko razložljive zgodovinske in družbene vzroke. Z dvema citatoma bi rad opozoril, kaj bi danes lahko bil vzrok za »travmatični« pojav. Prvi je iz mojega besedila z naslovom *Nevarno poglobljenje znanosti*, ki je bilo objavljeno 20. oktobra leta 2018 v *Dnevnikovem Objektivu*: »Želja po hitrih, 'spektakularnih', uporabnih rezultatih je morda prevelika skušnjava, ki na svoj način 'slabi' tudi zahtevno teoretsko raziskovanje. Prav zadnje pa nas vrača k še enemu problemu 'najuglednejših' znanstvenih revij. Njihova 'ideološka' uredniška politika je predvsem objavljane člankov, ki vsebujejo 'pozitivni' rezultat. Po tej ideologiji je vsak članek končen. [...] Toda eden od uveljavljenih znanstvenikov je v spletnem besedilu *Sedem največjih problemov znanosti po mnenju 270 znanstvenikov* zapisal: 'Znanost ne deluje na tak način. Znanost je proces in resnica je vednočasna. Znanost bi se zato morala izviti iz primeža, 'končnosti' objavljavanja.' [...] Znanstveniki so zato prepričani, da bi morali objavljati tudi 'negativna' dognanja, torej taka, ki jim ni uspelo potrditi hipotez, na nekaterih odprtih spletnih naslovih pa že objavljajo tudi znanstvene raziskave v 'živo', torej v 'procesu.« »Travmatičnost« pisanja je – med drugim – tudi posledica zagatnega položaja, v katerem so se znanstveniki znašli v času neoliberalizma. Po eni strani so »ujetniki« upravnih struktur moči na univerzah, ki so jih z merili za izvolitev v nazive »prisilile«, da objavljajo v »uveljavljenih« znanstvenih revijah. Na prvi pogled »zgolj« upravljalski ukrep vodstev univerz pa ima usodne »stranske« učinke za samo znanstveno delo. Ker si znanstvene revije želijo, da bi se čim bolj prodajale, vedno bolj iščejo in objavljajo »senzacionalne in spektakularne« članke z modno in stereotipno tematiko (o tem sem podrobneje pisal v prejšnji številki). Znanstveniki se morajo »politiki« revij – če hočejo poklicno preživeti – prilagoditi: spremeniti

morajo sám način svojega raziskovanja. S tem izgubijo svojo znanstveno avtonomijo. To pa za njih ne bi smelo biti nič »novega«, od sedemdesetih let dvajsetega stoletja – zanimivo, v istem obdobju se je začela krečiti tudi moč znanstvenih revij – se vedno bolj uveljavlja nova oblika znanosti – tehnnoznanost. Tehnoznanost ne spoznava več sveta, ampak z orodji, ki jih ponuja znanost, »rešuje« od zunaj določene probleme. Ker te probleme »vidita«, »razumeta« in »določata« predvsem politika in gospodarstvo, politiko in gospodarstvo pa ne vodi znanost, ampak ju vodijo zgolj praktični, ideološki interesi, so ti problemi lahko le ideološki. Ko tehnnoznanost dobi »nalogo«, da rešuje te ideološke probleme, tudi »znanstvena« orodja, ki jih pri reševanju uporabljajo, izgubijo svojo znanstvenost. Tudi orodja postanejo ideološka. (Nobeno orodje ni samo po sebi »znanstveno«, to postane šele v znanstveni praksi. Kakšno je orodje, je odvisno od konteksta, v katerem je uporabljeno.)

Kakšno vlogo imajo »znanstveniki« v tehnnoznanosti, kaže citat iz besedila z naslovom *Humanistika in družboslovje v primežu liberalne Evrope*, ki sta ga Maja Breznik in Rastko Močnik leta 2008 objavila v *Časopisu za kritiko znanosti, domišljijo in novo antropologijo*: »[...] Tehnoznanstvenikom [lahko] pogoji njihovega dela veljajo za samoumevne – in jih lahko sprejmejo, kakor jim jih od zunaj določijo upravni tehniki. Tehnoznanstveniki dajejo na voljo svoje spretnosti, s katerimi rešujejo probleme, ko pa nalogo opravijo, predajo naročniku izdelek, ki ni nič več prvina v njihovi praksi. Kot prožni in sposobni strokovnjaki se zdaj lahko lotijo novega problema. Kakor so njihove tehnike zunanje predmetu, ki ga obdelujejo, tako je njihovemu delu zunanji izdelek tega dela. Do predmeta svojega raziskovanja nimajo tesnejšega odnosa: a tudi če bi ga imeli, bi ga v interesu tehnnoznanosti morali skriti, saj bi lahko bil strast, ki je nevarna dobri izvedbi in objektivnosti. 'Objektivnost' je ključna beseda pri tehnokratskem raziskovanju.«

Tehnoznanstveniki so *odtueni* od svojega dela: *odtueni* so od predmeta, ki ga obdelujejo (predmet ni »njihov«, ampak jim je »naročen« od *zunaj*), njihova tehnična orodja so *zunanja* obdelovanemu predmetu (orodja so samo sredstva, ne pa organski del »raziskave«) – in končno, njihovem delu so *nekaj zunanjega* tudi končni izdelki. Posledica je, da do svojega raziskovanja ne morejo vzpostaviti nobenega »tesnejšega odnosa«. In ga tudi ne »smejo«, saj naj bi pri tehnoznosti šlo le za »objektivnost«. Toda predpostavka tehnoznosti (in ne samo nje), da dejstva obstajajo neodvisno od tistih, ki jih raziskujejo (posledica je, da so jim dejstva tako *odtuenjena*), je zgolj ideologija, ki pa ima nič prav prijetne posledice. Čilski biolog Humberto R. Maturana (1928-) je v svojem razmišljanju z naslovom *Ontologija opazovanja. Biološki temelji samozavedanja in fizično področje eksistence* opozoril, da je taka predpostavka »avtoritarna«: »Kdor ima dostop do resničnosti, ima v vsakem razpravljanju nujno prav, kdor pa takega dostopa nima, se nujno moti. Sobivanje v svetu zahteva *poslušnost* vedenju.«

Nemški filozof Martin Heidegger (1889-1976) je tako stališče zavrnil. Prepričan je bil, da si nihče ne more priboriti dostopa do golih in neinterpretiranih dejstev, s tem pa odpade vsaka predstava o objektivnosti in absolutnosti, možnost, da bi lahko skočili iz svoje kože in vzpostavili nekakšen absolutni stik s stvarmi. Italijanski politični filozof Giambattista Vico (1668-1744) je bil popolnoma jasen: človek, ki spoznava, lahko pozna le dejstva, dejstva pa ustvari človek sam. Ali z drugimi besedami: resnico lahko potrdi le človekovo ustvarjalno dejanje in ne »zgolj trpno« opazovanje, kot je trdil francoski filozof in znanstvenik René Descartes (1596-1650). Karl Marx (1818-1883) je v *Tezah o Feuerbachu* (napisal jih je leta 1845, izšle so leta 1888, v slovenskem prevodu pa leta 1976) stal na istem stališču: »Glavna pomanjkljivost vsega dosedanjega materializma - vštevši Feuerbachovega - je, da je

predmet, dejanskost, čutnost pojmovana le v obliki *objekta ali zora*; ne pa kot človeška čutna *dejavnost, praksa*, ne *subjektivno*. Zato se je zgodilo, da je *dejavno* stran, v nasprotju z materializmom, razvil idealizem – toda le abstraktno, ker idealizem seveda ne pozna dejanske, čutne dejavnosti kot take. Feuerbach hoče čutne, od miselnih objektov dejansko razločevane objekte: toda človeške dejavnosti same ne dojema kot *predmetno* dejavnost. [...] Zato ne zapopade pomena »revolucionarne«, »praktično-kritične« dejavnosti.«

To je bila prva teza od enajstih. Za spoznavno teorijo je imela - in ima še vedno - revolucionarni pomen. Marx se je, kot je razvidno iz zadnjega stavka, tega dobro zavedal. Pozitivističnemu materializmu je očital, da »hoče čutne, od miselnih objektov dejansko razločevane objekte: toda človeške dejavnosti same ne dojema kot *predmetno* dejavnost.« Z drugimi besedami, Marx mu je očital prepričanje - če uporabimo Heideggerjev besednjak -, da človek lahko skoči iz svoje kože in vzpostavi absolutni stik z realnimi predmeti, realnimi stvarmi. Vendar je to nemogoče, človek lahko zre na stvari le skozi »svojo kožo«. Stvari lahko le »interpretira«, to pa je vedno delo, dejavnost, praksa: človek mora vedno izdelati, ustvariti *miselne* konstrukcije stvari, po Marxu *miselne* objekte. Brez njihovih stvaritev realnih stvari oziroma realnih predmetov ne moremo razumeti. Zato Marx govori o *predmetni dejavnosti*: besedno zvezo moramo v vsakdanji govorici razumeti, poenostavljeno, kot *izdelovanje, ustvarjanje* predmetov. Vico je, kot smo videli, trdil prav to: človek *ustvarja* dejstva sam.

Od česa pa je človek odvisen pri ustvarjanju miselnih konstrukcij realnega sveta in stvari v njem? Odgovor, ki ga je v svojem delu *Marksizem in filozofija jezika* (1929, slovenski prevod 2008) dal ruski jezikoslovec in Luriin sodobnik Valentin Nikolajevič Vološinov (1895-1936), je za marsikaterega znanstvenika (če se omejim le na njih) še

daneshenavaden in pogosto tudi nesprejemljiv: odvisen je od praktične naravnosti oziroma življenjske ideologije – z drugimi besedami, predstav, ki se rojevajo in umirajo v družbi in jih ljudje večinoma jemljejo za svoje kot samo po sebi razumljene. Metaforično povedano: človekova »koža« je ideološka in kot taka edina družbena vez z realnim svetom in je tudi nikoli ni mogoče »sleči« - jo je pa, po Vološinovu, mogoče in treba misliti, reflektirati. Treba jo je teoretično raziskati.

Kako naj to razumemo, naj ponazorim z dvema primeroma. Prvi je iz spremne besede sociologa in političnega delavca Marka Kržana (1982-) k Vološinovemu delu. Odločilno mesto v vološinovski spoznavni teoriji zaseda teoretično raziskovanje vezi med realnim predmetom in znanstveno miselno konstrukcijo tega predmeta kot praktično dejavnostjo. Znanost, ki temelji v empirističnem materializmu (tega kritizira Marx), se o tej vezi ne sprašuje. V svojem praktičnem odnosu do realnih predmetov se zateka k spontanemu videzu (torej k praktični ideologiji), »ki ga ta odnos dobiva v naravoslovju, kjer se zdi, da sta predmet in raziskovalec absolutno razločena, in kjer se realni aktivni odnos prikazuje kot povsem nevtralen in nemotiviran ne-odnos«. Predpostavka – zagovarja jo, kot smo videli, tudi tehnouznanost -, da realni svet in predmeti v njem obstajajo neodvisno od tistih, ki jo spoznavajo in raziskujejo, je preprosto povedano zgolj spontana, nemišljena ideologija. Drugi primer navajata v omenjeni razpravi Maja Breznik in Rastko Močnik. V njej kritizirata prvouvrščeni družboslovni projekt na enem od razpisov Agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, ki naj bi preučil uspešnost vladne izobraževalne politike. Njuno razmišljanje, kako naj bi bilo videti raziskovanje, ki bi lahko gradilo boljšo družbo, je navdihujoče: »Če si, kakor v omenjenem projektu, prizadevamo za izboljšanje izobraževanje, se moramo vprašati, kakšna naj bi bila merila kakovosti, torej se

moramo vprašati, kaj je izobraževanje – in moramo torej kritično analizirati konkretne izobraževalne prakse, ki potekajo v šolskem ideološkem aparatu države; te analize pa ni mogoče izvesti, če se ne vprašamo o naravi sodobne države, in ker gre za Slovenijo, o naravi naddržavne tvorbe Evropske unije. Teoretska zastavitev nas zelo hitro pripelje k temeljnim zgodovinskim vprašanjem sodobnosti.«

Dobra znanost je vedno osvobajajoče politično dejanje ... Je v resnici revolucija ...

Tomaž Sajovic

Ali digitalni mediji spreminjajo naše možgane

Zvezdan Pirtošek

Digitalni mediji in nova informacijska doba so prinesli mnogo dobrega (mnogo informacij, enostaven, demokratičen dostop do znanja, umetnosti, zabave, tkanje novih socialni vezi) in slabega (sovražni govor, pornografijo, odvisnosti, ustrahovanje in izsiljevanje). So kot vrtoglavi informacijski cunami, ki nas pogosto pušča zmedene, nepoučene in zavedene. A nismo le pasivna žrtev tega cunamija – vanj vstopamo tudi sami, mnogokrat na dan –, ko pošiljamo nujne mejle, iščemo najbolj ugoden let v Stockholm, izvedemo plačilo preko PayPala za naročilo Amazonu, pretvorimo Wordov dokument v pdf, poslušamo zanimiv podkast. Tako jz jutraj, še pred zajtrkom; ali med čakanjem na dvigalo; pa mimogrede, med kosilom ali med telefonskim pogovorom; tik preden

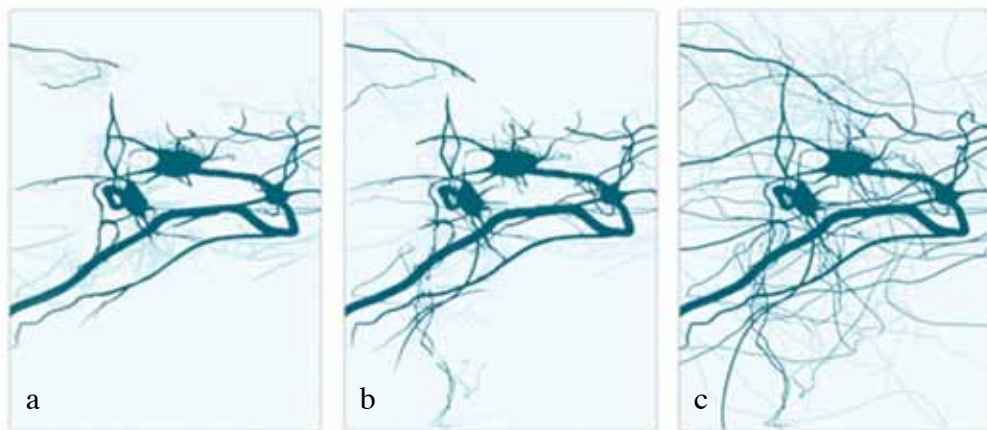
zdrsnemo v spanec. In če na kaj pozabimo, nas bosta pogled na množico mavričnih ikon našega pametnega telefona ali pa zvočni signal opomnila, da se nemudoma (ali čez deset minut) posvetimo telekonferenci preko Zooma ... ali jogi ... ali da naredimo deset počepov. Svet leta 2020 je zelo drugačen, kot je bil svet v zadnjih desetletjih prejšnjega tisočletja – in največja sprememba je ravno ta nova, digitalna podoba tega sveta, v kateri ameriški najstniki pred zaslonom preživijo tretjino dneva.

Leta 2008 je ameriški tehnolog Nicholas Carr objavil provokativni članek z naslovom *Nas Google poneumlja?* (slika 1) in z njim odprl vrata burni razpravi, ki nas spremlja še danes in ki se – če kaj – pogloblja. V njej Carr meni, da internet razkraja našo zmožnost koncentracije in kritičnega razmišljanja in da spreminja strukturo naših možganov.

Desetletje in več kasneje lahko zanesljivo potrdimo vsaj drugi del Carrove trditve – res je, da internet spreminja delovanje in tudi strukturo možganov. Nevroznanstvenik, zahvaljujoč silnemu razmahu svoje stroke, to zanesljivo ve in zlahka lahko dokaže s slikovnimi, elektrofiziološkimi, genetskimi, biokemičnimi in drugimi metodami. Vse, kar se nas (v metaforičnem smislu) dotakne v katerem koli trenutku našega življenja, nekoliko spremeni kompleksne podobe molekul, celičnih organelov, povezav med nevroni – spremeni mene, mojo zavest in/ali



Slika 1: *Nas Google poneumlja, se je že leta 2008 spraševal Nicholas Carr.*



Slika 2: *Nevroplastičnost – nastajajoča mreža prepletenih živčnih celic (a) pred uvajanjem novega dražljaja, (b) dva tedna in (c) dva meseca kasneje (učenje).*

množico tistih globokih nezavednih, polzavednih, avtomatičnih, refleksnih ... procesov, ki tkejo moj Jaz. Ko boste odložili to številko *Proteusa*, boste nekoliko drug človek, z nekoliko drugače povezanimi živčnimi celicami in z nekoliko drugačnim Jazom. Te spremembe omogoča lastnost možganov, ki jo imenujemo nevroplastičnost (slika 2). Nevroplastičnost je zmožnost možganov, da na spremembe v okolju in lastnem telesu reagirajo tako, da spreminjajo celične strukture in funkcije, ustvarjajo nove povezave med nevroni ali izbrišejo neaktivne sinapse, da spreminjajo funkcionalne mape v možganski skorji. Če je DNA tista knjiga življenja, ki nas je v stotinah milijonov let oblikovala kot vrsto, so možgani druga knjiga – tista, ki nas določa in spreminja kot posameznika, v toku našega individualnega življenja; spremembe v možganih se lahko zgodijo osupljivo hitro, v milisekundah, ali počasi, v desetletjih.

Odgovor na naše osnovno vprašanje je torej nedvoumen – digitalni mediji spreminjajo možgane. A ta odgovor nam v 21. stoletju sproža nova vprašanja: So te spremembe dobre ali slabe? Koristne ali pogubne? So reverzibilne? Med nevroznanstveniki, psihologi, tehnologi, sociologi in filozofi so mne-

nja deljena – medtem ko nekateri (na primer Susan Greenfield, Nicholas Carr) svarijo in poudarjajo predvsem negativne strani (mentalna plitvost, razpršena pozornost), pa drugi (David Chalmers, Clive Thompson) odstirajo bolj optimistične vidike, predvsem dejstvo, da nas tehnologija lahko osvobaja rutinskih opravil in nam omogoča, da bomo čas uporabili za bolj ustvarjalne ali prijetne aktivnosti, s svetovnim spletom pa da postavljamo vse pametnejši, saj se učimo več in hitreje.

Danes vemo, da sodobni digitalni mediji vplivajo na celotne možgane, posegajo v prepletenost vseh možganskih procesov, enostavnih in kompleksnih, avtomatiziranih in visoko osveščenih; v motoričnih, kognitivnih, senzoričnih, čustvenih in avtonomnih predelih centralnega živčevja. Še najbolj se njihov vpliv kaže v spominskih procesih, načinu razmišljanja, občutkih nagrajevanja, pozornosti in iluziji večopravnosti.

Digitalni mediji vplivajo na spominske funkcije – predvsem tako, da razbremenjujejo podatkovne baze spomina; vse manj je potrebno, da si zapomnimo podatke, bolj je pomembno, da poznamo način, kako in kje ta podatek poiskati. Kot je pokazala študija



Slika 3: V tem izjemnem poznobelenističnem delu so po Pliniju starejšem Agezander, Polidor in Atenodor v marmor vklesali agonijo trojanskega svečenika Laokoonta in njegovih sinov v trenutku, ko izgubljajo boj s Pozejdonovo morsko kačo.

znanstvenikov z univerz Columbia, Harvard in Wisconsin, že samo dejstvo, da vemo, da je podatek moč dobiti na internetu, zmanjšuje izgradnjo spominskih zapisov v možganih; Howard Gardner (oče koncepta multiplih inteligenc) meni, da je internet predvsem zunanje skladišče znanja, podobno kot je kalkulator zunanje skladišče za aritmetične procese. A ta pojav je že v preddigitalni dobi kot »transaktivni spomin« opisal filozof Daniel Wegener: določenih informacij si niti ne trudimo vtisniti v spomin, če vemo, da jih pozna nekdo drug v skupini. Pravzaprav je človeštvo v svoji zgodovini že od pamtiveka predajalo informacije v zunanje vire – pomislimo na modre zakletve vrčev in šamanov, na ekstatični ples vestalk, premišljeno vdolbenost kamna v reliefih, simbolih, v marmor ujeta tragično usodo Laokoonta in njegovih sinov (slika 3), pa na sledove črnila na papirju, podobe na slikah in filmih.

Znanje, sporočila in simbole smo »pozunanjili« brez velike škode za posameznika ali za družbo, kljub temu, da Sokrat (slika 4) v Fajdrosu svari, da bo pisava »zaradi zanemarjanja spomina povzročila pozabo, ker

se bodo zaradi zaupanja v pisanje spominjali od zunaj, zaradi tujih znakov, ne pa od znotraj, sami od sebe«.

Sam se spominjam časov, ko sem na izust znal povedati nekaj deset telefonskih števil – danes se neredko zgodi, da se ne moremo spomniti svoje lastne! Izgube takih trivialnih podatkov, števil, letnic ne gre obžalovati: »skladišče« spomina bomo lahko zapolnili z bolj pomembnimi informacijami. A vsa podatkovna znanja, ki smo jih z učenjem vpeli v obsežno strukturno mrežo možganskih celic hipokampusa in možganske skorje, niso trivialna; mnoga (kako na primer oživljati, zdraviti epileptični status, upravljati letalo v okvari) rešujejo življenje; in druga (zlasti tista s socialnimi in psihološkimi odtenki) so pomembna za naše odnose in življenje v skupnosti. Prenekatera živa, spontana diskusija bo bolj siromašna in razdrobljena, če podatkov, informacij, ne bomo našli med svojimi možganskimi vijugami in jih bomo morali vsakih nekaj minut iskati po googlu. To je sicer daleč od »digitalne demence«, pred katero svarijo bolj skeptični nevroznanstveniki. Medicina je zapisala jasno definicijo demence in spremembe, ki



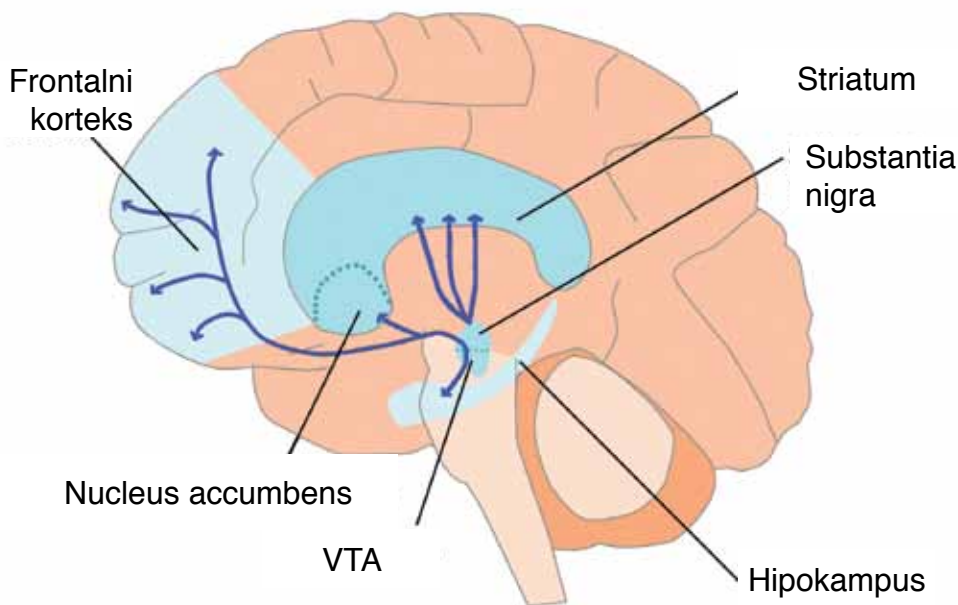
Slika 4: Francoski neoklasicistični slikar Jacques-Louis David je leta 1787 na platnu upodobil Sokratovo smrt, kot jo je v Faidonu (razgovoru o nesmrtnosti duše) opisal Platon (Metropolitanski muzej v New Yorku).

jih digitalni medij izzove v možganih, zanesljivo niso oblika demence niti demence ne bodo povzročili.

Nekaj podatkov nakazuje, da bi digitalni mediji utegnili vplivati na način človekovega načina razmišljanja. V zanimivi raziskavi, v katero je bilo vključenih tristo mlajših udeležencev, so raziskovalci Dartmouth Collegea primerjali študij, razumevanje in uporabo identičnih materialov, zapisanih na papirju ali podanih v digitalni obliki (na tablici, računalniku). Rezultati so pokazali, da so se uporabniki digitalnih platform v primerjavi s tistimi, ki so uporabljali nedigitalne vire učenja, bolj osredotočali na konkretne detalje kot na širšo sliko; slabši so bili pri abstraktnih kategorijah in logičnih sklepanjih; in na testu znanja so podali manj pravih odgovorov. A tudi tu študije in interpretacije rezultatov niso enoznačne. Garry Small z Univerze Kalifornija v Los

Angelesu (UCLA) je s tehniko funkcijske magnetne resonance oslikal možgansko aktivnost prostovoljcev med 55. in 76. letom: pol jih je redno uporabljalo internet, pol pa je bilo internetno nepismenih. Obe skupini sta opravili isto nalogo – branje besedila. V možganih udeležencev obeh skupin so se aktivirali klasični predeli, povezani s to nalogo (»središča« za govor, branje, spomin in vid – v temporalnih, parietalnih in okcipitalnih predelih). V skupini internetnih uporabnikov pa se je ob naštetih aktiviral še predel, povezan z odločanjem in razumskim sklepanjem (prefrontalni reženj) (slika 5); tudi sicer je bila aktivacija možganov pri njih precej močnejša kot pri tistih, ki niso uporabljali interneta. Small razmišlja o tem, da bi aktivna uporaba interneta znala biti oblika kognitivne stimulacije.

Nekatere raziskave so primerjale pisanje na roko s tipkanjem na računalnik ali tabli-

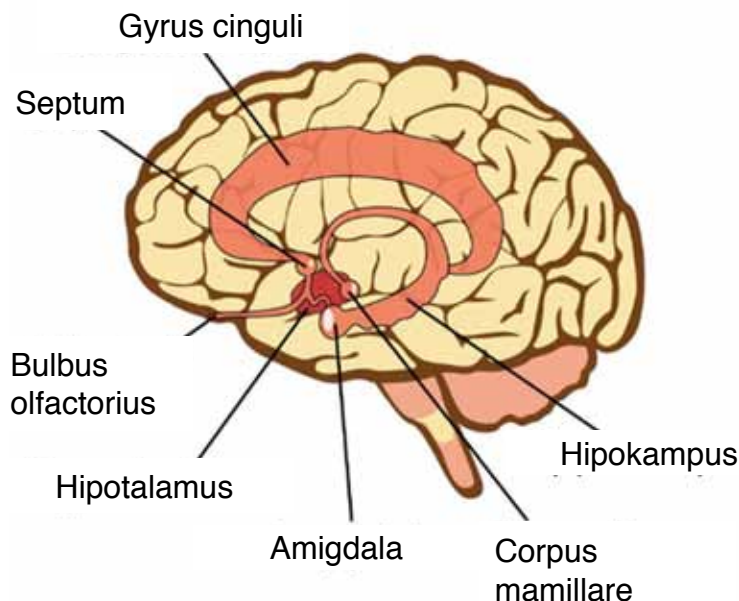


Slika 5: Možganske strukture (prefrontalni reženj; VTA – ventralno tegmentalno območje (area), ki je del »hedonistične« poti; jedro accumbens; hipokampus; striatum).

co. Pam Mueller in Daniel Oppenheimer sta v svoji raziskavi pokazala, da je pisanje besedila na digitalni medij hitrejša in bolj verno; pri reprodukciji zgodbe pa so preiskovanci, ki so tipkali, bolje odgovarjali na konkretna, preprosta vprašanja (številke, letnice, konkretne situacije); tisti, ki so zgodbo zapisovali na roko, pa so bolje podajali konceptualne, bolj globalne odgovore (»Kako se Švedska in Japonska razlikujeta v pristopu do družbene enakosti?«). Natančnih razlogov za to ne poznamo, a slikovne študije možganov kažejo, da se pri pisanju na roko aktivirajo širši predeli možganov, da se ob vlečenju krajših in daljših črt, zaobljenih linij, ostrih zasukov, postavljanju pik, vejic, energičnih klicajev ... sproža v možganih več proprioceptivnih, senzoričnih, motoričnih, miselnih in tudi čustvenih procesov. Pomislimo samo na lepoto, čutno, miselno in sporočilno (tudi terapevtsko!) moč kaligrafije.

Nekateri digitalni mediji (internetna pornografija, igre na srečo, socialni klepet, on-line igre) pa pogosto aktivirajo predel možganov, ki v pričakovanju nagrade in ugodja izloča dopamin – tako imenovano hedonistično pot (slika 5 – VTA, ventralno tegmentalno območje (area)). Ponavljano izločanje dopamina v tej poti vodi v odvisnost. Več raziskav je ob slikanju možganov jasno pokazalo, da se tako pri digitalni odvisnosti kot pri odvisnosti od heroina ali kokaina aktivirajo iste strukture vzdolž hedonistične poti.

Morda največje spremembe, ki jih digitalni mediji sprožijo v možganih, so na področju pozornosti. Pozornost pomeni sposobnost osredotočanja na neki zunanji ali notranji dražljaj. Ločimo lahko med več vrstami pozornosti: na primer pasivno, aktivno, selektivno, pa razpršeno in vzdrževano pozornostjo. Razpršena ali deljena pozornost hitro in prožno prehaja z dražljaja na dražljaj, od ene informacije na drugo; vzdrževana



Slika 6: Možganske strukture (za čustva pomemben limbični sistem in hipotalamus, povezan z osnovnimi avtonomnimi procesi).

pa je bolj stabilna, globlja, omogoča bolj kontemplativno doživljanje. Digitalni mediji spodbujajo v glavnem razpršeno, deljeno pozornost. Hitri preklopi naše pozornosti so seveda koristni – verjetno je bila tovrstna deljena in preklaplajoča pozornost zelo pomembna v zori učlovečenja, ko so naši predniki na afriških savanah morali spremljati in ocenjevati vsako spremembo – šum v visoki travi, senco pod drevesom, pritajen zvok, nenadno tišino ... A v milijonih let so se pri višjih hominidih, zlasti pa pri *Homo sapiensu*, razvili deli možganov, ki so pozornost lahko usmerjali, vzdrževali in jo poglobljali (*prefrontalni reženi*) (slika 5). To je del možganov, ki nam omogoča, da z razumom, premislekom in analizo prevladamo strah, refleksne reakcije, čustva ... To je del možganov, ki nam dovoljuje, da zbrano sledimo usodi Ane Karenine in skušamo dojeti, kaj jo je pripeljalo do usodne odločitve; del možganov, ki bo razumsko dojel in upošteval socialne in psihološke okoliščine, ki so morilca privedli do grozljivega zločina; in s pomočjo katerega bomo v kazni iskali več kot le retributivno, talionsko logiko. To je del možganov, ki zavira hipne reakcije evolu-

cijsko starejših, bolj »animalnih« možganov (*limbični sistem, hipotalamus*) (slika 6), del, v katerega bi Freud v veliki meri umestil svoj koncept Ega in Superega.

Kako pa je s procesi pozornosti ob poplavi dražljajev in informacij, ki jih mnogi vidijo kot simbol in kot izvirni greh digitalne ere? Po nekaterih ocenah je človek v zadnjem desetletju ustvaril več informacij kot prej v svoji celotni zgodovini. Podatki prihajajo z neverjetno hitrostjo (vsak dan se na medmrežju pojavi 2,5 kvintilijonov bajtov – to je 1 z 18-imi ničlami!), iz različnih virov, z različnimi nameni. Ves čas ti podatki lovijo našo pozornost – z vidnimi efekti, zvočnimi signali, vibriranjem, sprožajo se v rednih časovnih intervalih, oviti v eksplozivne naslove. A neobvladljiva, neskončna množica podatkov (informacijski »overflow«) je pravzaprav normalen, »fiziološki« pojav. To ni le fenomen sodobnega časa, zadnjega desetletja ali dveh, in ne odraža le dobe svetovnega spleta. Kot vrsto nas spremlja že milijone let; in kot posameznike nas dražljaji in informacije preplavljajo vse od trenutka oploditve. V vsakem trenutku namreč poteka v našem telesu neskončno število procesov in

se zgodi v okolju nemerljivo število sprememb. A organizem je razvil vrsto filtrov, ki te informacije blokirajo, izbirajo, slabijo ali krepijo; naši receptorji mnogih dražljajev sploh ne bodo zaznali (oko in uho zajemata le majhen del vidnega in slušnega spektra); drugi se izgubijo v šumih perifernega živčevja; le redki prodrejo v možgane in večina od teh ostaja v evlucijskih globinah avtonomnega, avtomatiziranega, refleksnega, nezavednega in podzavednega. Procesov, ki si zmagovito priborijo vstop v možgansko skorjo, ki se jih zavemo in ki jim bomo posvetili svojo pozornost, je v vsakem trenutku silno malo. Problem torej ni neverjetna in neobvladljiva množica informacij – problem nastane, ko jih želimo predelati veliko, s polno pozornostjo, zavestno, v čimkrajšem času ali kar naenkrat; ko svoje možganske procese silimo v sočasno večopravilnost (multitasking).

Večopravilnost je seveda iluzija. Naši možgani ne morejo opravljati več opravil hkrati, čeprav je subjektivno čutenje in doživljanje te iluzije močno – lahko le hitro, še hitreje, pozornost preklapljam z ene naloge na drugo. Ti energetske silno potratni preklopi bodo izstavili visoko ceno, nas pa sicer utrjujejo v lažnem prepričanju, kako učinkoviti smo, čeprav je naš končni izkupiček običajno slabši.

Kaj se v naših možganih dogaja, ko potekajo hitri preklopi večopravilnosti? Ti procesi so intenzivni in zato v telesu vzpostavijo pogoje stresa – prične se izločati kortizol, »stresni« hormon; in adrenalin, hormon »boja ali bega«. Oba hormona lahko nekoliko »zameglita« višje miselne procese, zlasti v daljšem obdobju. Po drugi strani pa dejstvo, da iz trenutka v trenutek odkrivamo nov izziv, se nato vračamo na nekoliko spremenjeno prejšnjo nalogo, pa spet na novo in nato morda tretjo, vzbudi močno aktivnost v dveh drugih že omenjenih možganskih predelih: v »hedonistični poti« in v prefrontalnem režnju (slika 5). Hedonistična pot (*mezokortikolimbni sistem, VTA*) je

evlucijsko star sistem, kjer se pri sesalcih v pričakovanju nagrade in ugodja prične izločati dopamin. Dopamin nagraduje iskanje vedno novih zunanjih dražljajev v okolju in povečana aktivnost hedonistične poti vodi v začarani krog: v novo in še bolj intenzivno iskanje ugodja in končno lahko v odvisnost. Moč tega hedonističnega sistema je nazorno pokazal poskus, ki sta ga na Univerzi McGill izvedla Olds in Milner. Podganam sta v eno od struktur tega sistema (*nucleus accumbens*) (slika 5) vgradila elektrode, ki so jih eksperimentalne živali lahko vklapljale same. Mnoge so opustile vse druge aktivnosti – pitje, hranjenje, parjenje – in se posvetile zgolj vklapljanju stimulatorja, do končne popolne izčrpanosti. Prefrontalni režanj, tako pomemben za vzdrževanje in poglobljeno pozornost, pa je prav zato zelo občutljiv tudi za spremembe v okolju in se – paradokso – aktivira tudi, ko se v okolju pojavi nov dražljaj ali informacija; mora namreč oceniti, ali ni morda vendar ravno ta nova informacija bolj pomembna in jo je treba postaviti na višjo prioriteto.

Večopravilnost vpliva tudi na spominske funkcije. Če se nečesa zbrano učimo, bo prefrontalni režanj podatke zajel, nakar se bodo prenesli in skladiščili v ustreznem podatkovnem spominskem središču (*hipokampusu*) (slika 5). Russel Poldrack z Univerze v Stanfordu pa je pri večopravilnosti – če se na primer hkrati pogovarjamo po telefonu in beremo strokovno besedilo – ugotovil, da se informacije ne prenesejo v hipokampus, ampak v *striatum* (predel možganov, ki je namenjen bolj skladiščenju veččin in rutinskih opravil kot pa podatkov) (slika 5). Podatke bomo iz striatuma težje in bolj nepopolno priklicali; učenje bo tako manj fleksibilno (gibko), bolj omejeno, znanje pa manj generalizirano.

Pri večopravilnosti torej prihaja do okrepjene aktivnosti več predelov možganov – tistih, povezanih z aktivnostjo kortizola, adrenalina in dopamina, zlasti prefrontalne skorje, mezokortikolimbne hedonistične



Slika 7: Johannes Gutenberg (približno 1400–1468) na bakreni gravuri iz 16. stoletja.

poti in striatuma. Biokemično plačilo za to aktivnost je glukoza, ki se v razmerah hitrih preklapov večopravilnosti hitreje porabi; vedenjsko plačilo – ob lažni iluziji večje učinkovitosti in večje socialne povezanosti – pa utrujenost, slabša miselna koncentracija, manj učinkoviti procesi odločanja in s tem večja dovzetnost za lažne novice (znižana raven glukoze v celotnih možganih), anksioznost (kortizol, adrenalin), nevarnost odvisnosti od digitalnih medijev in razvoj kompulzivnega vedenja – potreba, da na mejle in klice takoj odgovorim (dopamin hedonistične poti).

Ta novi digitalni svet ima torej ob optimistični, drzni viziji tudi svojo temno, zelo temno stran. Katera bo prevladala? Treba je povedati, da je »motiti se« zelo pogosto stanje človekovih možganov; a zdravi in dozoreli možgani imajo vrsto mehanizmov, da napako odkrijejo in popravijo. Za »popravilo« skrbi vrsta mehanizmov, v konč-

ni fazi predvsem strukture prefrontalnega režnja, ki omogočajo razumen vpogled in etični imperativ; na primer orbitofrontalni predeli, s katerimi povezujemo socialno in emocionalno inteligenco; pa zrcalni nevroni, ki omogočajo občutenje empatije; pomemben mehanizem pa so zlasti mnogi procesi nevroplastičnosti na ravni nevrona, sinapse, kortikalnih zank, ki lahko našo fiziologijo in psihologijo hitro in globoko spremenijo in spremembo tudi popravijo.

Prav zato pa moramo posebej občutljivi biti na vpliv digitalnih medijev na možgane otroka. V prvih letih mora otrok vzpostaviti interakcijo s fizičnim (ne virtualnim!) svetom – mora spoznati in čutiti fizično toploto in vonj materinega telesa, občutiti polzenje vode po koži, pa telesno ugodje in tudi bolečino, svojo in bolečino drugega – toliko tega, kar se intenzivno zapisuje v njegove možgane, kjer se z osupljivo hitrostjo vzpostavljajo in tudi brišejo pove-

zave med možganskimi celicami. Celi dve desetletji bodo zoreli otrokovi možgani in poslednji bo dozorel prefrontalni režanj, tako pomemben za vzdrževano, poglobljeno pozornost, razum in etične odločitve. Študij o vplivu digitalnih medijev pri otrocih je premalo in izkušnje enega, dveh desetletij prekratke, rezultati do zdaj opravljenih raziskav pa mešani. Tako so finski strokovnjaki v dveh longitudinalnih študijah potrdili temno plat interneta – pri adolescentih je pretirana uporaba spleta povzročala izgorelost in depresijo. Do drugačnih zaključkov so prišli raziskovalci Pew Research Centra, ki so poročali, da imajo uporabniki facebooka več tesnih prijateljev, čutijo več socialne podpore in bolj zaupajo drugim. Šele pred kratkim so ameriški in britanski pediatri podali prva priporočila o uporabi digitalnih medijev pri otrocih – kako, koliko, kdaj.

Je strah pred digitalnim cunamijem upravičen? Zgodovina nas uči, da so podobni strahovi in pomisleki človeštvo spremljali ob vsaki večji tehnološki revoluciji; pred dvema tisočletjema se je Sokrat (slika 4) upiral pisavi, ker bo »izpraznila« našo glavo; pred petsto leti so mnogi zgroženo nasprotovali Gutenbergovi (slika 7) iznajdbi, ker bo knjige in v njih natisnjeno znanje razširila tudi med neposvečene širše množice; in »železna cesta«, ki je dosegla Ljubljano leta 1849, bo – tako tedanji kronisti – zanesljivo povzročila »možganska obolenja ljudi in jalovost živali zaradi hrupa in puha tega hudičevega izuma«.

Morda je nevarnost tokrat resnično večja zaradi več dejavnikov – na primer hitrosti sprememb in zasvojitvenega potenciala teh tehnologij. Digitalni mediji se po celotnem planetu širijo neverjetno hitro, veliko hitreje, kot so se druge tehnologije – pisava se je v neolitiku iz sumerskih naselij širila stoletja in tisočletja; Gutenbergova v renesansi natisnjena knjiga bo potrebovala desetletja in stoletja, da bo prišla v roke slehernika; radio je 50 milijonov ljudi (»penetracija«) dosegel v 38 letih, televizija v trinajstih letih in

Google+ v 88 dneh. Drug razlog, da gre nevarnost digitalnih medijev jemati resno, je v dejstvu, da ti mediji človeka zlahka pahnejo v odvisnost. Seveda tudi odvisnost ni nič novega. Človeka spremlja (heroin, cigarete, alkohol, spolnost) vso zgodovino, a digitalni svet mu danes prvič v evoluciji ponuja možnost skoraj štirindvajseturne zadovoljitve, aktivacije hedonistične poti z neprestanim izločanjem dopaminom, zgolj s pritiskom na gumb. Nevrološke posledice te stimulacije so težke in ne dovolj raziskane. A ostanimo optimisti: prav digitalna tehnologija prvič lahko identificira spremembe v možganih, še preden se te spremembe zakoreninijo v posamezniku in družbi; in jih s sodobno terapijo lahko tudi odpravi.

In če je s stališča posameznika in družbe vprašanje »Ali digitalni mediji spreminjajo možgane na bolje ali na slabše« globoko relevantno, je s stališča evolucije manj smiselno. Kaj je evolucijski pomen teh možganskih sprememb? Morda smo zdaj, kakih 300.000 let po nastanku naše vrste v prehodu od individualnega in mentalno samotnega bitja v družbo, ki bo preko svetovnega spleta, tehnologije in nekoliko spremenjenih možganov na neki način v svojem ustvarjanju in delovanju bolj povezana in (na drugačen način) socialna. Čeprav je taka evolucijska pot polna možnih stranpoti, strahov in nevarnosti, poti ne smemo zapreti. Raje prisluhnimo razumu, etiki in znanosti, tudi srcu, ki nam, bolj kot kadar koli prej, omogočajo, da te nevarnosti predvidimo, jih zaznamo in odvrnemo.

Kako celice zaznajo in se prilagodijo razpoložljivosti kisika

Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino za leto 2019

Radovan Komel

Kisik predstavlja približno petino prostornine današnjega Zemljinega ozračja in je osrednji dejavnik življenja, kot ga poznamo. Potrebo po njem za vzdrževanje življenja razumemo že od začetka sodobne biologije, molekularni mehanizmi, s katerimi se celice prilagajajo spremembam v oskrbi s kisikom, pa so ostali nepojasnjeni vse do odkritij v

zadnjih tridesetih letih, ki so bila novembra leta 2019 tudi okronana z Nobelovo nagrado za fiziologijo oziroma medicino. Nagradjenci so Gregg L. Semenza, ki je leta 1990 odkril protein HIF, ki uravnava odziv celic na prisotnost kisika, William G. Kaelin, ki je leta 1995 odkril protein VHL, zaviralca rakavih tumorjev in obenem vpletenega v



William G. Kaelin se je rodil leta 1957 v New Yorku. Doktoriral je na Univerzi Duke v Durhamu in se nato specializiral za interno medicino in onkologijo na Univerzi Johns Hopkins v Baltimoru in na Inštitutu za raka Dana-Farber v Bostonu. Svoj raziskovalni laboratorij je ustanovil na Inštitutu za raka Dana-Farber in leta 2002 postal redni profesor na Harvardski medicinski šoli. Od leta 1998 je raziskovalec na Medicinskem inštitutu Howard Hughes.



Sir Peter J. Ratcliffe se je rodil leta 1954 v Lancashiru v Veliki Britaniji. Študiral je medicino na Gonville & Caius College Univerze v Cambridgeu in na Oxordu opravil specialistično usposabljanje iz nefrologije. Na Univerzi v Oxfordu je ustanovil neodvisno raziskovalno skupino in leta 1996 postal redni profesor. Je direktor kliničnih raziskav na Inštitutu Francis Crick v Londonu, direktor Inštituta za odkrivanje molekulskih tarč v Oxfordu in član Ludwigovega inštituta za raziskave raka.



Gregg L. Semenza se je rodil leta 1956 v New Yorku. Na Univerzi Harvard v Bostonu je opravil študij iz biologije. Leta 1984 je doktoriral na Medicinski fakulteti Univerze v Pensilvaniji v Filadelfiji in se izučil za specialista iz pediatrije na Univerzi Duke v Durhamu. Podoktorsko se je izobraževal na Univerzi Johns Hopkins v Baltimoru, kjer je ustanovil tudi neodvisno raziskovalno skupino. Leta 1999 je postal redni profesor na Univerzi Johns Hopkins, od leta 2003 pa je direktor programa za vaskularne raziskave na Inštitutu za celično inženirstvo Johns Hopkins.

uravnavanje celične ravni proteina HIF, ter Peter J. Ratcliffe, ki je v nadaljevanju skupaj s Kaelinom prispeval k razjasnitvi mehanizma od kisika odvisnega uravnavanja celične ravni proteina HIF s strani proteina VHL.

Živali potrebujejo kisik za pretvorbo hrane v koristno energijo. V mitohondrijih, dihalnih organelih večine evkariontskih celic, poteka tako imenovano celično dihanje, pri katerem se produkti presnove hranil (sladkorji, aminokisline, maščobne kisline) v kaskadi encimskih reakcij in v prisotnosti kisika pretvorijo v ogljikov dioksid (CO_2) in vodo (H_2O), pri tem pa se energija iz razgradnje njihove zgradbe prenese v nastanek oziroma zgradbo molekul ATP (adenozin trifosfat). Adenozin trifosfat je shranjevalec presnovne energije ter njen prenašalec v izgradnjo novih molekul, sestavnih delov celice, in v izvajanje drugih pomembnih dejavnosti organizma, kot so gibanje, krčenje mišic in prenos/širjenje živčnih signalov. S presnovo adenozin trifosfata se namreč energija njegove zgradbe ne sprosti v prazno, temveč se pretvori v energijo zgradbe novo nastalih molekul oziroma se porabi za omenjene druge dejavnosti celic, tkiv, organov in organizma.

Kako se organizem odzove na pomanjkanje kisika?

Ko se ukvarjamo z napornimi športi (na primer s tekom), pri katerih organizem porablja veliko kisika, da si zagotovi dovolj energije za mišično delo, ali visoko v gorah, ko se alpinist sooči z redkejšim zrakom in pomanjkanjem kisika, se organizem odzove s pospešenim dihanjem, ki ga opisujemo kot »zadihanost«. V evoluciji so organizmi razvili način, kako v takih primerih zagotoviti zadosten dovod kisika v tkiva in celice. Na meji velikih krvnih žil na obeh straneh vratu se nahaja tako imenovano karotidno telo, sestavljeno iz specializiranih živčnih celic, katerih površinski receptorji (posebne proteinske molekule) so občutljivi za spremem-

be ravni kisika. Z vezavo kisika na receptor ali po drugi strani z njegovo odsotnostjo se zgradba oziroma prostorska oblika receptorja spreminja in to se kaže tudi v njegovi encimski aktivnosti oziroma v odnosu do drugih, v celični membrani povezanih molekul, ki so s soodvisnimi, kaskadnimi spremembami v zgradbi in aktivnosti udeležene pri prenosu sporočila. O samem poteku dogodkov v stanju pomanjkanja kisika (hipoksija) je več hipotez, vsem pa je skupna nit, da znižanje delnega tlaka kisika ter povečanje delnega tlaka ogljikovega dioksida in s tem povečana kislost v končni posledici vplivajo na proteine, ki sestavljajo kanalčke za pretok kalijevih ionov (K^+) skozi celično membrano. Kanalčki se zaprejo in to povzroči zmanjšanje razlike v koncentraciji kalijevih ionov na obeh straneh membrane (depolarizacija membrane), posledica pa je odprtje kanalčkov za kalcijeve ione (Ca^{2+}) in s tem povečanje njihove koncentracije v celici. Kalcijevi ioni povzročijo, da se znotrajcelični vezikli, ki vsebujejo različne posrednike za prenos živčnih signalov (živčne prenašalce, nevrotransmitterje), zlijejo s celično membrano in svojo vsebino oddajo v okolje (eksocitoza veziklov). Živčni prenašalci, kot so acetilholin, noradrenalin, dopamin, met-enkefalin, učinkujejo na receptorje živčnih vlaken in signal je posredovan do središč v možganih, ki uravnavajo dihanje in krvni tlak. Pomanjkanje kisika tako pospeši dihanje (hitrost in moč vdihavanja zraka).

Pljuča so priskočila na pomoč, kako pa naprej ...?

Že nekaj časa vemo, da pomanjkanje kisika predvsem v ledvicah, v manjši meri pa tudi v jetrih in nekaterih drugih organih, sproži aktivnost eritropoetinskega gena, kar povzroči takojšen in močan dvig ravni hormona eritropoetina v krvi. Eritropoetin deluje neposredno na matične celice v kostnem mozgu in nadzira njihovo proliferacijo (namnožitev in rast), zorenje in diferenciacijo v rdeče krvničke (eritrocite), prenašalce kisika

do celic. Povezavo med hipoksijo in številom eritrocitov so klinično opazili že proti koncu devetnajstega stoletja, ko so zaznali povečano število eritrocitov pri bivanju na višjih nadmorskih višinah. Po drugi strani pa pri bolnikih s kronično odpovedjo ledvic pride do izrazitega upada števila eritrocitov, ki ga opisujemo kot slabokrvnost ali anemijo, saj je z okvaro ledvic onemogočeno zadostno nastajanje eritropoetina in s tem rdečih krvničk. Hudi ledvični bolniki za preživetje potrebujejo redno dializo s spremljajočo transfuzijo krvi ali presaditev ledvic. Medtem ko je védenje o pomembnosti hormonskega (eritropoetskega) nadzora nastajanja rdečih krvničk v kostnem mozgu (eritropoeza) prisotno od začetka dvajsetega stoletja, pa je vprašanje, kako kisik vpliva na izražanje eritropoetskega gena, ostalo neodgovorjeno vse do odkritij v zadnjih tridesetih letih. Ključno vlogo pri tem so imeli lanski Nobelovi nagrajenci, Gregg L. Semenza, William G. Kaelin in Peter J. Ratcliffe.

Semenza je preučeval eritropoetski gen. Seveda ga je zanimalo, na kakšen način se sproži njegovo izražanje, to je prepis (transkripcija) v ustrežajočo molekulo sporočilne RNA (mRNA) in prevod zaporedja njenih nukleotidov (translacija) v zaporedje aminokislin (zgradbo) eritropoetina. Z uporabo gensko spremenjenih miši, pri katerih so odstranili različne in različno dolge odseke zaporedja DNA na različnih razdaljah pred eritropoetskim genom in za njim, je odkril zaporedja DNA, ki so odločilna za odgovor eritropoetskega gena v prisotnosti oziroma odsotnosti kisika. V odkrivanje teh, uravnalnih (regulatornih) zaporedij se je kmalu vključil tudi Ratcliffe, ki je ugotovil, da je mehanizem odgovora na razpoložljivost kisika ni omejen samo na ledvice, temveč je navzoč skoraj v vseh tkivih in na enak način deluje v različnih vrstah celic. Končno so s skupnimi močmi ugotovili osnovno uravnalno (regulatorno) zaporedje DNA, ki uravnava izražanje genov eritropoeze, in ga po-

imenovali »element odgovora na hipoksijo« (angleško *Hypoxia Response Element, HRE*). Na območja DNA, ki v večji ali manjši razdalji od genov uravnavajo njihovo izražanje, pa se, da jih aktivirajo, morajo vezati tako imenovani »transkripcijski dejavniki»: ti so proteini, katerih oblika je izrazito prilagojena za vezavo na omenjena zaporedja DNA. Semenza je iz različnih vzorcev kultiviranih celic kmalu izoliral proteinski kompleks, ki se veže na »element odgovora na hipoksijo« (HRE) v odvisnosti na razpoložljivost kisika. Poimenoval ga je »s hipoksijo spodbujeni dejavnik« (angleško *Hypoxia-Inducible Factor, HIF*) in kmalu za tem odkril tudi gena, ki zapisujeta njegovo dvokomponentno zgradbo, *HIF-1α* in *ARNT* (angleško *Aryl Hydrocarbon Receptor Nuclear Translocator*). Protein ARNT je bil sicer odkrit že pred tem, kot protein, ki se kot sestavna komponenta povezuje s številnimi drugimi proteinskimi dejavniki, vendar je bil Semenza tisti, ki je ugotovil, da se povezuje tudi s *HIF-1α*, ki je v dimernem kompleksu HIF dejavnik odgovora na razpoložljivost kisika.

Ugotovili so, da ko je kisika dovolj, je v celicah zelo malo HIF-podenote *HIF-1α*. Ko pa kisika zmanjkuje, se raven *HIF-1α* bliskovito poveča, toliko ga je, da se uspešno poveže s podenoto ARNT v funkcionalni dimer HIF, ki se kot prepisovalni (transkripcijski) dejavnik lahko veže na uravnalno (regulacijsko) DNA-zaporedje HRE in sproži izražanje eritropoetskega in tudi drugih, v eritropoezi sodelujočih genov. Gena *HIF-1α* in *ARNT* se sicer stalno (konstitutivno) izražata in načeloma bi zato v celicah vedno moralo biti dovolj obeh proteinov, sestavnih delov dimera HIF, vendar so številni raziskovalci prišli do ugotovitve, da je protein *HIF-1α* zelo nestabilen in je podvržen razgradnji v razmerah, ko je kisika dovolj, pri hipoksiji pa nenadoma postane pred razgradnjo zaščiten. Kje je torej stikalo, ki odloča o stabilnosti proteina *HIF-1α* in njegovi razpoložljivosti, da se vključi v proces eritropoeze?

K odgovoru na ta vprašanja je bistveno prispevala ugotovitev, da razgradnja proteina HIF-1 α poteka preko specifičnega proteasoma. Proteasomi so proteinski kompleksi, ki so v celicah namenjeni proteolizni razgradnji prekomernih, odsluženih ali poškodovanih proteinov. Take proteine za razgradnjo označi dodatek posebne, majhne proteinske molekule, ubikvitina, kar opravi encim ubikvitinska ligaza. Kako se v primeru proteina HIF-1 α nanj v odvisnosti od kisika veže ubikvitin, pa je ostalo osrednje vprašanje, ki je mučilo Semenzo in Ratcliffe, najpomembnejša raziskovalca, ki sta se ob sodelovanju številčnih drugih posvečala raziskavam uravnavanja eritropoetinskega gena in eritropoeze. Odgovor je prišel iz nepričakovane smeri, s strani Williama Kaelina, ki je raziskoval redko dedno bolezen, imenovano sindrom von Hippel-Lindau. Bolezen, ki povzroča številne in raznolike sistemske težave organizma in pri družinah, ki podedujejo zaradi genskih mutacij spremenjeni oziroma okvarjeni gen *VHL*, se tudi zelo poveča tveganje za nastanek različnih oblik raka. Kaelin je ugotovil, da neokvarjeni gen *VHL* nosi zapis za protein, ki preprečuje nastanek raka, obenem pa tudi to, da rakave celice, pri katerih je gen *VHL* spremenjen in zato nefunkcionalen, kažejo nenavadno velike ravni proteinov, katerih izražanje sicer poteka v razmerah hipoksije. Ko je v rakavih celicah okvarjeni gen *VHL* nadomestil z normalnim, se je vzpostavilo normalno ravnovesje proteinov, kar je bil dokaz za domnevo, da je protein VHL na neki način udeležen pri nadzoru odgovora na raven kisika v organizmu. V nadaljevanju so raziskovalci ugotovili, da je protein VHL del proteinskega kompleksa, ki proteine označuje z ubikvitinom in jih s tem povede v proteasomsko razgradnjo. Ratcliffe je nato prišel do odločilnega odkritja, da protein VHL v razmerah z dovolj kisika fizično interagira s HIF-1 α in da je to pogoj za razgradnjo tega proteina.

Odrpito je ostalo še vprašanje, na kakšen

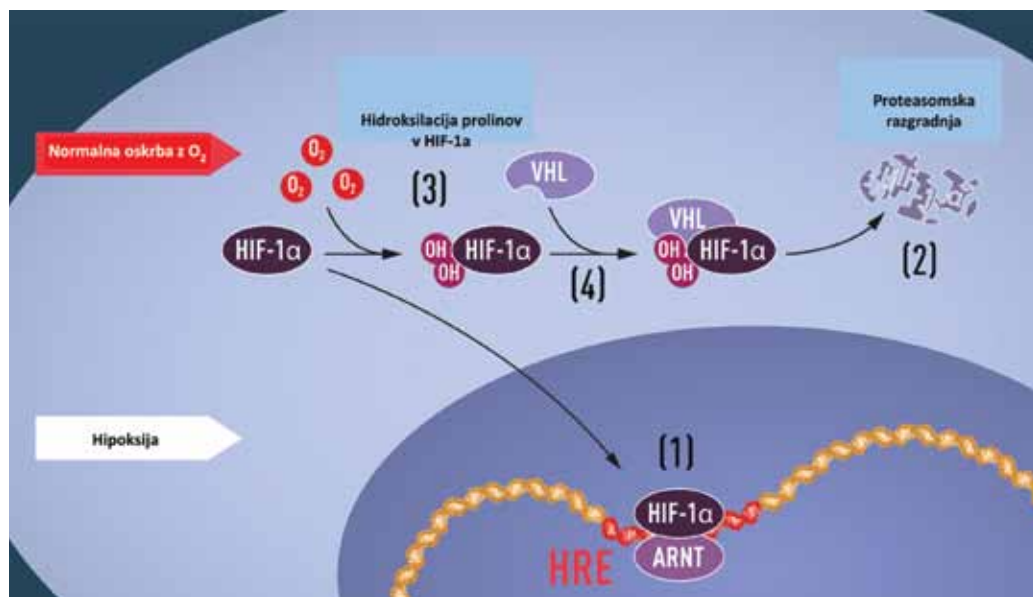
način kisik uravnava interakcijo med proteinom VHL in proteinom HIF-1 α ? Odgovor sta leta 2001 v vzporednih objavah podala Kaelin in Ratcliffe, ki sta pokazala, da v razmerah z normalno oskrbo kisika encim, imenovan prolil hidroksilaza, na dve specifični mesti proteina HIF-1 α uvede hidroksilni skupini, tako spremenjena oblika proteina pa omogoči njegovo prepoznavo s strani proteina VHL, ki se zato poveže z njim, omogoči označbo z ubikvitinom in nadaljevanje v proteasomsko razgradnjo.

Kaj pa se zgodi, ko je kisika premalo?

V razmerah slabe oskrbe s kisikom tega ni dovolj, da bi ga encim prolil hidroksilaza lahko porabil za uvedbo hidroksilnih skupin na prolinske ostanke proteina HIF-1 α . Zato protein VHL ne prepozna nehidroksilirane oblike proteina HIF-1 α in se nanjo ne veže, proteina HIF-1 α brez proteina VHL pa ne prepozna ubikvitinske ligaze in brez ubikvitinske oznake protein ne gre v proteasomsko razgradnjo. Nedotaknjeni protein HIF-1 α se v celici nakopiči do te mere, da se zlahka poveže s proteinom ARNT v funkcionalen dimer HIF, ki z vezavo na DNA-zaporedja HRE sproži program izražanja s hipoksijo spodbujenih genov.

Raziskave iz sedemdesetih in osemdesetih let preteklega stoletja so razkrile, da je v odgovor na spremembe v koncentraciji kisika lahko vpletenih tudi do tristo različnih genov, katerih spremenjeno izražanje spreminja oziroma prilagaja celično presnovo in sodeluje pri uravnavanju ključnih fizioloških procesov, kot so razvoj organov med razvojem zarodka, regeneracija poškodovanih tkiv in pravilno delovanje imunskega sistema. Z odkritjem s HIF posredovanega nadzora molekulskih dogodkov pri odgovoru organizma na prisotnost ali pomanjkanje kisika so Semenza, Ratcliffe in Kaelin ostali osrednji igralci v raziskavah izražanja genov pod vplivom kisika, ki jim danes namenja jo posebno pozornost številne raziskovalne skupine. Njihova odkritja so omogočila glo-

Prilagajanje spremembam v razpoložljivosti kisika. V razmerah pomanjkanja kisika (hipoksije) se dimer HIF-1 α : ARNT kot transkripcijski dejavnik HIF veže na DNA-zaporedje HRE in s tem aktivira izražanje genov v proteine, pomembne za prilagoditev na razmere z malo kisika (1). V razmerah normalne oziroma višje oskrbe s kisikom se protein HIF-1 α razgrajuje v proteasomu (2), potem ko se pod vplivom kisika vanj vgradi hidroksilni skupini (3), kar je signal za prepoznavo s strani proteinskega ubikvitinacijskega kompleksa VHL (4). Prirejeno po The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2019, <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2019/summary/>.



bji vpogled v vlogo s kisikom uravnavanih presnovnih poti v zdravju in bolezni.

Kaj odkritje molekulskih osnov odgovora organizma na razlike v ravni kisika prinaša medicinski znanosti?

Odkritje prolinskih hidroksilaz, ki uravnavajo raven proteina HIF-1 α , je omogočilo iskanje zaviralcev (inhibitorjev) tega encima z namenom, da bi omogočili povišanje ravni HIF in s tem sprožili proces eritropoeze pri bolnikih, ki trpijo zaradi anemije. Dovolj visoka raven HIF je pomembna tudi za pravilno delovanje imunskega sistema, tvorbo hrustanca in celjenje ran. Po drugi strani pa pri nekaterih boleznih, kot so različne oblike raka in bolezni srca in ožilja (možganska kap, srčni napad, povišan krvni tlak v pljučnih arterijah), pride do povišanja ravni HIF, kar odpira nove poti pri raziskavah teh bolezni in iskanju načinov za njihovo

zdravljenje. Številne raziskovalne skupine in farmacevtske družbe se zato usmerjajo v razvoj zdravil, s katerimi bi lahko omogočili zdravljenje bolezni z aktiviranjem ali zaviranjem proteinov, ki so del sistema organizma za zaznavanje in odgovor na različne ravni kisika.

Viri:

The Nobel Assembly at Karolinska Institutet: Press release: The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2019. <https://www.nobelprize.org/uploads/2019/10/press-medicine2019.pdf>.

The Nobel Assembly at Karolinska Institutet: Advanced information: The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2019 – Scientific Background. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2019/advanced-information/>.

Wikipedia – the free encyclopedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Erythropoietin>; https://en.wikipedia.org/wiki/Carotid_body; <https://en.wikipedia.org/wiki/Erythropoiesis>; <https://en.wikipedia.org/wiki/Proteasome>; <https://en.wikipedia.org/wiki/Ubiquitin>.

Rastlinske posebnosti Banjšic v zahodni Sloveniji

Igor Dakskobler

Je pokrajina, blizu mojih domačih krajev, ki jo odkrivam že od leta 1984, a je zagotovo nikoli ne bom zares poznal. Že večkrat sem si ob pogledu s Kuka, Slemen ali Sv. Lovrenca proti široki verigi južnih in zahodnih Julijskih Alp s Triglavom v ozadju rekel, da moram o tej planoti napisati članek za *Proteus*, uredniku to tudi nekajkrat obljubil, a obljube do zdaj še ne izpolnil.

Zemljepisna predstavitev

Banjšice so planota, ki jo na severu omejuje reka Idrijca, na zahodu reka Soča, na jugu Goriška ravan in na vzhodu Čepovanska dolina. Geografi in fitogeografi jo obravnavajo različno, prvi predvsem kot dinarsko pokrajino, drugi bolj kot predalpsko-submediteransko pokrajino. Sam jo, po rastju in

rastlinstvu, štejem za izrazito prehodno pokrajino med Julijskimi Alpami, Dinarskim gorstvom in Primorjem. Na severnih pobočjih planote prevladuje alpski vpliv, na južnih in zahodnih primorski vpliv. Planota je v vzhodnem in severnem delu, kjer prevladuje apnenec, zelo gozdnata. V osrednjem delu, kjer prevladuje laporovec, je največ kmetijskih površin, travišč in pašnikov. Na pobočjih nad dolino Soče prevladujeta laporovec in fliš, tam je zdaj na nekdanjih kmetijskih površinah veliko pionirskega gozda različnih drevesnih vrst, predvsem belega in črnega gabra, malega jesena, lipovca, lipe, velikega jesena, breze, trepetlike, črne jelše, gradna, cera, leske in ponekod celo poljskega bresta. Najvišje vzpetine, še posebej Lašček (1.071 metrov) in Veliki vrh (1.071

Banjšice s Slemen. Foto: Igor Dakskobler.



metrov), presegajo 1.000 metrov. V osrednjem delu, ki je najbolj odprt in pregleden, so vzpetine nekoliko nižje: Kuk (788 metrov), Sleme (800 metrov), Sv. Lovrenc (799 metrov), enako tudi v jugozahodnem delu: Gomila (816 metrov), in v zahodnem delu: Jelenk (787 metrov) in Rebri (750 metrov). Poseljenost je redka. Planota skoraj nima središčnih naselij (do neke mere sta to vasi Banjšice in Kal nad Kanalom), pač pa mno-

go zaselkov, tudi v gozdu skritih samotnih domačij. Površinski vodotoki so le v zahodnem in jugozahodnem delu planote, največji Vogršček, Avšček in Rohat. Veliko je kraških izvirov in jam. Na zdajšnjo podobo planote je v marsičem vplivala prva svetovna vojna. Njene ostaline so vidne ne le v nekdanjih vojaških objektih, kavernah, rovih in cestah, temveč tudi v rastju in rastlinstvu. Gozdni mošnjak (*T. caerulescens*, sin. *Thlaspi sylvestre*), ki ga v Sloveniji

Gozdni mošnjak (Thlaspi sylvestre, sin. T. caerulescens) v Grudnici. Tam ga je prva odkrila Marija Skok, rastlino ji je določil Gabrijel Seljak, o njegovi zdaj poznani razširjenosti na Banjšicah smo napisali članek, katerega soavtorji so še Gabrijel Seljak, Jože Lango in Tinka Bačič.
Foto: Igor Dakskobler.



poznano le na Banjšicah in v Čepovanski dolini, je skoraj gotovo sem prišel s krmo za konje in se na s hranili bogatih travnikih in pašnikih v okolici nekaterih zaselkov (Srednji Lokovec, Grudnica, Vrata, Šulgi, Sveto) obdržal do zdaj. Njegova siceršnja naravna razširjenost je bolj severno od Slovenije. S prvo svetovno vojno lahko povezujemo tudi nahajališče zrnatega kamnokreča (*Saxifraga granulata*) v Srednjem Lokovcu (T. Wraber, 2005).

Alpsko-predalpsko rastje in rastlinstvo na Banjšicah

Zakaj so Banjšice zame lahko tudi predalpska pokrajina? Njihova naravna vegetacija je večinoma bukov gozd. V apnenčastem, kraškem delu (Grudnica, Kanalski Lom, Lokovec, Kalški gozd), deloma tudi v zahodnem delu (Avška Osojnica), je ta gozd še razmeroma dobro ohranjen in po rastju ga lahko uvrstimo predvsem v združbo bukve in volecvetne mrtve koprive (*Lamio orvalae-Fagetum*). Po prisotnosti nekaterih drevesnih, grmovnih in zeliščnih vrst: alpskega negnoja (*Laburnum alpinum*), brestovolistne medvejke (*Spiraea ulmifolia*),



Gozd bukve in velecvetne mrtve koprive (*Lamio orvalae*-Fagetum), Avška Osojnica. Foto: Igor Dakskobler.



Zeliščna plast gorskega bukovega gozda s peterolistno konopnico (*Cardamine pentaphyllos*). Foto: Igor Dakskobler.

trilistne vetrnice (*Anemone trifolia*), peterolistne konopnice (*Cardamine pentaphyllos*) in še drugih, sodi v predalpsko geografsko različico te združbe in ne v dinarsko.

Neposredno bližino Julijskih Alp očitno kažejo nekatere v glavnem alpsko razširjene vrste. Vzhodnoalpski endemit nežni kamnokreč (*Saxifraga tenella*) je vrsta vlažnih skalnih razpok predvsem v subalpskem in alpskem pasu. Njegova nahajališča pri Tolminskem in Kanalskem Lomu in nad grapo Vogrščka so najbolj jugozahodna v celotnem območju razširjenosti. Njegov so-

rodnik Hostov kamnokreč (*Saxifraga hostii*) je prav tako razširjen v glavnem v Vzhodnih Alpah. Na Banjšicah so posamezna nahajališča na skalnatih rastiščih v severnem (Pekel, Peklenca), jugovzhodnem (Rojčev vrh pri Spodnjem Lokovcu) in jugozahodnem delu (Jelenk). Lepi jeglič (*Primula auricula*) navadno povezujemo z Alpami, alpskimi pokrajinami ali vsaj gorami. Na Banjšicah ta vrsta skalnih razpok uspeva v koritih zgornjega dela Avščka in pod grebenom Kuka nad Desklami. Pironova meteljka (*Medicago pironae*) je endemit Jugovzhodnih Alp, prav



Nežni kamnokreč (*Saxifraga tenella*) na useku ceste nad Kanalskim Lomom. Foto: Igor Dakskobler.



Hostov kamnokreč (*Saxifraga hostii*) pod Jelenkom.
Foto: Igor Dakskobler.

tako vrsta kamnitih rastišč, predvsem melišč. Raste tudi na planoti med Jelenkom in Rebrom in na Sveti Gori. Endemit Julijskih Alp je tudi ozkolistna preobjeda (*Aconitum angustifolium*), ki ima svoja nahajališča v senčnih gozdovih v grapi Vogrščka.

Dinarsko rastlinstvo na Banjšicah

Rastlinska vrsta, ki podpira obravnavo Banjšic kot dinarske pokrajine, je na primer kranjski volčič (*Scopolia carniolica*), značilna rastlina vlažnih ilirskih bukovih in javorjevih gozdov z nahajališči na severnih pobočjih planote nad dolino Idrijce, v grapi Vogrščka, v koritih Avščka in pobočjih Avške Osojnice ter na osojnih pobočjih Kuka (kota 611 metrov) nad zaselkom Paljevo. Tudi češljasta smetlika (*Euphrasia pectinata*) – poznamo nahajališče pri zaselku Hoje (Levpa), in brezstebelni osat (*Cirsium acau-*

le) – poznamo nahajališča na travnikih pri Rebru, pod Kameračem (na obeh nahajališčih tudi njegovega križanca s panonskim osatom, *Cirsium x freyerianum*) in Gomilo, imata v Sloveniji predvsem dinarsko razširjenost.

Lona (1952: 195) je objavil podatek o nahajališču kranjskega jegliča (*Primula carniolica*): Sleme na planoti Banjšice (4. 8. 1873, vir je Tommasinijev herbarij). Do zdaj nam na tej planoti ni uspelo najti nobenega nahajališča tega slovenskega endemita s prevladujočo dinarsko (in predalpsko) razširjenostjo. Najbližja nam znana nahajališča so nad Čepovansko dolino, pod Kobilico in sosednjimi vzpetinami proti Stadorju, kjer ponekod raste tudi idrijski jeglič (*Primula x venusta*). Greben Slemenca (od Kuka pa vse do Kamerača) je v glavnem travnat, le malo je apnenčastih in lapornatih kamnitih robov, ki so deloma zasajeni s črnim borom ali porasli z grmičevjem, tudi rešeljiko (*Prunus mahaleb*), skalno krhliko (*Frangula*

rupestris), kranjsko kozjo češnjo (*Rhamnus fallax*) in Scopolijevim volčinom (*Daphne alpina* subsp. *scopoliana*). Je mogoče, da je tam pred približno 150 leti rasel kranjski jeglič? Pred nekaj leti sem na Bukovskem Vrhu, na skrajnem vzhodnem delu Šentviške planote, pri domačiji Seljak, na robu travnika in na pašniku pod kolovozom in nad njim, opazil dve manjši populaciji kranjskega jegliča. Od kje je le prišel, nisem ga pričakoval v takem okolju na zanj manj značilnem rastišču. Res pa so razmeroma blizu tudi bogata nahajališča v stranskih dolomitnih grapah Kazarške (Bukovske) grape. Od takrat se mi zdi nekdanje nahajališče kranjskega jegliča na banjškem Slemenu mogoče, čeprav ga moramo šteti za izginulega oziroma nikoli več potrjenega. Ne poznamo pa na Banjšicah za dinarski svet zelo značilnih jelovo-bukovih gozdov (*Abieti-Fagetum dinaricum*, *Omphalodo-Fagetum*).

Kranjski volčič (Scopolia carniolica) v grapi Avščka. Foto: Igor Dakskobler.





Brezstebelni osat (Cirsium acaule), Rebro nad Dragovico. Foto: Igor Dakskobler.

Greben Slemena, tu sem iskal kranjski jeglič. Foto: Igor Dakskobler.



Primorski vpliv v rastju Banjšic

V rastju je precej očiten primorski vpliv. Ena od najbolj pogostih gozdnih združb na tej planoti je namreč gozd bukve in jesenske vilovine (*Seslerio autumnalis-Fagetum*) in njegova dolgotrajna degradacijska oblika, gozd črnega gabra in jesenske vilovine (*Seslerio autumnalis-Ostryetum*). Tudi združba bukve in pirenejskega ptičjega mleka (*Ornithogalo pyrenaici-Fagetum*) na flišni in mešani apnenčasto-flišni podlagi ima predvsem primorsko in primorsko-predalpsko razširjenost. V koritih Avščka so njeni sestoji lepo ohranjeni in v njih bukve dosegajo izjemne drevesne višine, 40 metrov in celo več, do skoraj 45 metrov (izmero je opravil gozdarski inženir Dani Oblak). Nekatere vrste, ki so v Sloveniji v glavnem razširjene v njenem primorskem delu, imajo na Banjšicah severno mejo svoje razširjenosti. Taka je na primer podgorska glistovnica (*Dryopteris submontana*), značilnica kamnitih rastišč,

grušča in melišč, z nahajališči na grobljah pri zaselku Hoje (Levpa), pod Prižnico nad Globnim, pod Gomilo in Sv. Lovrencem. Zlasti v robnem delu planote, na pobočjih nad dolino Soče, je rastlinstvo zelo toplo-ljubno. Tu rastejo na primer tudi venerini laski (*Adiantum capillus-veneris*) – pri Avčah, piramidasta zvončica (*Campanula pyramidalis*) – najbolj severno pri Gorenjem Logu, jesenček (*Dictamnus albus*) – najbolj severno blizu izliva Vogrščka v Sočo, škrlatnordeča kukavica (*Orchis purpurea*) – v pionirskem gozdu pod Jlenkom, volecvetna vehrica (*Orlaya grandiflora*) – na kamnitih rastiščih ob cesti nad Levpo, pod zaselkom Krajc, nagubanolistna ščetinka (*Oplismenus undulatifolius*) – na cestni brežini nad zaselkom Grilevšče nad Desklami. Še več toplo-ljubnih vrst, tudi črnika (*Quercus ilex*), raste na vznožjih Skalnice, na najbolj jugozahodnem delu planote.

Združba bukve in pirenejskega ptičjega mleka (Ornithogalo pyrenaici-Fagetum) na flišnih pobočjih nad desnim bregom Avščka. Foto: Igor Daksakobler.





Podgorska glistovnica
(*Dryopteris submontana*)
na kamniti griži pri
zaselku Hoje (Levpa).
Foto: Igor Dakskobler.

Travišča na Banjšicah

To, kar planoto poleg prevladujočih gozdov še posebej označuje, so travišča. Veliko nekdanjih travnikov in pašnikov se je že zaraslo z grmišči in gozdom, a še vedno je precej vzdrževanih kmetijskih površin. Njihova rastlinska sestava, z izjemo travnikov v Lokovcu, Grudnici in okoli nekaterih zaselkov Levpe in Kala nad Kanalom, če le niso (preveč) gnojeni, kaže na primorski

(submediteranski) tip travišč, ki se imenujejo po dlakavem gadnjaku (*Scorzonera villosa*) in navadni oklasnici (*Danthonia alpina*): ime reda je *Danthonio-Scorzoneretalia*, ime asociacije *Danthonia alpinae-Scorzoneretum villosae*. Po celotni vrstni sestavi se sicer nekoliko razlikujejo od podobnih travnikov na planoti Vrhe med Vipavsko dolino in Krasom, a v njih še vedno poleg obeh vrst, po katerih se združba imenuje, pogosto ra-



*Subi travniki pod
vzpetino Ščur,
pogled proti Kalu
nad Kanalom.*

*Foto: Igor
Daksobler.*

stejo naslednje značilnice: ilirsko grabljišče (*Knautia illyrica*), krvavordeči nageljček (*Dianthus sanguineus*), liburnijska ivanjščica (*Leucanthemum platylepis* = *L. liburnicum*), liburnijski trpotec (*Plantago argentea* subsp. *liburnica*), repuščeva zvončica (*Campanula rapunculus*), mnogocvetna španska detelja (*Dorycnium herbaceum*), zlatolaska (*Chrysopogon gryllus*), ponekod tudi navadna koromačnica (*Ferulago campestris* = *F. galbanifera*) in v nižjih predelih dvoletni lan (*Linum bienne*). Na skoraj vsakem takšnem travniku raste vsaj katera od naštetih zavarovanih kukavičevk: navadna, trizoba in pikastocvetna kukavica (*Orchis morio*, *O. tridentata*, *O. ustulata*), navadni kukovičnik (*Gymnadenia conopsea*), oblasta kukavica (*Traunsteinera globosa*), dvolistni vimenjak (*Platanthera bifolia*), Fuchsova in bezgova prstasta kukavica (*Dactylorhiza fuchsia*, *D. sambucina*, zadnja je redkejša). Piramidasti pilovec (*Anacamptis pyramidalis*) je bolj pogost le v nižjih, toplejših legah. Zelo redke so zavita škrbica (*Spiranthes spiralis*) – Levpsko brdo, steničja kukavica (*Orchis coriophora*) – travnik pri sv. Tomažu, in zeleni volčji jezik (*Coeloglossum viride*) – travnik na grebenu med Jelenkom in Rebrom.

Banjšice, območje Natura 2000, in močvirski meček (*Gladiolus palustris*)

Predvsem travniki v osrednjem delu planote, okoli Kuka, Slemen in Kamerača, nas ponekod nekoliko spominjajo na travnate planjave Nanosa, Vremščice in Čičarije. Na njih ni težko spregledati postavnega zlatega korena (*Asphodelus albus*). Ponekod v nekoliko užlebljenih površinskih oblikah povsem prevladuje v združbi s skalno gloto (*Brachypodium rupestri-Asphodeletum albi* nom. prov.). Kojniška perunika (*Iris sibirica* subsp. *erirrhiza*) pogosto raste na že nekoliko z grmovjem zaraslih površinah. Mečke sem na Banjšicah prvič prepoznal v jesenski podobi (pod Kukom), cvetoče pa mi je uspelo fotografirati šele lansko leto. Imel sem precejšnje težave z razlikovanjem med močvirskim (*Gladiolus palustris*) in ilirskim mečkom (*G. illyricus*). Ker je populacija zelo bogata, vitalna, sem izkopal nekaj primerkov in za pomoč pri določitvi prosil prijatelja Andreja Seliškarja. On je nabrane primerke določil kot močvirski meček. O pravilnosti njegove določitve sem se lahko prepričal, ko mi je sodelavec Branko Vreš v herbarijski zbirki našega inštituta (LJS) pokazal primerke ilirskega mečka, ki ima očitno drugačen ovoj gomolja. Močvirski meček raste tako



Vrstno zelo bogati travnik pod prelazom med Slemenom in Kameračem, rastišče močvirskega mečka in kojniške perunike.

Foto: Igor Dakskobler.



Sestoj zlatega korena (Asphodelus albus) na robu travnika med Slemenom in Kameračem.

Foto: Igor Dakskobler.

na pašniku, kjer je paša občasna, kot na travnikih, kjer po poletni košnji pasejo govedo, in najbolj množično na travniku pod prevalom med Slemenom in Kameračem, kjer nikoli ne pasejo in ga pokosijo šele v poznem poletju ali še kasneje. Na njem raste tudi zlati koren in kojniška perunika, spomladi pa tržaški svišč (*Gentiana tergestina*), jagodasta hrušica (*Muscari botryoides*) in beli prstnik (*Potentilla alba*). Na zelo popašenih površinah pod vrhom Kamerača vseh teh vrst skoraj ni več.

Zelo lepi suhi travniki so tudi pri vzpetinah Visoko pri Madonih, Ščur nad Kalom nad Kanalom in Rebno nad Dragovico. Njihov spomladanski okras je ponekod tudi tržaški svišč, jesenski pa retijski sviščevec (*Gentianella germanica* subsp. *rhaetica*) in redkeje resasti sviščevec (*Gentianella ciliata*). Posebnost banjških travnikov so nekoliko zakisana vbokla pobočja ali uravnave, ki po rastju lahko še sodijo v združbo dlakavega gadnjaka in navadne oklasnice ali pa v združbo volka in navadne grebenuše



Močvirski meček (Gladiolus palustris) in njegov gomolj na travniku med Slemenom in Kameračem.

Foto: Igor Dakskobler.

(*Polygalo vulgaris*-*Nardetum strictae*). Na takih, nekoliko zakisanih rastiščih rastejo tudi arnika (*Arnica montana*), ki je zavarovana, nizki gadnjak (*Scorzonera humilis*), ki je v Sloveniji precej redek in na rdečem seznamu, in navadna majnica (*Antennaria dioica*) – z redkimi nahajališči (Ščur, Rebro, greben med Kukom in Slemenom, Gomila). Veliko število vrst lahko popišemo tudi na zatratljenih nekdanjih njivah, ki jih uvrščamo v združbo rumenkastega ovsenca in Freynovega škrobotca (*Rhinantho freynii*-*Trisetetum flavescentis*).

Za zdaj na Banjšicah uspejo ohranjati ravnovesje med živinorejo, pašniki, gnojenimi travniki in travniškimi površinami, kjer gnojila vnašajo le v zmernih količinah ali sploh ne in jih s pozno košnjo ohranjajo v zelo dobrem stanju. Osrednji del Banjšic zato predvsem zaradi omenjenih travišč, ki so tudi življenjski prostor številnih ptic, sodi med območja *Natura 2000* (Fučka in sod., 2004). Ker je tudi močvirski meček ena izmed evropsko varstveno pomembnih vrst (Seliškar, 2004), bo zdajšnji način gospodarjenja s temi travišči pod Slemenom in Kukom ohranjal tudi to zelo ranljivo vrsto.



Kojniška perunika (Iris sibirica subsp. erirrhiza) na travniku med Slemenom in Kameračem.

Foto: Igor Dakskobler.



Tržaški svišč (Gentiana tergestina) pod Kameračem.

Foto: Igor Dakskobler.



Jagodasta brušica (Muscari botryoides) s skoraj belimi cvetovi pod Slemenom. Foto: Igor Dakskobler.



Nekoliko zakisano travnišče z arniko (Arnica montana) in navadno majnico (Antennaria dioica) pod Rebrom. Foto: Igor Dakskobler.



Nekoliko zakisano travnišče z nizkim gadnjakom (Scorzonera humilis) pod Slemenom. Foto: Igor Dakskobler.

Banjšice, območje Natura 2000, pogled s Slemena proti severovzhodu. Foto: Igor Dakskobler.



Zanimiva grmišča in mokrišča

Nekatera travnišča se vendarle zaraščajo in ponekod, kjer prevladuje laporovec in so tla globoka in nekoliko zakisana, nastajajo zanimivi pionirski gozdiči leske (*Corylus avellana*), navadne breze (*Betula pendula*) in črne jelše (*Alnus glutinosa*). Na grebenskih legah in bolj plitvih tleh so ponekod težko prehodna grmišča enovratega gloga (*Crataegus monogyna*), robid (*Rubus* spp.) in navadnega brina (*Juniperus communis*). Ta ponekod (Reber nad Dragovico, manj izrazito okoli Kuka) povsem prevladuje in njegove vrzela ste sestoje uvrščamo v združbo navadnega brina in skalne glote (*Brachypodium rupestre*-*Juniperetum communis* nom. prov.). V njih je še vedno precej travniških vrst, čeprav pogled od daleč daje vtis že skoraj sklenjenega grmišča.

Imajo pa Banjšice tudi pravo mokrišče, Mlako pod Mrcinjami, v kateri so in morda še uspevajo tudi nekatere vodne ali

močvirske rastline, kot so kolenčasti lisičji rep (*Alopecurus geniculatus*), kljunasti in mehurjasti šaš (*Carex rostrata*, *C. vesicaria*), grbasta vodna leča (*Lemna gibba*), plavajoči dristavec (*Potamogeton natans*), trpotčasti porečnik (*Alisma plantago-aquatica*), (skupina) močvirska sita (*Eleocharis palustris* agg.), (skupina) pokončni ježek (*Sparganium erectum* agg.) in še druge. Nekoliko podobno, a manjše mokrišče (kal) s precej manj vodnimi in močvirskimi rastlinami je v severnem delu planote, pri domačiji Princ (Kanalski Lom).

Rastlinski okras prostrane planote je le ena od njenih naravnih zanimivosti. Zagotovo še večje bogastvo so njeni ljudje in njihova dediščina, nekdanje obrti in védenja, samotne domačije, zgodbe iz preteklosti, stara verovanja, velika povezanost ljudi in narave, ki je niti sodobnost z vsemi pripomočki še ni pretrgala. Raziskovalci, kot so Pavel Medvešček, Rafael Terpin, Rafael Podob-

Združba navadnega brina (Juniperus communis) in skalne glote (Brachypodium rupestre), Rebro nad Dragovico.

Foto: Igor Dakskobler.





Grmišče z enovratim glogom (Crataegus monogyna) na nekdanjih pašnikih pod Kameračem nad Batami.
Foto: Igor Dakskobler.

Mlaka pod zaselkom Mrcinje. Foto: Igor Dakskobler.



nik, Dario Cortese, Ljoba Jenče in drugi, a tudi nekateri domačini, so dediščino teh krajev zmogli opisati ali upodobiti še vse drugače, kot jo zmorem sam.

Zahvala

Za dragoceno pomoč pri dolgoletnem raziskovanju rastlinstva Banjšic, pri določanju rastlin, izmeri dreves in za posredovane podatke se najlepše zahvaljujem svoji družini, dr. Branku Vrešu, mag. Andreju Seliškarju, Daniju Oblaku, Branku Anderletu in Jožetu Langu.

Literatura:

Dakskobler, I., 2005: *Floristične novosti iz Posočja in sosednjih območij v zahodni in severozahodni Sloveniji – IV. Hacquetia*, 4 (2): 173–200.

Dakskobler, I., 2015: *Nekatere posebnosti flore in vegetacije severozahodnega dela Banjšic (zahodna Slovenija)*. *Folia biologica et geologica*, 56 (3): 25–36.

Dakskobler, I., 2018: *Oznaka rastja in rastlinstva (vegetacije in flore) zahodne Banjške planote*. V: Zuljan Kumar, D., Perkon Kofol, M., (ur.): *Zahodna Banjška planota skozi čas. Koper: Založba Annales*, 53–71.

Dakskobler, I., Skok, M., Seljak, G., Lango, J., Bačič, M., 2020: *Thlaspi sylvestre* Jord. (= *T. caerulea* J. & C. Presl), dopolnjena vednost o razširjenosti in rastiščih redke vrste v flori Slovenije. *Folia biologica et geologica*, 61 (2): 205–227.

Fučka, D., Lukežič, T., Kodele Krašna, I., 2004: *Banjšice – travniški dom številnih ptic. Našim vnukom v dar*. Zloženka. Ljubljana: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, 17 str.

Lona, C., 1952: *La flora delle Alpi Giulie nell'Orto botanico alpino »Juliana« di Alberto Bois de Chesne*. *Atti del museo civico di storia naturale di Trieste*, 18: 125–264.

Seliškar, A., 2004: *Gladiolus palustris – močvirski meček*. V: Čušin, B., in sod.: *Natura 2000 v Sloveniji*. Rastline. Ljubljana: Založba ZRC SAZU, 97–101.

Wraber, T., 2005: *O verjetni nesamoniklosti nekaterih semenek, primerov za florulo castrensis, v flori Slovenije*. *Hladnikia*, 18: 3–10.

Kaheksija v onkologiji

Petra Vidmar

Beseda kaheksija izvira iz grščine: *kakos*, slabo, in *hexis*, stanje. Označuje razgraditveno ali katabolno nastavev presnove, v ospredju je nenamerna izguba telesne mase, in sicer predvsem mišične. Vzrok za razvoj presnovnega stanja kaheksije je sistemski vnetni odziv organizma pri rakavih in drugih kroničnih boleznih. Povezujemo jo s slabšim preživetjem, nižjo kakovostjo življenja in šibkejšim odgovorom na zdravljenje osnovnega obolenja. Kaheksija kljub pogostosti in dolgi zgodovini obstoja še vedno pomeni velik izziv za zdravnike, bolnike in njihove bližnje (Schmidt, Rohm, Herzig, Berriel Diaz, 2018).

Spremembe presnove se začnejo razvijati že ob samem začetku kroničnih bolezenskih stanj in se postopoma razvijejo v značilni

Ključni simptomi kaheksije so:

- nenamerna izguba telesne teže,
- zmanjšanje mase skeletnih mišic,
- izguba teka ali anoreksija,
- zmanjšanje mišične moči in oslabelost.

zunanji videz (fenotip), ki ga je pod imenom kaheksija opisal že Hipokrat (približno 460 pred našim štetjem–370 pred našim štetjem) pri bolnikih s srčnimi obolenji: »*Ramena, ključnici, prsni koš in stegni so se raztopili. Bo-lezen je smrtna.*« (Katz, Katz, 1962). Kaheksijo danes opredeljujemo kot večfaktorski



Kahektičen bolnik. Vir: Health Jade, 2020: Cachexia Causes, Symptoms, Diagnosis, Cachexia Survival Time & Treatment. <https://healthjade.com/cachexia/>. (7. septembra 2020.)

sindrom, za katerega je značilna predvsem napredujoča izguba mišične mase (z izgubo maščevja ali brez nje), ki je ne moremo ustaviti s konvencionalnimi metodami prehranske podpore in vodi v napredujoče pešanje funkcije mišičnega tkiva (Fearon, Strasser, Anker, Bosaeus, Bruera, Fainsinger, Jatoi, Loprinzi, MacDonald, Mantovani, Davis, Muscaritoli, Ottery, Radbruch, Ravasco, Walsh, Wilcock, Kaasa, Baracos, 2011). Prizadene bolnike z napredovalimi stopnjami kroničnih obolenj, kot so kronična obstruktivna pljučna bolezen, kronična srčna bolezen, revmatoidni artritis, kronična ledvična bolezen, tuberkuloza, AIDS (sindrom pridobljene imunske pomanjkljivosti) in rakava obolenja (Sadeghi, Keshavarz-Fathi, Baracos, Arends, Mahmoudi, Rezaei, 2018). Glavni simptomi poleg izgube mišične mase so še zmanjšani vnos hrane (anoreksija), utrujenost in mišična oslabelost. Ključna presnovna komponenta kaheksije je

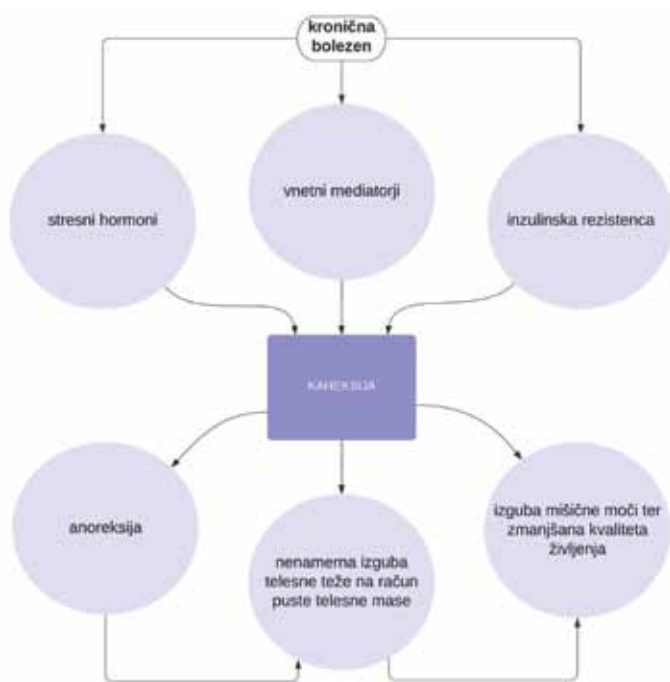
pospešena razgradnja proteinskih struktur. V največji meri se kaže na mišičnem tkivu, ki predstavlja največji delež funkcionalne mase telesa. Za razumevanje si pogledjmo primerjavo med izgubljanjem telesne mase pri stradanju zdravega posameznika in med izgubljanjem telesne mase pri kaheksiji. Presnovne procese pri zdravih posameznikih uravnavajo presnovni hormoni, to so inzulin in njegovi antagonisti. To pomeni, da v obdobju zadostne oskrbe s hranilnimi substrati iz hrane potekata pod taktirko inzulina gradnja novih gradnikov našega telesa in kopičenje energetskih zalog za obdobje pomanjkanja. V obdobju stradanja (pomanjkanja hrane) ali povečanih potreb zaradi na primer fizične aktivnosti začnejo po krvi zdravega posameznika krožiti antagonisti inzulina. Njihova glavna vloga je mobilizacija energijskih zalog in s tem ohranjanje energije za živčevje, kar omogoča preživetje tudi v obdobju brez hrane.

Sprostijo glukozo iz glikogenskih rezerv in narekujejo tvorbo glukoze v procesu glukoneogeneze iz aminokislin v jetrih. Ko se glikogenske zaloge praznijo, glukozo v krvi nadomestijo ketonska telesa, ki nastanejo iz ketogenih aminokislin in maščob. Tako se pri enostavnem stradanju do določene mere lahko izrablja najboljnejša rezerva energije v človeškem telesu – maščevje. Hkrati so izgube mišične mase minimalne, kar je za posameznika z zadostno zalogo funkcionalne mase izjemno dragoceno. Telesna teža se pri zdravem človeku v obdobju stradanja torej v večini izgublja na račun mase maščevja (Rotovnik – Kozjek, Mrevlje, Koroušič – Seljak in sod., 2013). Vendar se lahko tudi pri tem načinu stradanja pojavijo težave pri tistih s prenizko količino mišične mase (sarkopenijo), predvsem pri starostnikih.

Pri kroničnih bolnikih pride do ključnih sprememb v uravnavanju presnove, ki vodijo v pospešeno izgubljanje funkcionalne mase mišičnega tkiva in funkcionalne mase organov, zato se nemalokrat pojavi ali poslabša popuščanje organov in organskih sistemov, kot so srce, ledvice, krvotvorni sistem in imunski sistem. Ključne razlike, ki jih opazimo pri kroničnih bolnikih in vodijo v razvoj kaheksije, so: vpliv stresnih hormonov, udeležnost vnetnih mediatorjev v presnovi, večja odpornost proti inzulinu.

Stresni hormoni (adrenalin in kortizol) delujejo kot antagonisti inzulina. Pospešujejo katabolizem beljakovin, lipolizo in povečajo stopnjo na novo proizvedene glukoze v jetrih. Večja odpornost proti inzulinu označuje manjši fiziološki učinek inzulina na periferna tkiva pri kroničnem bolniku kot pri zdravem posamezniku ob enaki koncentraciji hormona v krvi. Tako bo tudi v obdobju zadostne oskrbe s hranili gradnja novih gradnikov telesa in zalog energije manjša. Vendar pa glavno spremembo povzročijo vnetni mediatorji, ki so udeleženi pri uravnavanju presnove. Vnetni mediatorji oziroma citokini, ki so sicer prisotni ob vnetju, pospešijo procese propadanja mišičnega tkiva in s

tem sproščanja aminokislin v krvni obtok. Smiselnost tega odziva je vidna na kratki časovni skali, kadar aminokislina, sproščene iz mišičnih vlaken, predstavljajo gradnike za protitelesa in molekule, ki vnetnim celicam pomagajo pri bojevanju proti akutnemu (kratkotrajnemu) stresorju, na primer okužbi. Vnetje postane telesu škodljivo, ko traja predolgo, pri kroničnih boleznih. Takrat je propadanje mišičnega tkiva tolikšno, da se zmanjša njegova masa in oslabi funkcija. To je podlaga nastanka in poglobljanja kaheksije. Razvoj kaheksije še dodatno pospešuje prenizki energijski vnos pri podhranjenih bolnikih. Pri rakavih obolenjih se citokini sproščajo neposredno iz tumorskih celic, hkrati pa tumorske celice sproščajo dejavnike, ki spodbujajo naše lastne celice k izločanju citokinov (Sadeghi, Keshavarz-Fathi, Baracos, Arends, Mahmoudi, Rezaei, 2018; Rotovnik – Kozjek, Mrevlje, Koroušič – Seljak in sod., 2013). Citokini skupaj z zdravljenjem rakavih obolenj (kemoterapija, radioterapija, kirurški posegi) prav tako vplivajo na zmanjšanje teka in zmanjšan vnos hranil – anoreksijo. Začarani krog podhranjenosti in izgubljanja telesne teže je tako sklenjen. Moramo pa se zavedati, da ima pri razvoju kaheksije ključno vlogo pospešen katabolizem beljakovin, kar pomeni, da se lahko razvije kahektično stanje tudi pri zadostnem vnosu hranil, torej brez anoreksije (Sadeghi, Keshavarz-Fathi, Baracos, Arends, Mahmoudi, Rezaei, 2018). Pri hudi izgubi mišične mase se hitrost procesov, ki poglobljajo kaheksijo, počasi zmanjšuje, ker skuša telo tako samo sebe zaščiti pred prehitrim propadom. Ker je mišična masa glavna determinanta energijske porabe, to še dodatno vpliva na zmanjšanje energijske porabe v napredovalih stanjih kaheksije. Tako se razvije klasična slika kaheksije. Opazimo tudi edeme oziroma zatekanje, saj se zunajcelična tekočina ob zmanjšani koncentraciji aminokislin in proteinov v krvi premakne iz žil v tkiva in tako povzroči otekanje. Bolnikom se zmanjša kakovost



Vzroki in posledice kaheksije.

življenja, lahko postanejo nepomični. Oslabljen je odziv na zdravljenje proti rakavemu obolenju, simptomi prvotne bolezni se stopnjujejo. Imunski sistem oslabi, pričakovana življenjska doba bolnika se skrajša (Nall, 2018).

Besede Hipokrata v začetku prispevka nam kažejo, kako dolgo je že znana povezava med kaheksijo in visoko smrtnostjo. Novejše raziskave povezujejo kaheksijo tudi s trombocitozo in aktivacijo trombocitov ter s tvorbo krvnih strdkov. K smrtnosti prispevajo tudi aritmije, endokrinološke disfunkcije (kot so hipotiroidizem) in oslabele imunskega sistema (Kalantar-Zadeh, Rhee, Sim, Stenvinkel, Anker, Kovesdy, 2013).

Izjemno pomemben, a zanemarljiv vidik kaheksije je psihološka stiska bolnikov in njihovih svojcev. Izguba telesne teže je povezana s slabšo samopodobo, nezmožnostjo hranjenja pa socialno oviro, saj je hrana velik del socialnega življenja (Sadeghi, Keshavarz-Fathi, Baracos, Arends, Mahmoudi, Rezaei, 2018).

Kljub pomembnosti, pogostosti in velike-

mu napredku v razumevanju kaheksije v zadnjih letih sta njeno zdravljenje in obvladovanje še vedno izjemna izziva. Ne poznamo enotnih smernic zdravljenja. Težava je tudi večplastnost bolezni, ki zahteva razčlenjeni in celostni pristop. Najboljši rezultat prineseta multidisciplinarni ter individualizirani pristop. Smiselna je vključitev farmakoloških ukrepov, katerih glavne vloge so zmanjšanje vnetja, spodbujanje teka in

pospeševanje procesov izgradnje, ki nasprotujejo procesom razgradnje v telesu. Nujna je individualno naravnana prehranska podpora, ki vključuje svetovanje in uporabo medicinske prehrane. Izvajanje fizične aktivnosti v prilagojenem obsegu se je pokazalo koristno, saj omogoča vzdrževanje mišične mase, moči ter zmanjša vnetje in oksidativni stres. Pomembni sta psihosocialna podpora bolnikom kot tudi svojcem (Sadeghi, Keshavarz-Fathi, Baracos, Arends, Mahmoudi, Rezaei, 2018) ter vključitev bolnikov in svojcev v odločitve pri zdravljenju.

Kaheksija je večfaktorsko stanje, ki prizadene celotni organizem. Najpomembnejši komponenti sta izgubljanje mišične mase in anoreksija. Kljub starodavnosti sindroma in velikim naporom v zadnjih letih nam zdravljenje in diagnosticiranje kaheksije pomeni velik izziv. Po mnenju strokovnjakov so ključ za prihodnost diagnoza v začetnih stopnjah prekaheksije, hitro ukrepanje in celosten pristop do bolnika. Z ozaveščenjem

javnosti in stroke pa lahko že danes naredimo pomemben korak v boju proti kaheksiji.

Literatura:

Fearon, K., Strasser, F., Anker, S., Bosaeus, I., Bruera, E., Fainsinger, R., Jatoi, A., Loprinzi, C., MacDonald, N., Mantovani, G., Davis, M., Muscaritoli, M., Ottery, F., Radbruch, L., Ravasco, P., Walsb, D., Wilcock, A., Kaasa, S., Baracos, V., 2011: *Definition and classification of cancer cachexia: an international consensus. The Lancet Oncology*, 12 (5): 489–495.



Petra Vidmar je študentka 4. letnika splošne medicine na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani. Zanima jo področje klinične prebrane. Sodeluje v raziskovalni nalogi spremljanja telesne sestave študentov medicine med študijem. Prosti čas namenja plezanju, kolesarjenju in skrbi za sobni vrtiček zelenih rastlin.

Kalantar-Zadeh, K., Rhee, C., Sim, J., Stenvinkel, P., Anker, S. and Kovesdy, C., 2013: *Why cachexia kills: examining the causality of poor outcomes in wasting conditions. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 4 (2): 89–94.

Katz, A., Katz, P., 1962: *Disease of the Heart in the Works of Hippocrates. Heart*, 24 (3): 257–264.

Nall, R., 2018: *Everything you need to know about cachexia*.

Rotovnik – Kozjek, N., Mrevlje, Ž., Koroušić – Seljak, B., in sod., 2013: *Kabeksija pri bolnikih z rakom. Zdravniški vestnik*, 82 (3): 133–141.

Sadeghi, M., Keshavarz-Fathi, M., Baracos, V., Arends, J., Mahmoudi, M., Rezaei, N., 2018: *Cancer cachexia: Diagnosis, assessment, and treatment. Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 127: 91–104.

Schmidt, S., Rohm, M., Herzig, S., Berriel Diaz, M., 2018: *Cancer Cachexia: More Than Skeletal Muscle Wasting. Trends in Cancer*, 4 (12): 849–860.

Joga kot komplementarno zdravljenje

Zala Teršek

Joga je starodavna disciplina, ki omogoča ravnotežje ter telesno, čustveno in duševno zdravje posameznika. Pogosto je upodobljena kot drevo iz osmih vej, pri čemer vsaka veja predstavlja element in prav vsak izmed njih je pomemben za dosego ravnotežja. Trije pomembnejši elementi joge, »asana«, »pranayama« in »samyamas«, se nanašajo na telesne, dihalne in meditativne vaje, katerih namen je proženje in uravnavanje »prane« (subtilne energije ali življenjske sile) h končnemu cilju, stanju »samadhi« (popolne zavesti). Zaradi jogine večplastne narave so njeni ugodni učinki številni. Izboljša splošno zdravje, zmanjšuje stres, poveča samouravnavanje in zaradi nje smo bolj učinkoviti

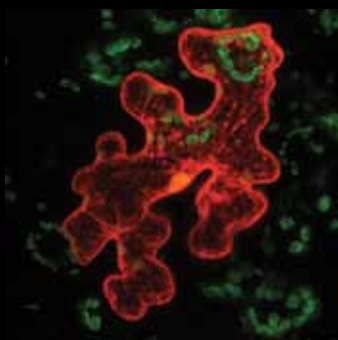
pri vsakodnevnih nalogah. Pomembna je njena prilagodljiva narava, izvajajo jo lahko vsi – tudi kronični bolniki. Njena vloga je tako terapevtska kot preventivna.

Joga in stres

Joga ima več ugodnih učinkov na zdravje. Redna vadba povzroča psihološke, hormonske, nevronske, imunske in tudi genomske spremembe. Mehanizem nastanka teh sprememb je zmanjšanje vzdraženosti hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi (slika 1) in simpatičnega živčnega sistema. Oba se v telesu sprožita kot odziv na zunanji ali notranji stresor, kar vodi v zaporedje fizioloških, psiholoških in vedenjskih posledic,

PROTEUS

letnik 82  mesečnik za poljudno naravoslovje
www.proteus.si



Letno kazalo

Stvarno kazalo

Članki

Nina Gunde – Cimerman: **Črno cvetenje Grenlandije.** (Področje: mikrobiologija.) **6**

Mateja Germ, Blanka Vombergar, Maja Vogrinčič, Aleksandra Golob, Ivan Kreft: **Tatarska ajda v Sloveniji.** (Področje: botanika in prehrana.) **15**

Luka Kristanc: **Rakotvornost rastlin, ki se uporabljajo v kulinariki in zdravilstvu.** (Področje: medicina in botanika.) **20**

Tilen Genov: **Onesnaževala v delfinih ob slovenski obali.** (Področje: ekologija.) **29**

Sara Veronika Krnc: **Odnos med kliničnim farmacevtom in zdravnikom: uspešno sodelovanje v dobrobit bolnika ali nepotrebna muha farmacije?** (Področje: medicina.) **35**

Jurij Kurillo: **Izguba čuta za migracijo pri gojenih monarhih.** (Področje: ekologija.) **40**

Polona Strgar, Peter Strgar: **»Mnogocvetne«** zanimivosti v Bohinjskih gorah: **Wulfenov jeglič** (*Primula wulfeniana*) in **lojdija** (*Lloydia serotina*). (Področje: botanika.) **42**

Marina Dermastia: **Fynbos in šesto floristično kraljestvo našega planeta (prvi del).** (Področje: ekologija.) **60**

Ema Gričar, Gregor Marolt, Mitja Kolar: **Prednosti in slabosti živil, obogatenih s fitati.** (Področje: kemija in prehrana.) **70**

Tilen Genov: **Nenavadna socialna struktura delfinov ob slovenski obali.** (Področje: ekologija.) **76**

Kristijan Skok, Andrej Markota, Iris Živko: **Vloga tehnologije na enoti za intenzivno terapijo.** (Področje: medicina.) **82**

Marina Dermastia: **Fynbos in šesto floristično kraljestvo našega planeta (drugi del).** (Področje: ekologija.) **108**

Mitja Peruš: **Najgloblja stvarnost.** (Področje: fizika.) **118**

Jurij Kurillo: **»Stekleničke«** za prazgodovinske dojenčke. (Področje: pediatrija in arheologija.) **134**

Zvonka Zupanič Slavec: **Medicinska humanistika med študenti.** (Področje: medicina in umetnost.) **138**

Špela Zemljič Jokhadar, Mirjana Liović: **Mehanske lastnosti celic kot diagnostični označevalci v medicini.** (Področje: celična biologija in medicina.) **166**

Timotej Verbovšek: **Raziskovanje potopljenih rudnikov v Evropi s podvodnim robotom – projekt Unexmin.** (Področje: geologija.) **176**

Matija Križnar: **Alkmonavis - nova praptica.** (Področje: paleontologija.) **184**

Pia Berglez, Mitja Kolar: **Propolis – kako dobro ga v resnici poznamo?** (Področje: kemija.) **208**

Marina Dermastia: **V Starkinem kotu.** (Področje: biologija.) **216**

Kaja Černetič, Urša Matičič: **Akademski doping.** (Področje: medicina.) **228**

Kristina Ivančič: **Sledovi miocenskega**

morja na območju Slovenj Gradca.

(Področje: geologija.) **252**

Zvonka Zupanič Slavec: **Umetnost kot »zdravilo«. Preprečevalna, zdravilna in rehabilitacijska moč umetnosti.** (Področje: medicina in umetnost.) **261**

Jure Slatner: **Spoznavajmo neznani svet znotraj mešička s svetlobnim mikroskopom** (Področje: biologija v šoli.) **268**

Silvij Močnik, Anka Rudolf, Rafko Terpin, Tinka Gantar: **Velecvetni ralovec (*Serapias vomeracea*) na Scopolijevih travnikih v Česnjicah nad Idrijo.** (Področje: botanika.) **274**

Maja Blanc, Jan Hribernik, Nika Lovšin: **Načrtovanje cepiva proti koronavirusu SARS-CoV-2.** (Področje: medicina.) **294**

Jerica Sabotič: **Imajo gobe imunski sistem? Molekularni mehanizmi obrambe pri glivah.** (Področje: mikrobiologija.) **302**

Nika Dobrilovič, Eva Godina: **Od razjede na želodcu in dvanajstniku ter drugih psihosomatskih težav do odkritja povzročitelja bolezni, bakterije *Helicobacter pilory*.** (Področje: medicina.) **310**

Veronika Vodnik: **Primerjava skoka človeka in žabe.** (Področje: fizika.) **318**

Zala Teršek, Krištof Fortuna: **Nova koronavirusna bolezen (covid-19): od izvora do zdravljenja.** (Področje: medicina.) **342**

Samo Kreft: **Fitokemijske, farmakološke in klinične raziskave izvlečka iz vej bele jelke (*Abies alba*).** (Področje: farmakologija, fitokemija in dendrologija.) **355**

Tina Travnik: **Beljenje koral in načini njegovega preprečevanja: Havaji kot študija primera.** (Področje: ekologija.) **361**

Amadej Trnkoczy: **Jacquinov ranjak (*Anthyllis jacquinii*) zagotovo raste tudi v Julijskih Alpah.** (Področje: botanika.) **369**

Nada Praprotnik, Klemen Završnik: **Komenski svišč je v Juliani spet zacvetel. Ob stoletnici rojstva akademika prof. dr. Ernesta Mayerja (1920-2009).** (Področje: botanika.) **376**

Zvezdan Pirtošek: **Ali digitalni mediji spreminjajo naše možgane.** (Področje: nevrobiologija.) **394**

Igor Daksakobler: **Rastlinske posebnosti Banjšic v zahodni Sloveniji.** (Področje: botanika.) **408**

Petra Vidmar: **Kaheksija v onkologiji.** (Področje: medicina.) **424**

Zala Teršek: **Joga kot komplementarno zdravljenje.** (Področje: medicina.) **428**

Tana Debeljak Štupar: **Demenca in umetnost.** (Področje: medicina in umetnost.) **445**

Mirjan Žorž, Igor Dolinar, Miha Jeršek, Mirijam Vrabec: **Mineraloška dediščina rudnika Sitarjevec (prvi del).** (Področje: mineralogija.) **451**

Jubileji

Stane Peterlin: **90 cvetočih let dr. Luke Pintarja.** **124**

Stane Peterlin: **»Bilo je lepo!« Ob 90-letnici dr. Kazimira Tarmana.** **247**

Naravoslovci slovenskega rodu

Matija Gogala: **Giorgio Pilleri in Tony J. Peterle, dva pri nas malo znana naravoslovca slovenskega rodu.** 327

Naše nebo

Mirko Kokole: **Odkrili prvi medzvezdni komet.** 45

Mirko Kokole: **Sondi *Voyager* in rob heliosfere.** 93

Mirko Kokole: **Novi ciklon na Jupitrovem južnem tečaju.** 140

Mirko Kokole: **Betelgeza sveti vedno šibkeje.** 189

Mirko Kokole: **Komet ATLAS.** 237

Mirko Kokole: **Izvor kiralnosti bioloških molekul in kozmični žarki.** 284

Mirko Kokole: **Posneli rojstvo in smrt planeta.** 332

Mirko Kokole: **Veliki komet leta 2020.** 381

Mirko Kokole: **Cerera in podzemni ocean.** 477

Nobelove nagrade za leto 2019

Tomaž Zwitter: **Nobelova nagrada za fiziko za leto 2019.** 54

Robert Dominko: **Nobelova nagrada za kemijo izumiteljem litij-ionske baterije.** 102

Radovan Komel: **Kako celice zaznajo in se prilagodijo razpoložljivosti kisika.**

Nobelova nagrada za fiziologijo ali medicino za leto 2019. 403

Nove knjige

Domen Tomič: **Ogenj, rit in kače niso za igrače.** 90

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

Peter Skoberne: **Mesojede rastline – lepoticke in zveri.** 234

Igor Dakskobler: **Jože Bavcon, Blanka Ravnjak, Nada Praprotnik: *Senožeti, rovti – strme in pisane površine.*** 469

Razsvetljeno naravoslovje

Zvonka Zupanič Slavec: **Velikana slovenskega naravoslovja Giovanni A. Scopoli in Žiga Zois vabita v Prirodoslovni muzej Slovenije.** 136

100. obletnica *Spomenice za varstvo narave*

Stane Peterlin: **Stoletnica *Spomenice za varstvo prirode.* Okoliščine nastanka *Spomenice.*** 150

200. obletnica smrti Žige Zoisa

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

Pungaršek, Al Vrezec: **Naravoslovec baron Sigismondo (Žiga) Zois (prvi del).** 154

Miha Jeršek, Breda Činč Juhant, Alenka Jamnik, Mojca Jernejc Kodrič, Urška Kačar, Tea Knapič, Matija Križnar, Špela Pungaršek, Al Vrezec: **Naravoslovec baron Sigismondo (Žiga) Zois (drugi del).** 198

V spomin

Gregor Aljančič: **Tatjani Kordiš v spomin (1944–2020).** 468

Uvodnik

Tomaž Sajovic 3, 52, 100, 148, 196, 244, 293, 340, 390

Prevodi

Andreja Šalamon Verbič 4, 51, 99, 147, 195, 243, 291, 339, 387

Letno kazalo

Tomaž Sajovic 429

Kazalo avtoric in avtorjev

Gregor Aljančič 468

Pia Berglez 208

Maja Blanc 294

Kaja Černetič 228

Breda Činč Juhant 154, 198

Igor Dakskobler 408, 469

Tjaša Debelak 186

Tana Debeljak 445

Marina Dermastia 60, 108, 216, 278

Nika Dobrilovič 310

Igor Dolinar 451

Robert Dominko 102

Krištof Fortuna 342

Tinka Gantar 274

Tilen Genov 29, 76

Mateja Germ 15

Eva Godina 310

Matija Gogala 327

Aleksandra Golob 15

Ema Gričar 70

Nina Gunde – Cimerman 6

Jan Hribernik 294

Kristina Ivančič 252

Alenka Jamnik 154, 198

Mojca Jernejc Kodrič 154, 198

Miha Jeršek 154, 198, 451

Urška Kačar 154, 198

Tea Knapič 154, 198

Urša Matičič 228

Matija Križnar 154, 184, 198

Mirko Kokole 45, 93, 140, 189, 237, 284, 332, 381, 477

Mitja Kolar 70, 208

Radovan Komel 403

- Ivan Kreft **15**
- Samo Kreft **355**
- Luka Kristanc **20**
- Sara Veronika Krnc **35**
- Jurij Kurillo **40, 134**
- Mirjana Liović **166**
- Nika Lovšin **294**
- Andrej Markota **82**
- Gregor Marolt **70**
- Silvij Močnik **274**
- Mitja Peruš **118**
- Stane Peterlin **124, 150, 247**
- Zvezdan Pirtošek **394**
- Nada Praprotnik **376**
- Špela Pungaršek **154, 198**
- Anka Rudolf **274**
- Jerica Sabotič **302**
- Tomaž Sajovic **3, 52, 100, 148, 196, 244, 293, 340, 390, 429**
- Peter Skoberne **234**
- Jure Slatner **268**
- Kristijan Skok **82**
- Peter Strgar **42**
- Polona Strgar **42**
- Andreja Šalamon Verbič **4, 51, 99, 147, 195, 243, 291, 339, 387**
- Rafko Terpin **274**
- Zala Teršek **342, 428**
- Domen Tomič **90**
- Tina Travnik **361**
- Amadej Trnkoczy **369**
- Timotej Verbovšek **176**
- Petra Vidmar **424**
- Al Vrezec **154, 198**
- Veronika Vodnik **318**
- Maja Vogrinčič **15**
- Blanka Vombergar **15**
- Mirijam Vrabec **451**
- Klemen Završnik **376**
- Špela Zemljič Jokhadar **166**
- Zvonka Zupanič Slavec **136, 138, 261**
- Tomaž Zwitter **54**
- Iris Živko **82**
- Mirjan Žorž **451**

Proteus

Izbaja od leta 1933

Mesečnik za poljudno naravoslovje

Izdajatelj in založnik:

Prirodoslovno društvo Slovenije

Odgovorni urednik:

prof. dr. Radovan Komel

Glavni urednik: dr. Tomaž Sajovic

Uredniški odbor:

Janja Benedik

prof. dr. Milan Brumen

dr. Igor Dakskobler

asist. dr. Andrej Godec

akad. prof. dr. Matija Gogala

dr. Matevž Novak

prof. dr. Gorazd Planinšič

prof. dr. Mihael Jožef Toman

prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec

dr. Petra Draškovič Pelc

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

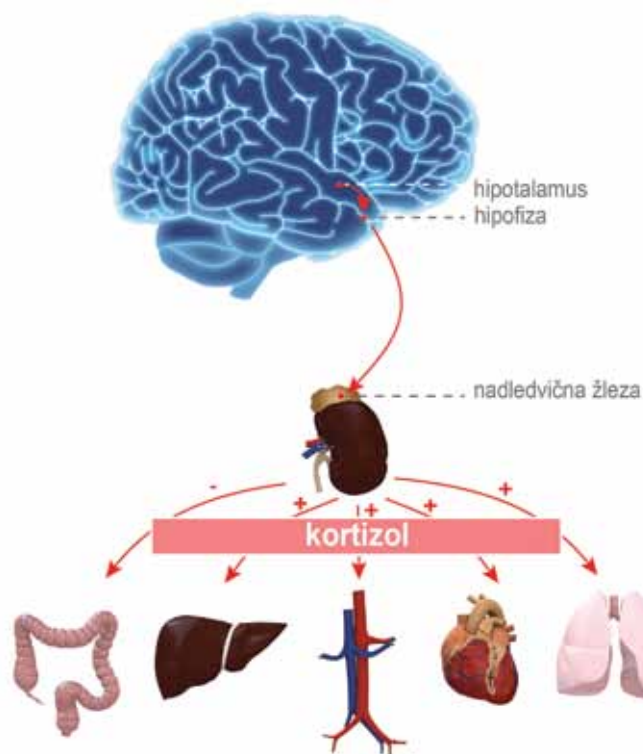
prof. dr. Kazimir Tarman

*<http://www.proteus.si>
prirodoslovno.drustvo@gmail.com
© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2020.*

*Vse pravice pridržane.
Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih
delov brez pisnega dovoljenja izdajatelja ni dovoljeno.*

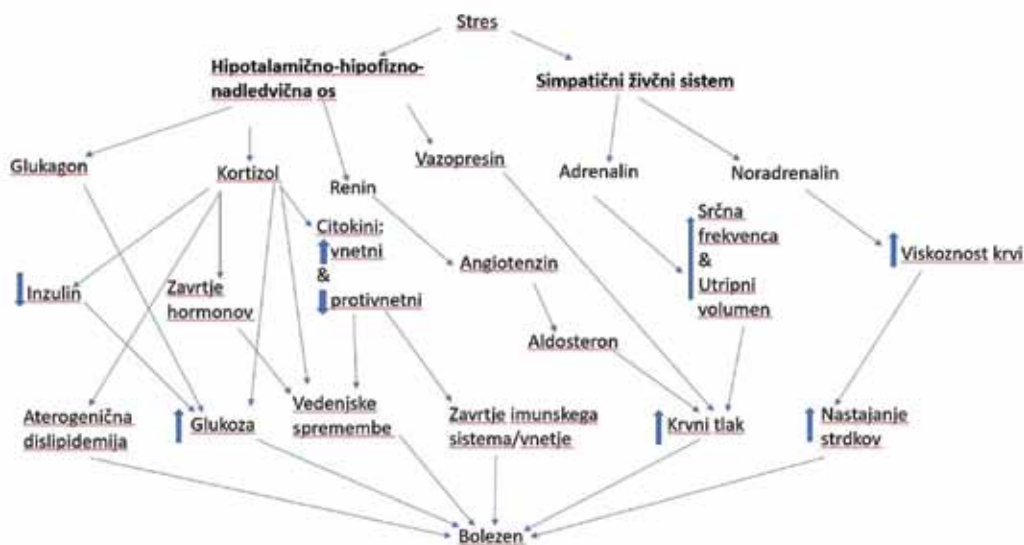
Proteus (tiskana izdaja) ISSN 0033-1805
Proteus (spletna izdaja) ISSN 2630-4147

*Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 1.600 izvodov.
Naslov izdajatelja in uredništva: Prirodoslovno 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. 5,0 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.
Poslovni račun: SI56 6100 0001 3352 882, davčna številka: SI 18379222. Proteus sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.
Vsi objavljeni prispevki so recenzirani.*



Slika 1: Hipotalamično-hipofizno-nadledvična os. Njen glavni končni produkt je hormon kortizol, ki ima vpliv na delovanje več organov. Pridobljeno na strani <https://www.psihoterapija-ordinacija.si/dusevne-motnje/anksiozne-motnje/biopsihologija-anksioznosti> 16. avgusta 2020.

Slika 2: Stres povzroči prekomerno vzdraženost hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi in simpatičnega živčnega sistema. Posledično se poveča izločanje nekaterih hormonov (glukagona, kortizola, renina, vazopresina, adrenalina, noradrenalina, angiotenzina, aldosterona), kar povzroči spremembe v delovanju organizma (zvišata se krvni tlak in glukoza v krvi, nastanejo strdki, zavre se imunski sistem, nastanejo vedénjske spremembe ...) ter s časoma vodi v razvoj raznih bolezni. Povzeto po: Ross, A., Thomas, S.: The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies.



ki so rezultat povišanih vrednosti hormonov kortizola in kateholaminov (adrenalina in noradrenalina). Izvori in vzorci stresa so različni. Z vidika kognitivne psihoterapije že sama zaskrbljenost poveča raven stresa. Poleg tega se avtonomno živčevje ne odziva le na sedanji trenutek, vzburi ga tudi misel na preteklost in prihodnost. Jeza zaradi nekega preteklega dogodka lahko v sedanjem trenutku na primer povzroči angino pectoris (nenadna prsna bolečina, ki je posledica nezadostne prekrvavitve srčne mišice). Že zgolj sama zaznava, da je naše telo pod stresom, je stresna. Lahko se kaže kot bolečina, napetost v mišicah in višji krvni tlak. Da se spopademo s stresorjem, porabimo energijo – gre za klasični odziv »boj ali beg«. Nenehno stanje prekomerne vzdraženosti hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi in simpatičnega živčnega sistema vodi v neravnovesje človekovega sistema in navsezadnje v bolezn, povezane s stresom, kot so debelost, sladkorna bolezen tipa 2, astma, rak, avtoimune bolezni, depresija, anksioznost, srčno-žilne bolezni, in v zlorabo prepovedanih substanc (slika 2). Kronična izpostavitve stresnim hormonom v prenatalnem (predrojstvenem) obdobju, zgodnjem otroštvu, otroštvu, adolescenci, odrasli dobi ali starosti ima vpliv na možganske strukture, ki so vključene v spoznavne procese (spomin, govor, pisanje, pozornost, branje), in možgansko funkcijo.

Stres lahko v telesu povzroči kronično vnetje. Manjša aktivnost poti, ki spodbujajo vnetje, je v obdobjih brez aktivne okužbe povezana z boljšim telesnim in duševnim počutjem. Male beljakovine, ki sodelujejo pri vnetnih procesih, imenujemo citokini. Njihovo zapleteno uravnavanje pomaga obraniti telo pred tujimi molekulami in mikrobi, hkrati pa preprečuje vnetni odziv v zdravih tkivih. Zanimivo je, da so raziskovalci v eni izmed raziskav po vadbi joge odkrili porast tako vnetnih (interferona gama, interleukina beta, interleukina 6, interleukina 18, interleukina 12, tumor

nekrotizirajočega faktorja alfa) kot protivnetnih citokinov (interleukina 10). Treba se je zavedati, da so akutni vnetni odzivi lahko adaptivni (prilagodljivi, različni med posamezniki), zato nam splošen porast protivnetnih citokinov (ali upad vnetnih citokinov) ne pove kaj veliko o vnetnem stanju v organizmu. Boljši kazalec vnetja v telesu je razmerje med vnetnimi in protivnetnimi citokini. Poleg tega pa interleukin 6 deluje hkrati kot vnetni (odziv na psihološki stres, povišana telesna temperatura) in protivnetni citokin (športna vadba). Tako lahko sklepamo, da joga s povečanjem števila obeh vrst citokinov verjetno prispeva k večji imunski pripravljenosti organizma. Raziskave so po vadbi joge pokazale tudi povečano število naravnih celic ubijalk v krvi.

Pomembna lastnost organizma je, da teži k ravnovesju oziroma homeostazi, zato se ne prestando prilagaja na različne predvidljive in nepredvidljive okoliščine. Primarni hormoni alostaze (to je proces doseganja homeostaze s fiziološkimi in vedénjskimi spremembami) so že omenjeni hormoni hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi (kortizol), ekscitatorni kateholamini (adrenalin) in imunomodulatorni citokini (interleukini). Neravnovesje teh hormonov vodi v alostatično breme. Kratkoročno je njihova vloga zaščitna, dolgoročna prisotnost alostatičnega bremena pa poruši fiziološko celovitost telesa.

Glavna komponenta zmanjšanja alostatičnega bremena (aktivnosti hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi in simpatične aktivacije) je vagus, glavni živec parasimpatičnega živčnega sistema. Njegovi aksoni izhajajo in konvergirajo v njegova štiri različna jedra v možganskem deblu. Vagus uravnava delovanje več notranjih organov, oživčuje pa tudi mišice žrela, grla in mehkega neba. Večina (od 80 do 90 odstotkov) vlaken vagusa je aferentnih (dovodnih) in prenaša informacije s periferije v možgane. Vloga vagusa se je evolucijsko spreminjala, pri sesalcih je njegova primarna vloga uravnavanje stresnega odziva z uravnavanjem srčnega iztisa. Tele-

sni, čustveni, pa tudi spoznavni in socialni procesi so dokazano povezani s spremenjeno srčno funkcijo, ki je posledica delovanja vagusa. Zato predpostavljajo, da lahko tonus vagusa (parasimpatično aktivnost) merimo s spremenljivostjo srčne frekvence (angleško *heart rate variability, HRV*). Obstaja povezava med frekvenco dihanja, spremenljivostjo srčne frekvence in občutljivostjo baroreceptivnega refleksa (fiziološkega mehanizma za uravnavanje krvnega tlaka), pri čemer naj bi nižje frekvence dihanja povzročile povišanje ostalih dveh. Večja variabilnost srčne frekvence nakazuje na večjo prožnost funkcije srca in njegove zmoglosti, da se odzove na spremembe.

Nekatere teorije kažejo, da obstaja močna povezava med uravnalnimi mehanizmi organov in delovanjem osrednjega živčnega sistema, tako da med njimi ni funkcionalne ločnice. Joga vključuje obe poti signaliziranja. Pri tem gre za nenehno interakcijo med stresnimi odzivi telesa in uravnalnimi mehanizmi. Prvi nastanejo zaradi fizičnih, psihičnih in čustvenih naporov med vadbo joge, drugi pa kot povraten odgovor, ki omogoča ponovno vzpostavitev ravnotežja oziroma homeostaze v telesu. To omogočajo tako signali s periferije v možgane (pravilno dihanje) kot vpliv možganov na periferijo

(pozornost na posamezne elemente, ki je naloga prefrontalnega korteksa).

Telesna vadba/Asana

Pogosto čutimo napetost v mišicah, ki je posledica kopičenja tako fizičnega kot psihičnega stresa in se kaže kot mišična okorelost ter bolečine v sklepih in vezivnih tkivih. Z vadbo joge jo postopoma sproščamo. Joga se začne z lažjimi, počasnejšimi, a dobro nadzorovanimi gibi/asanami, ki povečajo krvni pretok in ogrejejo mišice. Sledijo gibi, ki vključujejo fleksijo, ekstenzijo, addukcijo, abdukcijo in rotacijo različnih delov našega telesa (slika 3). Z vzdrževanjem določene poze (položaja telesa) v kontrakciji pridobivamo moč. Čeprav so nekateri gibi hipertonični, drugi pa hipotonični, je cilj joge ohraniti uravnovešen mišični tonus in ustvariti evtonijo oziroma uravnovešeno tenzijo (napetost). Razgibavanje sklepov v njihovem celotnem obsegu poveča gibljivost in ugodno vpliva na remodelacijo kosti in osteogenezo (obnovo in tvorbo nove kosti), stoječe poze pa povečajo ravnotežje s tem, da okrepijo mišice ravnotežja in izboljšajo propriocepcijo (zaznavanje položajev delov lastnega telesa v prostoru).

Asane predstavljajo v vadbi joge model vsakodnevnega življenja. Izboljša in spre-



Slika 3: Raznoverstnost asan, telesnih vadb joge. Slika je pridobljena na spletnem naslovu <https://carpediem-yoga.com/sta-su-yoga-asane/sta-su-yoga-asane-2/> 10. avgusta 2020.



Slika 4: Asana Adkomuha syanasana pomaga pri uravnavanju krvnega tlaka. Slika je pridobljena na spletnem naslovu <https://www.ekbartyoga.com/resources/yoga-poses/downward-facing-dog-pose> 10. avgusta 2020.

ni se odziv telesa na živčne signale, ki se prenašajo med možgani in mišicami, kar poveča funkcionalnost telesa. Večja povezanost uma, živčevja in mišic zagotavlja bolj tekoče in hitrejše gibe in boljše prilagajanje nepredvidljivim okoliščinam v vsakdanjem življenju. Asane se med seboj razlikujejo tako po zahtevnosti kot po učinkih. Adkomuha syanasana je najbolj učinkovita asana za znižanje krvnega tlaka (slika 4). Horizontalni položaj hrbtenice omogoča srcu, da se upočasni, saj ni več potrebe po črpanju krvi proti težnosti. Zmanjšata se iztis in frekvenca srca, krvni tlak pa je tako nadzorovan. Asane so več kot le preprosta fizična dejavnost. So povezujoči del vadbe, izvedene s pozornostjo na vsak posamezen gib. Čeprav je joga v primerjavi z anaerobno vadbo nizkointenzivna vadba, je njena prednost v tem, da je prilagodljive narave in jo lahko izvajajo tako zdravi ljudje, tisti z gibalnimi ovi-

rami ali težjimi obolenji kot ostareli. Druge športne vadbe in joga imajo podobne ugodne učinke: boljše počutje, zmanjšanje vrednosti glukoze in LDL v krvi, zmanjšanje oksidativnega stresa, izboljšanje spoznavne funkcije in srčno-žilnih bolezni. Čeprav je splošna kondicija pri drugih športnih vadbah večja kot pri jogi, joga poveča moč, mišično vzdržljivost in gibčnost. Razlikuje se tudi odziv hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi in simpatičnega živčnega sistema na obe vrsti vadb. Odziv hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi na akutni stres je odvisen od intenzivnosti vadbe. Redna nizkointenzivna vadba zniža raven kortizola, medtem ko visokointenzivna vadba raven kortizola proporcionalno zviša. Meja, pri kateri pride do povišanja ravni kortizola, je približno 60 odstotkov maksimalne porabe kisika ($VO_2 \max$, največja količina kisika, ki jo lahko organizem porabi v eni minuti); večja kot je intenzivnost vadbe, višja je raven kortizola. To pojasni, zakaj joga s svojimi počasnimi in nezahtevnimi gibi ugodno vpliva na odziv hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi na stres. Športna vadba vzdraži simpatično živčevje in poviša ravni noradrenalina in adrenalina, medtem ko joga simpatični odziv utiša in zniža njune vrednosti. Pri jogi smo pozorni na notranje občutke (povečamo interoceptivno pozornost) – srčni utrip, dihanje in zakrčenost mišic. To med drugim jogo loči od ostalih športnih vadb, kjer je cilj zunanji (zadetek gola, ciljna črta).

Dihalne vaje/Pranayama

Za vse življenjske procese je potrebna energija: organizmi, ki svojo energijo učinkoviteje porabljajo, imajo več možnosti, da preživijo v tekmovalnem okolju. Starodavna indijska znanost joge verjame, da način, s katerim človek diha, vpliva na njegovo duševno stanje in splošno telesno delovanje. Prvi znak neravnovesja našega organizma je na ravni subtilne energije (ki ji v sanskrtu, staroindijskem jeziku, pravijo prana) in se kaže kot nepravilen način dihanja. Dih in prana se uporabljata kot sinonima (pranayamas = dihalne tehnike; prana = življenjska, vitalna energija, dihanje; ayama = podaljšati). Ko je dihanje neuravnovešeno, je duševno stanje človeka nestabilno, ko je dihanje umirjeno, pa je umirjeno tudi duševno stanje. Če bi spremembe v dihanju zaznali dovolj zgodaj in ukrepali prej, bi lahko preprečili marsikatero bolezen. Zato je uravnavanje dihanja tako pomemben del vadbe joge.

Dihanje predstavlja povezavo med telesom in duhom. Predstavlja orodje, s katerim se soočimo z neprijetnim ali stresnim občutkom, ki nastane med vadbo joge (in tudi v vsakdanjiku), tako da sinhrono dihamo z njim, namesto da bi se mu izognili. Na dihanje vplivata tako telesno kot duševno stanje, hkrati pa dihanje vpliva tudi na njiju. V teoriji joge je ta misel prenešana na vsako stopnjo delovanja telesa. Tako je možno, da sprememba načina dihanja vpliva na telesne procese in sisteme – od vdihavanja do delovanja posameznih celic.

Vsak dan 20.000-krat vdihnemo in izdihnemo. Optimalno dihanje je s prepono (diaphragma), skozi nos, globoko, enakomerno, tiho in brez premorov. Čeprav je trebušna prepona glavna dihalna mišica, je pogosto premalo aktivirana. Namesto s prepono dihamo s pomožnimi dihalnimi prsnimi mišicami. Takšno dihanje imenujemo prsno dihanje in je energetsko bolj potratno.

Sprememba dihalnega vzorca se sprva zdi enostavna, a je zanjo navadno potrebna vsaj šestmesečna vaja. Z redno vajo pride

do naučenih sprememb, ki se obdržijo brez nenehne pozornosti na način dihanja. Izkušeni vadiatelj joge diha s prepono tudi v stresnih okoliščinah. S pravilnim načinom dihanja lahko zmanjšamo porabo kisika (in s tem porabo energije), znižamo utrip srca, sistolični in diastolični tlak ter raven kortizola in glukoze v krvi. Izboljša se delovanje dihalnih mišic in poveča pljučna kapaciteta. Dihanje vpliva tudi na duševna stanja, uravnavanje čustvenega odziva in spoznavno funkcijo. Pravilno dihanje tudi zniža kemo-receptorski refleks. Ta se odziva na spreminjeno koncentracijo kisika ali ogljikovega dioksida v krvi in v odgovor spremeni frekvenco dihanja. Takšen način dihanja hkrati zmanjša oksidativni stres, ki je neravnovesje med nastajanjem reaktivnih kisikovih spojin in antioksidantno obrambo. Poveča se sproščanje hormonov prolaktina in oksitocina, kar se kaže kot občutek notranjega miru in večje povezanosti s svetom.

Primer, kako nepravilno dihanje škoduje zdravju, je hiperventilacijski sindrom. Ta se pojavi pri psihološkem stresu, zanj pa sta značilna večja dejavnost simpatičnega živčevja in večja aktivnost v čustvenih središčih v hipotalamusu. Ti bolniki imajo povišane vrednosti adrenokortikotropnega hormona (ACTH, hormon hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi) in vztrajajoče nepravilnosti pljučnih volumnov zaradi velikega števila vdihov. Regresivne analize so pokazale, da sta pljučni volumen in pogostost vdihov močno povezana z vrednostjo ACTH. S hiperventilacijskim sindromom povezujemo bolezni različnih sistemov: črevesne, živčne, srčno-žilne, mišično-skeletne, vazomotorne, dihalne, čustvene in psihološke. Nepravilen način dihanja lahko torej okvari različne organe.

Meditacija/Samyamas

Za dobro splošno funkcioniranje in zdravje je potrebno koherentno delovanje možganov, ki ga lahko ocenimo s preiskavo, ki jo imenujemo elektroencefalografija (EEG). Kohe-

renca nakazuje na večjo število povezav med možganskima polovicama. Večja kot je koherenca, bolj ti možganski polovici sodelujeta med seboj. Povezana je tudi s hitrejšim razmišljanjem, spoznavno fleksibilnostjo/prožnostjo, spremenjenim vedanjem, višjo inteligenco, kreativnostjo, učenjem, čustveno stabilnostjo, večjo učinkovitostjo, samozavestjo, etičnostjo in manjšo anksioznostjo. Pri človeku v normalnem zbučenem stanju z elektroencefalografijo izmerimo več valov beta, medtem ko so valovi nižjih frekvenc (alfa, theta) povezani s sproščenostjo in večjo pozornostjo. Možgani meditatorjev pokažejo več koherentnosti alfa in theta. Vzrok temu je, da se med vadbo joge naveden vsakdanji miselni proces umiri. Pri tem pride do sinhronizacije in integracije med levo možgansko (logično razmišljanje) in desno možgansko polovico (intuitivno razmišljanje). S tem se doseže stanje sproščenosti in hkrati večje pozornosti. Z urjenjem možganski valovi postanejo vse bolj usklajeni, ritmični in koherentni ter tako ustvarijo bolj celostno stanje človeka.

Naši možgani imajo prilagodljivo omrežje. Živčne povezave se stalno spreminjajo z učenjem in mentalno vajo. Meditacija je neškodljiv način, s katerim lahko spodbudimo rast novih nevronov (nevrogenezo) in tudi večjo povezanost med nevroni (sinaptogenezo). BDNF (angleško *brain derived neurotrophic factor*) je nevroregulatorni modulator, ki mu v znanosti še ni bilo namenjeno dovolj pozornosti. Je nevrotropični dejavnik, ki spodbuja razvoj, preživetje in plastičnost nevronov tako centralnega (osrednjega) kot perifernega (obkrajnega) živčnega sistema. Deluje predvsem v območjih možganov, ki so odgovorna za učenje in višje kognitivne procese, kot sta hipokampus in korteks. Ker BDNF dobro prehaja krvno-možgansko pregrado, se njegove vrednosti v serumu ujemajo z vrednostmi v likvorju/cerebrospinalni tekočini. Vlogo ima tudi v zapletenem uravnavanju številnih fizioloških procesov, kot so vnetje, imunost, počutje, stresni od-

ziv in metabolizem. Stres in depresija zavreta sproščanje BDNF, njegove nižje vrednosti pa so povezane s psihiatričnimi in nevrološkimi boleznimi, vključno z anksioznostjo in Alzheimerjevo boleznijo, pa tudi s čustveno izčrpanostjo in izgorelostjo. Čeprav je monoaminska hipoteza glavna patofiziološka razlaga za nastanek depresije, se danes vedno več govori o tem, da k njej pomembno prispevata zmanjšana nevroplastičnost v hipokampusu in prekomerna aktivacija hipotalamično-hipofizno-nadledvične osi. Za optimalno spoznavno in fiziološko delovanje je pomembno, da so nevrotransmiterji (živčni prenašalci) v ravnovesju. Med meditacijo se sprošča več živčnih prenašalcev, ki jih pri določenih duševnih boleznih primanjkuje. Tako najdemo višje vrednosti GABA, serotoninina, dopamina, melatoninina in nižje vrednosti noradrenalina.

Pri jogi je pozornost usmerjena na sproščanje telesa, ritmično dihanje, na občutke v telesu in na tok naših misli. Zaradi njene holistične (celostne) narave na vse njene dele/elemente ne smemo gledati neodvisno. Asane povečajo mišično moč in gibljivost, ki sta pomembni za ohranjanje mišično-skeletne strukture, ta pa pomaga pri vzdrževanju pravilnega dihanja. Meditacija sprosti telesne in čustvene napetosti in omogoča globlje dihanje. Učinek meditacije se poveča z vadbo asan, obe skupaj izboljšata srčno-žilno funkcijo. Pravilno dihanje izboljša pljučno funkcijo, ki vpliva na telesno in duševno stanje organizma.

Možgani in joga

Stres torej zmanjša sposobnost nevroplastičnosti možganov. Znano je, da imajo osebe, ki so bolj pod stresom, manjši hipokampus in tako slabši spomin. Prav tako je na učinke glukokortikoidov zelo dovzeten frontalni režanj, ki ima nadzor nad izvršilnimi funkcijami. Stres v zgodnjem življenju poveča desno amigdalno, ki je povezana z negativnimi čustvi in nagonskim, hitrim odzivanjem. Pri rednih vaditeljskih joge pride do števil-

nih možganskih sprememb, kar je rezultat večplastnosti vadbe in procesiranja več informacij v različnih možganskih območjih. Da pa do teh sprememb pride, je potrebna večletna vaja. Slikanja možganov so pokazala spremembe sive možganovine predvsem v levi možganski polovici in predvsem v predelih, ki so zadolžena za spoznavne sposobnosti (hipokampus), pozornost (prefrontalni korteks), uravnavanje čustvenega odziva (cinguladni korteks), izvršilne funkcije (frontalni korteks), uravnavanje stresa (amigdala), vizualizacijo (vidni korteks), interoceptijo (inzula) in motorično funkcijo (mali možgani).

Območje Broca, ki ga najbolj povezujemo z zmožnostjo govora, je prav tako pomembno za hierarhično učenje zaporedij. Dokazano je bilo, da imajo glasbeniki, ki se naučijo več notnih zaporedij na pamet, večje Brocovo območje. Prav tako je tudi pri jogi, ki je sestavljena iz niza več gibov, dihalnih vaj in meditacije. Ti v hierarhičnem redu sestavljajo vadbo, kjer vsak element vodi k naslednjemu, kar omogoča gladek prehod med njimi.

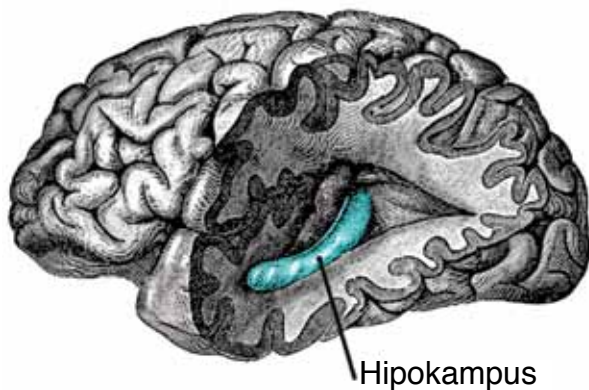
Nedavne raziskave so pokazale vlogo hipokampusa, ki ima sicer ključno vlogo pri spominu, tudi v uravnavanju stresnih hormonov. Joga zmanjšuje stres in anksioznost, ljudje z večjim hipokampusom imajo nižje ravni kortizola. S podrobnejšimi raziska-

vami so ugotovili, da se najbolj poveča subbikulum, del hipokampusa, odgovoren za uravnavanje stresa.

Spremembe v inzuli, ki jih povezujemo z interoceptivno pozornostjo, bi lahko bile tudi vzrok, da imajo vaditelji joge, ki sicer nimajo višjega praga bolečine, boljšo toleranco zanjo (jo bolje prenašajo). Pri spopadanju z bolečino namreč uporabljajo drugačne strategije (osredotočijo se na dihanje, brez odziva, le opazujejo bolečino) kot kontrolne skupine (ignoriranje bolečine in poskus zamotitve z nečim drugim).

Spremembe so našli tudi v bazalnih ganglijah in malih možganih, ki imajo povezave s številnimi predeli možganske skorje. Čeprav so to območja, ki jih povezujemo z motorično funkcijo, so nedavne raziskave dokazale njihovo vlogo tudi drugod. Bazalni gangliji imajo vlogo pri bolj zapletenih funkcijah, kot so somatosenzacija (sistem za zaznavanje dotika, bolečine, temperature, gibov in položaja delov telesa v prostoru), višje spoznavne funkcije in celo družbeno vedenje. Mali možgani pa imajo vlogo tudi pri spoznavnih in čustvenih procesih. Možno je, da joga povečuje povezanost in dinamičnost med motornimi, spoznavnimi in čustvenimi nevronskimi povezavami bazalnih ganglijev in malih možganov, kar bi bil lahko mehanizem povezave telesa in duha ter boljšega samouravnavanja že znanih učinkov joge.

Spremembe v levi možganski polovici so v skladu z znanimi učinki joge. Levo polovico namreč povezujemo z več energije, z večjo parasimpatično aktivnostjo, sproščenostjo, odprtostjo do novega,



Slika 5: Označen je hipokampus, možganska struktura, ki je močno podvržena nevrodegenerativnim spremembam.

Hipokampus je ključno središče spomina. Slika je pridobljena na spletnem naslovu <https://slideplayer.com/slide/14858262/> 10. avgusta 2020.

pozitivnim afektom in prizadevanjem posameznika za dobro počutje vseh. Desna možganska polovica pa je povezana s porabo energije, simpatično aktivnostjo, bolj zaprtim vedanjem, večjo samoorientiranostjo in večjim poudarkom posameznika na lastnih čustvih. Leva možganska polovica je povezana s pozitivnimi čustvi, desna pa z negativnimi. Znano je tudi, da se ob občutkih sreče in radosti aktivirajo predeli v levi možganski polovici.

Možganska območja, na katera vpliva joga, na primer hipokampus in prefrontalni korteks, so tudi območja, ki kažejo večje starostne spremembe. Zato bi bila joga lahko uporabna kot komplementarna terapija za zmanjšanje starostnih in nevrodegenerativnih obolenj, ki so zaradi starajoče se populacije v porastu. Starost je glavni dejavnik tveganja za nastanek Alzheimerjeve bolezni, ki je najpogostejša demenca pri starejših od 65 let. Ker do danes nimamo učinkovitih zdravil, ki bi ozdravila bolezen ali zmanjšala njene simptome, je vedno več zanimanja za to, kako bi drugačen način življenja, zdrava prehrana in telesna aktivnost povečali plastičnost možganov v predelih, ki so najbolj podvrženi atrofiji v starosti, in tako zmanjšali kognitivni upad (slika 5).

Z večjo pozornostjo na subtilne motnje (misli, čustva), ki se pojavijo med vajo, in vedno vnovično preusmeritvijo pozornosti na objekt meditacije (dihanje, specifični deli telesa) so vaditelji joge bolj čuječi, osredotočeni na sedanjí trenutek. Kombinacija meta-kognitivne pozornosti in izboljšanja telesne propriocepcije izboljša spoznavne funkcije in zmožnost ohranjanja kompetentnega delovanja tudi v stresnih okoliščinah. Ni pa povsem jasno, ali je ta povezava neposredna ali pa ima joga posreden vpliv na spoznavne funkcije z uravnavanjem afekta. Znano je namreč, da negativni afekt (depresija, stres) vpliva tako na spoznavne sposobnosti kot na možgansko zgradbo.

Joga poveča sposobnost uravnavanja čustvenega odziva, kar bi prav tako lahko izboljš-

šalo spoznavanje. Čustveno uravnavanje je proces opazovanja in prilagajanja čustvenih odzivov na dražljaje in stresorje iz okolja. Vaditelji joge med stresnim dogodkom aktivirajo drugačne možganske strukture. Raziskave so pokazale večjo aktivnost v supramarginalni vijugi in superiornem delu parietalnega režnja ter manjšo aktivnost frontalnega režnja. Vaditelji joge torej negativni dražljaj opazijo, ampak ta manj vpliva na njih. Posamezniki, ki bolje uravnavajo svoj čustveni odziv, se bolje odzovejo na negativne, škodljive, grozeče ali potencialno stresne okoliščine. Vaditelji joge so selektivno pozorni na zunanje in notranje dražljaje iz okolja, so bolj prilagodljivi, empatični in znajo bolje sprejemati in doživljati svoja čustva in jih ločevati od čustev drugih ljudi. Negativne misli vidijo le kot začasna duševna stanja in se z njimi ne poistovetijo. To lahko predstavlja napredek v psihološkem in telesnem zdravju.

Zaključek

Joga je dokaz, da je vse v našem telesu povezano – sprememba načina dihanja spremeni delovanje telesnih sistemov vse do celične ravni. Spremeni se lahko celo zgradba možganov. Vadba nas obda s hvaležnostjo, empatijo, odpuščanjem in občutkom, da smo del nečesa večjega. V procesu zdravljenja (bolezni, stresa ali izgorelosti) aktivno sodelujemo sami, kar nam da večjo odgovornost in hkrati v nas vzbudi večje upanje na ozdravitev. V prihodnosti bi lahko bila joga pomembna v preprečevanju nevrodegenerativnih bolezni in starostne atrofije možganov. Skupinska vadba joge pa bi pri starostnikih lahko zmanjšala osamljenost, ki je prav tako velik dejavnik tveganja za nastanek demence.

Literatura:

Bilderbeck, A. C., Brazil, I. A., Farias, M., 2015: *Preliminary evidence that yoga practice progressively improves mood and decreases stress in a sample of UK prisoners. Evidence-Based Complementary and alternative medicine.*

- Cahn, M. R., 2017: *Yoga, meditation and mind-body health: increased BDNF, cortisol, awakening response, and altered inflammatory marker expression after a 3-month yoga and meditation retreat. Frontiers in Human Neuroscience.*
- Chauhan, A., in sod., 2017: *Yoga practice improves the body mass and blood pressure: A randomized controlled trial. International Journal of Yoga.*
- Ganpat, T. S., Negendra, H. R., Selvi, V., 2013: *Efficacy of yoga for mental performance in university students. Indian Journal of Psychiatry.*
- Gothe, P. N., Keswani, K. R., McAuley, E., 2016: *Yoga practice improves executive function by attenuating stress levels. Biological psychology.*
- Gothe, P. N., 2018: *Differences in brain structure and function among yoga practitioners and controls. Frontiers in Integrative Neuroscience.*
- Gothe, N. P., 2019: *Yoga effects on brain health: A systematic review of the current literature. Brain Plasticity.*
- Gotink, A. R., s sod., 2018: *Meditation and yoga practice are associated with smaller right amygdala volume: the Rotterdam study. Brain Imaging and Behavior.*
- Ikai, S., in sod., 2014: *Effects of weekly one-hour hatha yoga therapy on resilience and stress levels in patients with schizophrenia-spectrum disorders: an eight-week randomized controlled trial. The Journal of Alternative and Complementary Medicine.*
- Jarvis, M., 2017: *Meditation and yoga associated with changes in brain. Science.*
- Kamei, T., Toriumi, Y., 2000: *Decrease in serum cortisol during yoga exercise is correlated with alpha wave activation. Perceptual and Motor Skills.*
- Krishnakumar, D., Hamblin, M. R., Lakshmanan, S., 2015: *Meditation and yoga can modulate brain mechanisms that affect behavior and anxiety: A modern scientific perspective. HHS public access.*
- Naveen, G. H., 2016: *Serum cortisol and BDNF in patients with major depression-effect of yoga. International Review of Psychiatry.*
- Ross, A., Thomas, S., 2010: *The health benefits of yoga and exercise: a review of comparison studies. The Journal of Alternative and Complementary Medicine.*
- Santhakumari, R., in sod., 2015: *Role of yoga in alienating the memory decline and frontal lobe metabolite changes in type 2 diabetes. International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy.*
- Schmalzl, L., Powers, C., Henje Blom, E., 2015: *Neurophysiological and neurocognitive mechanisms underlying the effects of yoga-based practices: towards a comprehensive theoretical framework. Frontiers in Human Neuroscience.*
- Silveira, K., Smart, C. M., 2019: *Cognitive, physical and psychological benefits of yoga for acquired brain injuries: A systematic review of recent findings. Neuropsychological Rehabilitation.*
- Sovik, R., 2000: *The science of breathing- the yogic view. Progress in Brain Research.*
- Telles, S., Singh, N., 2013: *Science of the mind: Ancient yoga text and Modern Studies. The Psychiatric Clinic of North America.*
- Villemure, C., in sod., 2015: *Neuroprotective effects of yoga practice: age-, experience-, and frequency-dependent plasticity. Frontiers in Neuroscience.*
- Wadden, P. K., in sod., 2018: *Yoga practitioners uniquely activate the superior parietal lobule and supramarginal gyrus during emotion regulation. Frontiers in Integrative Neuroscience.*

Demenca in umetnost

Tana Debeljak Štupar

»Umetnost je zato, da z naših duš odplakne prah vsakdanjika.« (Pablo Picasso)

Osebe z demenco je velikokrat težko razumeti in se vživeti vanje. Vživljanje v drugega, torej empatija, pa je nujna, če želimo oboleli osebi pomagati ali z njo deliti svoje življenje. Umetnost povezuje različne kulture in nam pomaga razumeti drug drugega.

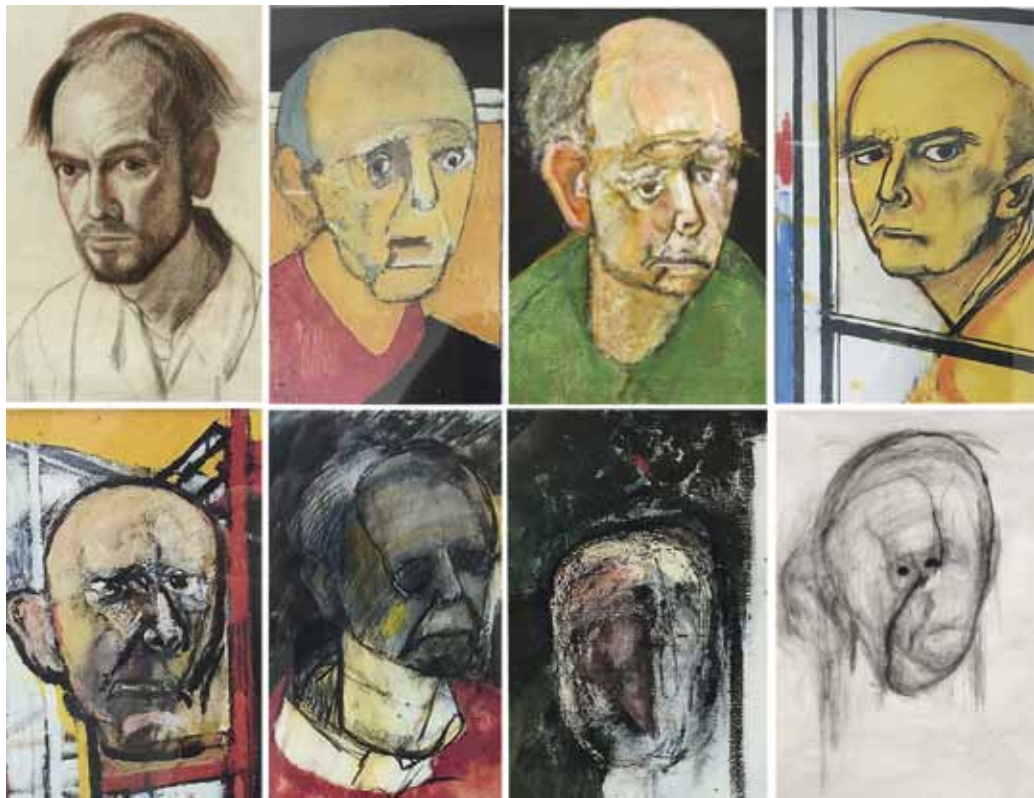
Ko se srečamo z osebo z demenco, se lahko dejansko zdi, da smo prišli v drugo kulturo – kulturo, kjer naš jezik ni razumljen, mi pa ne razumemo njihovega, kulturo, kjer ima oseba z demenco povsem drugačne navade, kot jih imamo mi, in je logika, ki navade povezuje, nam tuja. Takšne medkulturne razlike in njihovo nerazumevanje lahko vodi v frustracijo, frustracija pa hitro vodi

v diskriminacijo in nestrpnost. Umetnost je imela vedno neki posebni status. Lahko se povzpne nad naše razlike, nas združi in tako naredi močnejše. To lahko prenesemo tudi na odnose med osebami z demenco in ljudmi, ki so vključeni v življenje teh oseb ter imajo možnost, da pripomorejo k njihovi kakovosti življenja.

Osebe z demenco nam lahko z umetnostjo veliko sporočijo. Ko ne zmorejo več govoriti ali pisati, mnogi med njimi še vedno lahko rišejo, kiparijo ali se kako drugače umetnostno izražajo. Ker nam osebe z demenco težko z besedami povejo, kako se počutijo ali kakšne so njihove potrebe, tudi mi težko vemo, v kakšni meri še lahko jasno razmišljajo in tako oblikujejo in izrazijo svoje želje. Včasih nam to lahko sporočijo prav z

umetnostjo. Hkrati je umetniško izražanje tudi oblika sproščanja napetosti in frustracij, ki jih oseba z demenco nedvomno doživlja, ko jo počasi zapuščajo spoznavne sposobnosti in ko drugi to težko razumejo. Dober primer tega je William Utermohlen, angleški slikar, ki je leta 1995 dobil diagnozo Alzheimerjeve demence. V letih postopnega upadanja spoznavne zmožnosti je risal svoje avtoportrete. Po njegovi smrti, leta 2007, je njegova žena odprla razstavo njegovih del z besedami: »S temi slikami se William trudi pojasniti svoje doživljanje spremenjenega jaza, svojih strahov in žalosti.« Seveda pa danes težko rečemo, ali je slikar začel drugače risati, ker je prišlo med drugim tudi do upada njegovih slikarskih sposobnosti, ali pa zato, ker je sebe dejansko drugače doživljal. V vsakem primeru pa te slike dokumentira-

William Utermohlen, narisano v letih od 1995 do 2007.



jo čustveni nemir, ki ga je slikar nedvomno doživljal, ko ga je zapuščal njegov um, košček za koščkom. Zanimivo je, da slike, ki jih je naslikal najpozneje, še vedno izražajo sposobnosti akademskega slikarja in nikakor ne delujejo okorno ali otroško.

Umetnost spodbuja čute, hkrati pa je čudovita tema pogovora, tako za osebe z demenco kot za ljudi v njihovem življenju. Tega se zaveda tudi vse več muzejev umetnosti, predvsem v Združenih državah Amerike, kjer mnogi ponujajo programe likovne terapije za ljudi z demenco. Vidna umetnost ima posebno moč, da prebudi marsikatero čustvo. To lahko spomni na določeni dogodek, ki ga je dementni že pozabil. Z likovnim izražanjem tako lahko posredno krepí spomin. Hkrati pa umetnost spodbuja komunikacijo in izražanje mnenj bolnikov, za katere je besedna komunikacija praviloma težavna, je pa seveda zelo pomembno, da jo čim dlje vzdržujejo. V likovni terapiji, kjer se obiskovalci muzeja, ki trpijo za Alzheimerjevo demenco, lahko tudi sami preizkusijo kot umetniki, je stimulacija možganov boljša, kot bi bila le ob opazovanju umetniških del. Med ustvarjanjem morajo bolniki načrtovati vzorce, si jih zapomniti in ne nazadnje uporabiti še svoje motorične spretnosti za končno izvedbo projekta. Takšne »dneve za osebe z Alzheimerjevo demenco« je leta 2006 prvi začel ponujati *Museum of Modern Arts (MOMA)* v New Yorku. Muzej se je celo povezal z različnimi organizacijami, ki se ukvarjajo z demenco, ter organiziral mrežo prostovoljcev, predvsem študentov umetnosti, ki hodijo v domove za ostarele in tam izvajajo ustvarjalne delavnice za bolnike z Alzheimerjevo demenco. Ti programi so med bolniki in njihovimi svojci poželi veliko navdušenja, tako da zdaj podobne storitve ponuja že približno deset muzejev in galerij po Združenih državah Amerike.

Pri bolnikih z demenco lahko farmakološko zdravimo mnogo nevropsihiatričnih simptomov, vendar so zdravila pogosto manj učinkovita oziroma so rezultati bolj-

ši v kombinaciji z delovno terapijo, kamor sodita tudi ustvarjanje vidne umetnosti in glasbena terapija. Nevroznanstveniki so leta 2014 izvedli metaanalizo (Chancellor s sod.) posameznih študijskih primerov in manjših raziskav, kjer so ugotovili, da so osebe z Alzheimerjevo demenco med izvajanjem likovne terapije bolj pozorne in zadovoljne ter da taka dejavnost spodbuja socialno vedenje in bolnikom dviguje samozavest. Ali se izboljšanje nevropsihiatričnih simptomov, kot so na primer nemir, agitacija, apatija, nespečnost, anksioznost in depresivnost, vzdržuje tudi zunaj umetniškega studia, pa zaenkrat še ni mogoče trditi, saj to vsaka družina oziroma osebe, ki za dementnega skrbijo, ocenjujejo precej subjektivno. Za zdaj namreč tudi še ne obstajajo objektivne metode in ocenjevalne lestvice, s katerimi bi lahko nedvoumno izmerili uspešnost umetnostne terapije pri bolnikih z Alzheimerjevo demenco. Nesporno pa je, da so bolniki med zdravljenjem dobro razpoloženi in da jih umetniško ustvarjanje navdušuje ter da to že samo po sebi zvišuje kakovost njihovega življenja.

Nevrologi iz Bolnišnice Svetega Mihaela v Torontu so leta 2013 objavili zanimiv primer kiparke Mary Hecht z napredovalo vaskularno demenco, ki je posledica ishemičnih sprememb v možganih (Fornazzari s sod.). Kiparka ni zmogla skrbeti zase v vsakdanjem življenju in tudi za najpreprostejša opravila je potrebovala pomoč, zelo slabo pa je opravljala tudi standardne teste, kot so risanje ure, prerisovanje kocke in podobno. Kljub temu pa je lahko spontano ali iz spomina z veliko natančnostjo risala portrete ali predmete, čeprav so bile tudi njene motorične (gibalne) zmožnosti okrnjene. Tu se nam zastavlja vprašanje, ali so umetniške sposobnosti morda manj dovzetne za kognitivni upad in ali bi bile lahko pri umetnikih celo varovalni dejavnik pred nastopom demence oziroma bi jo upočasnile. Pri omenjeni kiparki je sicer prišlo do upada spoznavnih sposobnosti približno enako



Skici Mary Hecht, kiparke z napredovalo vaskularno demenco.



hitro kot pri podobnih bolnikih, vendar se je njeno umetniško ustvarjanje upadu vztrajno upiralo. Glavni avtor omenjene raziskave meni, da za umetniško izražanje možgani uporabljajo mnogo različnih živčnih poti, ki okrepljene dajejo možganom nekakšno rezervo za takrat, ko bi jo potrebovali, torej tudi ob nastopu demence. Takšno dodatno rezervo možganom daje tudi znanje tujih jezikov, dokazano pa pomaga tudi, če se jezika začnemo učiti, ko demenca že nastopi, saj tako možgani na neki način dlje časa ostanejo »v formi«. Podobno bi torej lahko veljalo tudi za umetnost, zato ne bi bilo slabo, če bi se likovnega izražanja in tujih jezikov učili vsi, saj se to v mnogih primerih pokaže za odlično obliko preventive pred kognitivnim upadom.

Do podobnih ugotovitev so prišli tudi pri mnogih drugih umetnikih z demenco, tudi pri glasbenikih. Znanih je več primerov glasbenikov z Alzheimerjevo demenco, ki so kljub hudemu spoznavnemu upadu še vedno na pamet igrali skladbe, ki so se jih naučili v življenju, niso pa znali brati not, poimeno-

vati skladateljev ali se zmogli naučiti novih skladb. Znanstveniki so mnenja, da je temu tako, ker je pri glasbenikih dlje časa ostal ohranjen proceduralni spomin, medtem ko je bil semantični spomin že zelo okvarjen. Seveda pa glasba ni le postopek na primer pritiskanja na klavirske tipke po točno določenem zaporedju, ampak ima tudi veliko umetniško in psihološko vrednost. Pri bolnikih z demenco se pogosto zgodi, da predvajanje znane pesmi vzbudi določeni spomin ali čustvo, povezano s to skladbo. Opažajo, da so tudi druge spoznavne sposobnosti boljše takoj po poslušanju glasbe. To lepo ponazori video, ki je leta 2011 zaokrožil na internetu: <https://www.youtube.com/watch?v=fyZQf0p73QM&feature=youtu.be>. Posnet je v domu za ostarele, kjer dajo gospodu z demenco poslušati skladbe iz njegove mladosti. Gospod ob poslušanju kar oživi, poje zraven in se ziba v ritmu. Po poslušanju celo zmore odgovarjati na vprašanja o glasbi, čeprav je komunikacija z njim drugače zelo omejena. Video je bil posnet v sklopu aktivnosti kanadske organizacije *Music&Memory*

Program, ki se trudi, da bi imeli varovan- ci domov za ostarele in podobnih ustanov dostop do glasbe in tako bolj kakovostno preživljali čas ter morebiti celo dlje ohranili svoje spoznavne sposobnosti. Do leta 2015 je ta organizacija kar 140 ustanovam podarila ipode za njihove varovance z demenco. Petje in izvajanje glasbe ima celo boljši učinek na spoznavne sposobnosti in občutek zadovoljstva kot pa samo poslušanje. Mnogo ustanov za bolnike z demenco tako nudi glasbeno terapijo z igranjem na glasbila in skupinskim petjem. Bolniki ob tem tudi sami od sebe zaplešejo, lahko tudi drug z drugim, kar krepi njihovo socializacijo in medsebojne odnose. Glasba lahko pomaga tudi pri vsakodnevnih aktivnostih, kot je na primer umivanje zob. Če osebi predvaja- mo eno pesem, ko si umiva zobe, in drugo, ko se oblači, bo s takimi aktivnostmi laž- je začela, ko zasliši določeno pesem, saj se bo tako lažje spomnila, kaj mora narediti. Poslušanje glasbe ima tudi dobre učinke na nevropsihiatrične simptome, ki spremlja- jo demenco. Pri bolnikih z Alzheimerjevo demenco so opazili, da jih glasba pomirja, jim dviguje razpoloženje in jih motivira k učenju, kako nastaviti določeno pesem na predvajalniku. Izvajanje in poslušanje glasbe je ena od najbolj dostopnih oblik zdravljenja za osebe z demenco, saj je poceni in jo lah- ko izvajamo skoraj kjer koli ter ne zahteva posebne terapevtske usposobljenosti.

Dokumentiranih je več primerov oseb z de- menco, ki so šele ob nastopu bolezni poka- zale umetniško nadarjenost. Največ takšnih bolnikov je imelo frontotemporalno demen- co (FTD), ki je sicer redkejša oblika de- mence, pri kateri najdemo atrofijo sive mo- žganovine predvsem frontalnega in tempo- ralnega možganskega režnja. Bruce Miller v svoji knjigi z naslovom *Vital Signs: A Passion for Painting (Vitalna znamenja: Strast do sli- kanja)* opisuje primer bolnika Johna Carterja s frontotemporalno demenco, ki je ob na- stopu bolezni začel intenzivneje doživljati barve, podobno kot osebe s sinestezijo. Prej

ni imel sinestetičnih doživljanj, ob nastopu frontotemporalne demence pa je začel obču- titi barve v glasbi, čustvih in podobno. Za- čel se je oblačiti v nenavadna oblačila živih barv ter slikati v podobnih tonih, ki so ga navdali z dobrimi občutki. Postal je obseden s slikanjem, opisoval pa je tudi vizije svojih umetniških del. S slabšanjem nevropsihi- atrične simptomatike so tudi njegove slike postajale čedalje bolj abstraktne in nerazu- mljive.

V zaključku tega eseja bi se rada dotaknila še demence v popularni umetnosti, saj ima ta namreč velik pomen v ozaveščanju širše javnosti. Filmska umetnost še posebej osta- ne v spominu in po mojem mnenju najbolj približa doživljanje oseb z demenco drugim ljudem, ki se z bolnikom težko poistovetijo. Uporabila bom kar svoj primer, saj sem se o tej problematiki prvič dobro zamislila pred nekaj leti ob gledanju BBC-jeve serije *Call the Midwife (Pokličite babico)*. Serija opisuje babiško dejavnost v vzhodnem Londonu, ki so jo v petdesetih letih opravljale predvsem nune. V seriji nuna in nekdanja babica Mo- nica Joan trpi za demenco, kar pa predsta- vlja največ težav osebam okoli nje in ne njej sami. Monica Joan se ne zmore sama umi- ti, pripraviti hrane ali iti po opravkih, po drugi strani pa iz rokava stresa citate grških filozofov, katerih dela je brala v mladosti. Prav tako zna na pamet vse cerkvene pesmi in molitve, katerih ponavljanje jo pomirja in ji daje občutek varnosti. Monica Joan je v svoji skupnosti cenjena in spoštovana, saj je kot babica pomagala pri porodu veliko otrok, ki so zdaj odrasli in ki skrbijo zanjo. Serija prikaže, kako pomembno je, da ose- ba, ki trpi za demenco, ostane v poznanem okolju čim dlje časa in da zanjo skrbijo ose- be, ki so ji bile že prej blizu. Vsake toliko časa se Monica Joan namreč izgubi ali pa se znajde v kakšni drugi zagati, ki jo razburi, takrat pa ji najbolj pomagata močan objem in topel, pomirjujoč glas glavne nune. Serijo *Pokličite babico* vsak teden gleda skoraj deset milijonov Angležev in je bila tako najbolj

gledana serija v Evropi v letu 2016. Tako ta popularna oblika umetnosti na komičen, a empatičen način veliko pripomore k ozaveščenosti o demenci in vplivu tesno prepletenosti na kakovost življenja ljudi, ki trpijo za to boleznijo.

Viri:

- Aldridge, D., 1994: *Alzheimer's Disease: rhythm, timing and music as therapy*. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 48 (7): 275–281.
- Artists »better protected« against dementia, study finds. CBC News (Splet.) CBCnews. CBC/Radio Canada, 2013. Dostopno na: <http://www.cbc.ca/news/health/artists-better-protected-against-dementia-study-finds-1.1373031>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Behavior & Personality Changes. Memory and Aging Center. (Splet.) Dostopno na: <http://memory.ucsf.edu/ftd/overview/biology/personality/multiple/impact>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Chancellor, B., Duncan, A., Chatterjee, A., 2014: *Art Therapy for Alzheimer's Disease and Other Dementias*. *Journal of Alzheimer's Disease*, 39 (1): 1–11.
- Crystal, H. A., Grober, E., Masur, D., 1989: *Preservation of musical memory in Alzheimer's disease*. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 52 (12): 1415–1416.
- Fornazzari, L., Ringer, T., Ringer, L., Fischer, C. E., 2013: *Preserved Drawing in a Sculptor with Dementia*. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques*, 40 (5): 736–737.
- Gerrard, N., 2015: *Words fail us: dementia and the arts*. (Splet.) Dostopno na: <https://www.theguardian.com/culture/2015/jul/19/dementia-and-the-arts-fiction-films-drama-poetry-painting>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Huntsman, M., 2014: *How Art Therapy Enhances the Quality of Life for Dementia Patients*. *Alzheimers.net*. (Splet.) Dostopno na: <https://www.alzheimers.net/art-therapy-for-alzheimers>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Lehrer, J., 2012: *Symptoms may include creativity*. *The Sydney Morning Herald*. (Splet.) Dostopno na: <http://www.smb.com.au/entertainment/art-and-design/symptoms-may-include-creativity-20120405-1werf.html>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Man In Nursing Home Reacts To Hearing Music From His Era, 2011. (Splet.) Dostopno na: <https://www.youtube.com/watch?v=fyZQf0p73QM&feature=youtu.be>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Marshall, M. J., Hutchinson, S. A., 2001: *A critique of research on the use of activities with persons with Alzheimer's disease: a systematic literature review*. *Journal of Advanced Nursing*, 35 (4): 488–496.
- Napoletan, A., 2013: *Music Therapy For Dementia: Awakening Memories*. *Alzheimers.net*. (Splet.) Dostopno na: <http://www.alzheimers.net/2013-06-04/music-therapy-for-dementia/>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Sauer, A., 2014: *5 Reasons Why Music Boosts Brain Activity*. *Alzheimers.net*. (Splet.) Dostopno na: <https://www.alzheimers.net/why-music-boosts-brain-activity-in-dementia-patients>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Wegener, J., 2013: *How Art Helps Dementia Patients. A Place for Mom*. (Splet.) Dostopno na: <http://www.aplaceformom.com/blog/2013-8-3-art-therapy-dementia/>. (Ogled 26. 2. 2017.)
- Withnall, A., 2013: *Singing boosts brain activity in Alzheimer's patients, scientists*. *The Independent*. *Independent Digital News and Media*. (Splet.) Dostopno na: <http://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/health-news/singing-boosts-brain-activity-in-alzheimer-s-patients-scientists-say-8933021.html>. (Ogled 26. 2. 2017.)



Tana Debeljak Štupar je zdravnica in ljubiteljica umetnosti. Leta 2017 je zaključila študij na Medicinski fakulteti v Ljubljani. Pričujoči prispevek je pripravila še v času študija, nato pa je tudi svojo strokovno pot usmerila v duševno zdravje in se odločila za specializacijo iz psihiatrije. Od leta 2018 je zaposlena na Univerzitetni psihiatrični kliniki v Ljubljani kot specializantka psihiatrije.

Mineraloška dediščina rudnika Sitarjevec (prvi del)

Mirjan Žorž, Igor Dolinar, Miha Jeršek, Mirijam Vrabec

Sitarjevec je 448 metrov visoki hrib, ki na desnem bregu Save omejuje stari del Litije. V njem je bilo bogato rudišče, ki je vsebovalo železo, živo srebro, svinec in barit. Pridobivanje rude v podzemnih rovih Sitarjevca je po potrjenih pisnih virih s prekinitvami trajalo več kot štiri stoletja in po njem je rudnik tudi dobil ime.

Rudnik je v krogih naravoslovcev zaslovel ob koncu devetnajstega stoletja, ko so v njem našli lepe in velike primerke svilnatih kristalov cerusita. V tistem času so bili ti primerki izredno cenjeni in iskani, ker so predstavljali novo raven kakovosti tega minerala. Precej teh primerkov je ohranjenih v institucionalnih in zasebnih zbirkah. Manj znano pa je, da so istočasno našli tudi cinabarit v velikih kristalih, na katerih so

opazili zelo redke kristalne like. Največ in najboljše primerke omenjenih mineralov so našli v časovno že dokaj oddaljenemu obdobju od leta 1880 do leta 1925, kar je glavni razlog današnjega skromnejšega poznavanja mineralov Sitarjevca v domačem in mednarodnem okviru.

Zemljepisna lega

Litija leži na obeh bregovih 230-stopinjskega zavoja reke Save. Stari del mesta je stisnjen na ozkem pasu pod Sitarjevcem. Na levem bregu je aluvialna terasa, na kateri je bil do leta 1849 le manjši zaselek Gradec. Tega leta pa je bila na tem delu zgrajena postaja južne železnice, ki je povezala Dunaj preko Ljubljane s Trstom. To je bila pomembna pridobitev za kraj, ki se je potem

Zemljepisna lega Litije in rudnika Sitarjevec z glavnim vhodom na jugovzhodnem delu istoimenskega hriba.





Zračni posnetek Litije z značilnim zavojem reke Save. Hrib Sitarjevec na desnem robu posnetka je porasel z gozdom, ki prekriva nekdanje rudniške odvale in ostanke rudniških rovov. Pod njim je na ozkem pasu ob Savi stisnjen stari del mesta. Topilnica svinca je bila do leta 1930 na levem bregu, nasproti starega dela mesta. Foto: M. Kirm.

razširil na to območje, kjer je danes tudi največji del mesta.

Ob obeh savskih bregovih v bližnji in daljnji okolici je še več rudnih nahajališč. To so: Zavrstnik, Matuc, Zagorica, Maljek, Hra-starija, Pasjek/Štriglovec, Mamolj in Sv. Janez. Dejstvo je, da pripadajo isti, to je metalogenetski coni Savskih gub, vendar pa so ozemeljsko ločena od Sitarjevca in bila tudi gospodarsko mnogo manj pomembna. Poleg tega v teh nahajališčih nikoli niso našli makroskopsko kristaliziranih rudnih ali drugih mineralov. V tem članku zato obravnavamo izključno rudnik Sitarjevec.

Zgodovina rudnika

Nekateri podatki pričajo o rudarskih dejavnostih na Sitarjevcu in okoli njega v predrimskem, rimskem in srednjeveškem obdobju. Prva zanesljiva poročila o rudarjenju na

območju Litije pa so iz začetka šestnajstega stoletja, vendar rudnik Sitarjevec v njih ni izrecno omenjen. Navedeno pa je, da je v tistem času L. Maltinger uradoval kot rudarski svetnik (*Oberbergrath*) v Litiji. Cesar Ferdinand je leta 1531 za njegovega naslednika imenoval A. Plapharta. Prva pisna omemba rudarjenja na prostoru Litije z letnico 1537 je na nagrobnem kamnu s šmarskega pokopališča. Ta je danes vzidan v notranjo steno cerkve v Šmartnem pri Litiji. Vemo tudi, da je bil leta 1542 gospodar rudnika J. Tanholzer. Prvotno so na Sitarjevcu izkoriščali le železovo rudo in šele kasneje prešli na pridobivanje svinčeve rude.

Po letu 1550 je sledilo obdobje protireformacije, v katerem so pregnali protestantske rudarje. Ko je leta 1604 Litijo zapustil še zadnji lastnik rudnika A. Ungnad, je rudnik prenehal obratovati, nato pa v celo-

ti utonil v pozabo. Valvasor je v svoji *Slavi vojvodine Kranjske* (1689) opisal gola pobočja Sitarjevca in bil kritičen do slabo obdelanih polj in sadovnjakov na njem. Opazil je tudi ostanke nekdanjih rudarskih del. Menil je, ni pa bil o tem popolnoma prepričan, da je tam moral biti nekoč rudnik svinca. Poleg tega je pod pobočjem našel samorodno živo srebro in sklepal, da je morala biti tam tudi živosrebrova ruda. Znano je tudi (Müllner, 1903), da so leta 1801 idrijske rudniške oblasti poslale rudniškega praktika B. Kappusa preveriti pojave živosre-

brove rude na Sitarjencu; ni pa znano, kaj je ugotovil. Šele leta 1838 so podelili pravice za raziskovanje železove rude na Sitarjencu pod skupnim nazivom *Rov nebeških ključev* (*Himmelschlüsselstollen*). Direktorja rudnika Zavrstnik in rudnika premoga Hrastnik J. Strobl in K. Vehrhan sta leta 1873 pričela z raziskavami na Sitarjencu in dala pobudo za ustanovitev Rudarske združbe (*Gewerkschaft Littai*), ki je bila ustanovljena leta 1878.

V tem obdobju je bilo na Sitarjencu le nekaj starih in zapuščenih rogov – Wilhelm, Alma in Karl. Obsežen železov klobuk so odkrili že v začetni fazi raziskav, leta 1874 pa so naleteli na 50 centimetrov široko žilo barita, ki je bila bogata s cinabaritom. Na tej podlagi je bil rudnik poimenovan *Litija – rudnik živega srebra* (*Littai – Quecksilber Bergbau*). V letih 1875 in 1876 so tako kopali izključno živosrebrovo rudo cinabarit. Ko so rudnik poglobili, so naleteli še na svinčevo rudo galenit, ki je potem postala gospodarsko pomembnejša.

Glavni rov je bil na jugovzhodni strani Sitarjevca. Rudo so po Avgustovem rovu prevažali na severno pobočje Sitarjevca, od tam pa s 364 metrov dolgo žičnico preko Save v topilnico, ki so jo zgradili leta 1880 na aluvialni terasi na levem savskem bregu. Svinčeva ruda je vsebovala tudi nekaj srebra in leta 1886 so iz nje pridobili prvih 3,7 kilograma srebra, ki so ga poslali v dunajsko kovnico denarja, kjer so izdelali ne več kot sto medalj s težo in vrednostjo enega goldinarja. Proizvodnja srebra se je nato povečevala in dosegla vrh s 614 kilogrami v letu 1890. Živosrebrovo rudo so do leta



Nagrobna plošča s Šmarskega pokopališča, ki je vzidana v steni cerkve sv. Martina v Šmartnem pri Litiji. Na njej je izklesan mož v naravni velikosti in značilni protestanski noši, na njenem obodu pa je napis v nemščini, ki se v prevodu glasi: ZBOGOM ŽLAHTNI RUDNIK · TUKAJ LEŽI POKOPAN MOJSTER · CRISTOFF BRUKHERSCHMID · KATEREMU NAJ JE BOG MILOSTEN · 1537. Napis je na levi strani okrašen s kladivoma, na desni pa z dletoma.

Foto: Igor Dolinar.

1883 pošiljali v nadaljnjo predelavo v Idrijo. Po tem letu pa so v novi peči v Litiji iz nje sami začeli pridobivati živo srebro. Leta 1886 so pridobili 26 ton te kovine, kar je bila največja letna količina. Proizvodnja živega srebra je trajala do leta 1895. Največ svinca, skupaj 1.900 ton, pa so pridobili leto prej. Po letu 1897 so prenehali tudi s pridobivanjem svinčeve rude. Topilnica pa je delovala naprej s polno paro. Do leta 1917 so v njej predelovali rude iz koroških, bosanskih, čeških, srbskih in celo afriških rudnikov. Proizvodnja svinca je močno narasla in v letu 1914 dosegla 3.660 ton. Leto kasneje so pridobili največjo količino srebra – 2.750 kilogramov in, zanimivo, tudi 2 kilograma zlata.

Po koncu prve svetovne vojne so nove jugoslovanske oblasti postavile Rudarsko združbo Litija pod sekvester in jo leta 1923 nacionalizirale. V začetku je rudnik proizvajal le majhne količine svinčeve rude, zato so

rudarske dejavnosti kmalu ugasnile, vendar so bile 1924 ponovno oživiljene. Odkrili so novo žilo, ki je bila vzporedna Alminemu rovu. Iz nje so odkopali 600 ton svinčeve rude. V isti žili so naleteli tudi na barit. S povečanimi rudarskimi dejavnostmi jim je v obdobju od leta 1927 do leta 1930 uspelo pridobiti približno 21.000 ton svinčeve rude.

Pridobivanje svinca v topilnici je bilo daleč od današnjih ekoloških meril. Onesnaženje s topilniškimi dimniškimi izpusti je bilo čutiti v širokem krogu okoli topilnice. Leta 1910 je prišlo do velikega pomora čebel. Po tem dogodku je bil med upravo topilnice in čebelarji sklenjen sporazum, da bodo rudne koncentrate z visoko vsebnostjo arzena predelovali le v zimskem času. Sic! Kljub dogovoru pa je topilnica leta 1920 ponovno povzročila velik pomor čebel. Čebelarji so zato proti topilniški upravi vložili tožbo. Uprava se je z vsemi močmi trudila tožbo

Ta razglednica je bila natisnjena leta 1913. Prikazuje Litijsko topilnico in železniško postajo na levem bregu Save. Svetlo poslopje z visokim dimnikom na levi je Litijska predilnica. Sitarjevec se dviga na desnem bregu. Večino dreves na bribu so posekali za potrebe rudnika. Ob vznožju so še dobro vidni rudniški odvali. Arhiv: F. Habič.



dobiti, vendar jo je leta 1926 izgubila predvsem zaradi svoje ignorance in omalovaževanja tožeče strani. Po izgubljeni tožbi se je uprava odločila za preselitev topilnice v Zvečan oziroma v rudnik Trepča na Kosovu, kjer je leta 1939 začela z obratovanjem. Kar je ostalo, so leta 1930 porušili, še danes delujoča Litijska predilnica pa je odkupila zemljišče. Cene svinca so istega leta padle, kar je povzročilo še zaustavitev separacije in flotacije, rudarske dejavnosti pa so se skrčile na obseg, ki je še omogočal ohranjanje rudarskih pravic.

Po okupaciji leta 1941 so nacistične oblasti postavile rudnik pod upravo družbe Bleiberg Bergwerksunion (BBU) v Celovcu. V tem času je rudnik pridobival le barit za potrebe proizvodnje litopona v Celju in Celovcu. Baritova ruda ni bila najbolj primerna za ta namen, ker je bila rumenkaste barve zaradi primesi železovih oksidov, vsebovala pa je tudi preveč kremenca. Rudne raziskave so izvajali do leta 1944, ko je Dolenjski odred miniral rudnik. V tej diverziji je zgorel celotni rudniški arhiv.

Nove rudarske dejavnosti so se začele leta 1950. V starih odvalih so analizirali vsebnost svinca in cinka. Obnovili so rove in pridobili nekaj barita, kar je končno pripeljalo do ustanovitve nove družbe – Posavski rudniki. Pridobljene količine barita niso zadostale za gospodarno poslovanje rudnika, zato so se leta 1961 odločili postaviti rudnik pod upravo Mežiških rudnikov. Žal tudi to ni pomagalo, ker je bil rudnik slabo financiran in organiziran. Oprema je bila izrabljena, poleg tega pa so uporabljali zastarelo tehnologijo. Povrh vsega so skoraj vsi rudarji bolehal za silikozo, kar je bil le še zadnji žebelj v krsto. Navček je zapel leta 1966, ko je bil rudnik Sitarjevec tudi uradno zaprt.

V zgodovini rudnika so izkopali približno 15 kilometrov rogov in jaškov, ki se raztezajo od 420 do 172 metrov nadmorske višine. Iz sitarjevskih rud so proizvedli približno 50.000 ton svinca, 150 ton živega srebra in 2.780 kilogramov srebra ter 32.000 ton ba-

rita. Glavni del rud so predelali v Litijski topilnici. Njena zmogljivost je seveda daleč presegala zmogljivosti Sitarjevca, zato so v njej predelovali tudi rudne koncentrate iz drugih rudnikov. V svojih najboljših časih je Sitarjevec pokrival deset odstotkov celotne avstrijske proizvodnje svinca pred prvo svetovno vojno. Poleg tega je bil cenjen kot eden od najbolj delujočih rudnikov.

Nekateri avtorji navajajo, da je Sitarjevec svinčevo-cinkovo rudišče. Dejstvo je, da v topilnici cinka niso nikoli proizvajali. So pa po drugi vojni proizvedli približno 260 ton sfaleritovega (ZnS) koncentrata. Rudo so za ta namen pridobili izključno v rudniku Ponoviče. Celotno količino so prodali Cinkarni Celje (Osebnostna komunikacija M. Žorž – I. Kramžar). Večji del navedenih zgodovinskih dejstev povzemamo po Grošlju, Fabjančiču, Mlakarju, Mohoriču in Peskarju – glej literaturne vire.

Trenutno stanje rudnika

Po ukinitvi rudnika so večino rudniških vhodov na ta ali oni način zaprli. S tem so preprečili vstopanje v nevarne rove in rudnik je počasi tonil v pozabo. Nekaj krajevnih navdušencev pa je ustanovilo Društvo za zaščito in razvoj rudnika Sitarjevec, ker so menili, da si rudnik in njegova zapuščina zaslužita zgodovinski spomin in ohranitev. S pomočjo občine Litija so leta 2002 očistili Izvozni rov, ki je bil izkopen v trdno skalo in je bil zato še vedno v dobrem stanju. Po pričakovanjih so v notranjosti rudnika naleteli na preperelo jamsko podporje in precej zarušenih delov. Na veliko presenečenje pa so v nekaterih rovih odkrili množico limonitnih stalagmitov, stalaktitov in prevlek. Nova odkritja so spodbudila idejo po otvoritvi rudnika širši publiki. Litijska občina je v naslednjih letih poskrbela za primerno financiranje teh dejavnosti. Nekaj starih rogov in Izvozni rov v rudnik so očistili in primerno zavarovali. V jami so razstavili zbirko rud in primerkov kristaliziranih mineralov ter zbirko različne stare rudniške in



Rudarja pred vhomom v Glavni rov leta 1926. Mož na desni je Josip Pastor, ki je v rudniku delal od leta 1926 do leta 1935 ter po vojni do njegovega zaprtja. Bil je češkega rodu ter zelo izkušen v rudarjenju in energetiki. Arhiv Mestnega muzeja Litija.

rudarske opreme. Rudnik je bil za turistične ogledne uradno ponovno odprt leta 2017. Obiskovalci lahko danes vidijo približno 100 metrov rudniških rogov. Predvideno je, da bi dolžino dostopnih rogov podaljšali na 620 metrov, kar bi omogočilo tudi ogled limonitnih kapniških struktur. Vodení ogledi so mogoči po predhodni najavi pri Turistično informacijskem centru Litija (TIC).

Zgodovina zbiranja mineralov iz Sitarjevca

Prvi, ki je pisal o mineralih iz Sitarjevca, je bil Zepharovich (1880). V njegovem članku o baritu iz Litije (*Baryt von Littai in Krain*) piše, da je dobil nekaj poučnih primerkov

snežno belih baritovih kristalov od svojega prijatelja Seelanda, ki je bil takrat rudarski svetnik v Celovcu. Primerki kristaliziranega cerusita iz Sitarjevca so vzbudili široko zanimanje naravoslovcev in zbirateljev, kar se je kmalu odrazilo v dveh člankih, ki sta bila objavljena leta 1885. Brunnlechner je bil prvi, ki je poročal o izvrstnih primerkih cerusita v skupkih stebričastih kristalov z lepim svilnatim sijajem. Nekaj svojih primerkov iz zgornjih delov rudnika je odstopil Zepharovichu, ki je kmalu zatem objavil še svoj članek o cerusitu. Naslednji avtor, ki je poročal o sitarjevških mineralih, je bil Riedl, ki je zapisal, da so bili primerki cerusita tako kakovostni, da so že v tistem času

krasili veliko mineraloških zbirk v Avstriji in Nemčiji. Poudaril je tudi, da je bil Sitarjevec zaradi cerusita že zelo znan, ne glede na to, da so v njem šele potekale raziskave rudnega potenciala. Po njegovem poročanju so bile žile polne lepih belih ali prozornih kristalov cerusita. Zapisal je tudi, da so bili kristali cinabarita redki, vendar lepo razviti, na njih pa je opazil redke kristalne like! Riedl je tudi prvi opisal kristale piromorfita in anglezita. Zepharovich je v svojem leksikonu (1893) popisal vse takrat znane minerale iz Sitarjevca. Leta 1905 je Voss primerjal primerke cerusita iz Sitarjevca s tistimi iz Claustahl-Zellerfelda v Nemčiji in Lead-



Srebrna medalja, kovana na Dunaju iz prvega sitarjevškega srebra, s katero so proslavili začetek njegove proizvodnje.

Averz prikazuje topilnico in Sitarjevca v ozadju. Dobro je vidna žičnica s Sitarjevca preko Save do topilnice.

Prikazani so trije alkimistični simboli (z leve na desno) za srebro, svinec in živo srebro. Spodaj je grb dežele Kranjske.

Reverzna stran medalje nosi napis v nemščini: V spomin na prvi srebrni odsev Litijske topilnice.

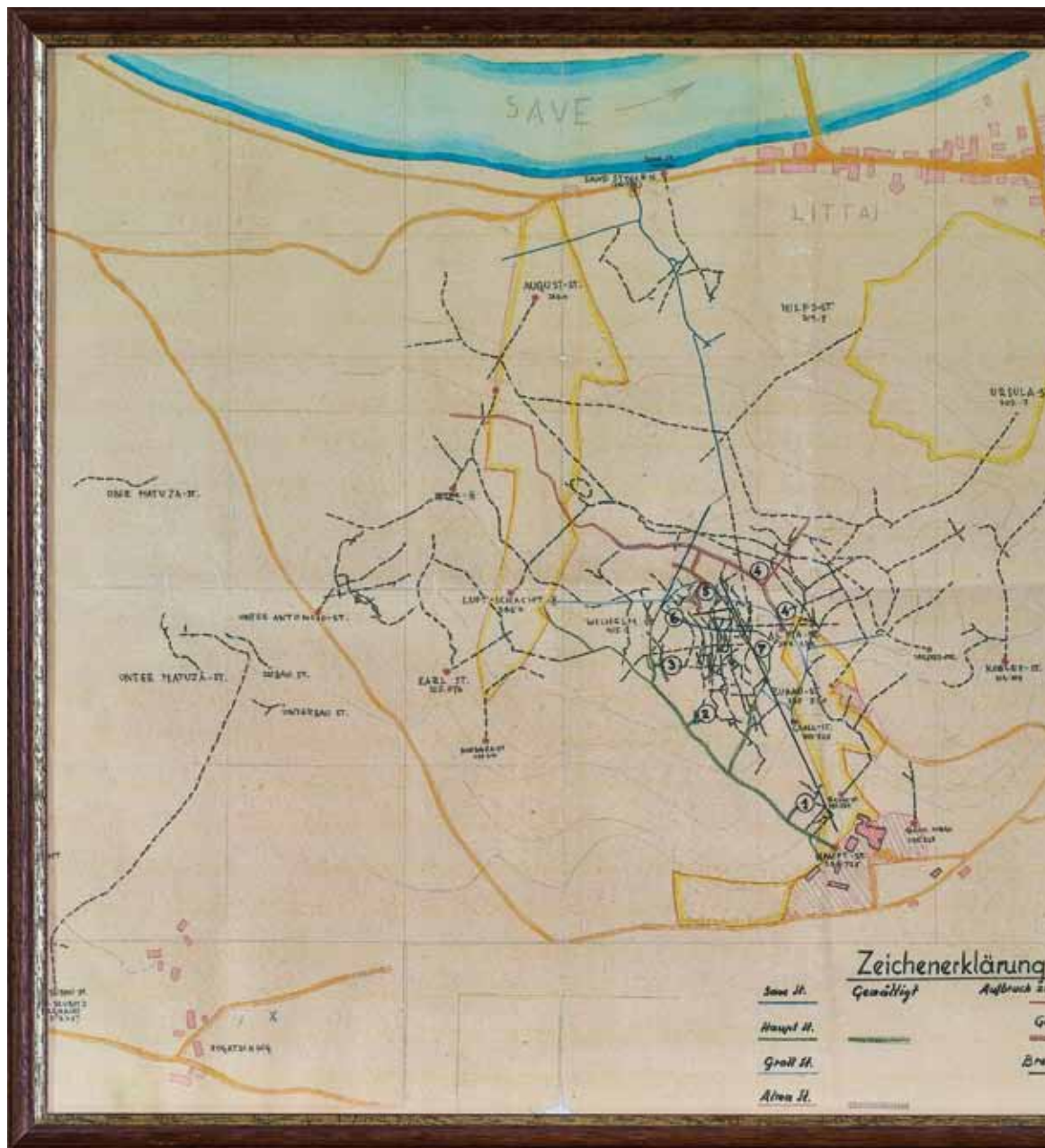
Zbirka: G. Kobler. Foto: Igor Dolinar.

hillsa na Škotskem in omenil, da so nekatere sitarjevške primerke, ki so merili do 20 centimetrov, leta 1883 prikazali na deželni razstavi v Ljubljani.

Glavni vir sitarjevških primerkov mineralov so bile prav gotovo rudniške oblasti. Iz poročil Državne nižje gimnazije v Ljubljani (Wiesthaler, 1893) in Mestne nižje realke v Idriji (Ravnateljstvo, 1905) lahko zasledimo, da so jim nekateri pomembni posamezniki, ki so bili na ta ali oni način povezani z rudnikom, podarili primerke sitarjevških mineralov. Ni v celoti znano, koliko in kateri trgovci so od leta 1880 do leta 1895 trgovali z minerali iz Sitarjevca. Dejstvo pa je, da je eden od primerkov barita, ki ga hranijo v Naravoslovnem muzeju na Dunaju, opremljen z listkom znanega trgovca z minerali J. Böhma, ki je bil dejaven od leta 1884 do leta 1925. Nekateri primerki iz Sitarjevca, ki jih hranita Joanneum v Gradcu in Montanistična univerza v Leobnu, pa potrjujejo, da so bili okoli leta 1880 pridobljeni neposredno od rudniških oblasti. Veliki primerki

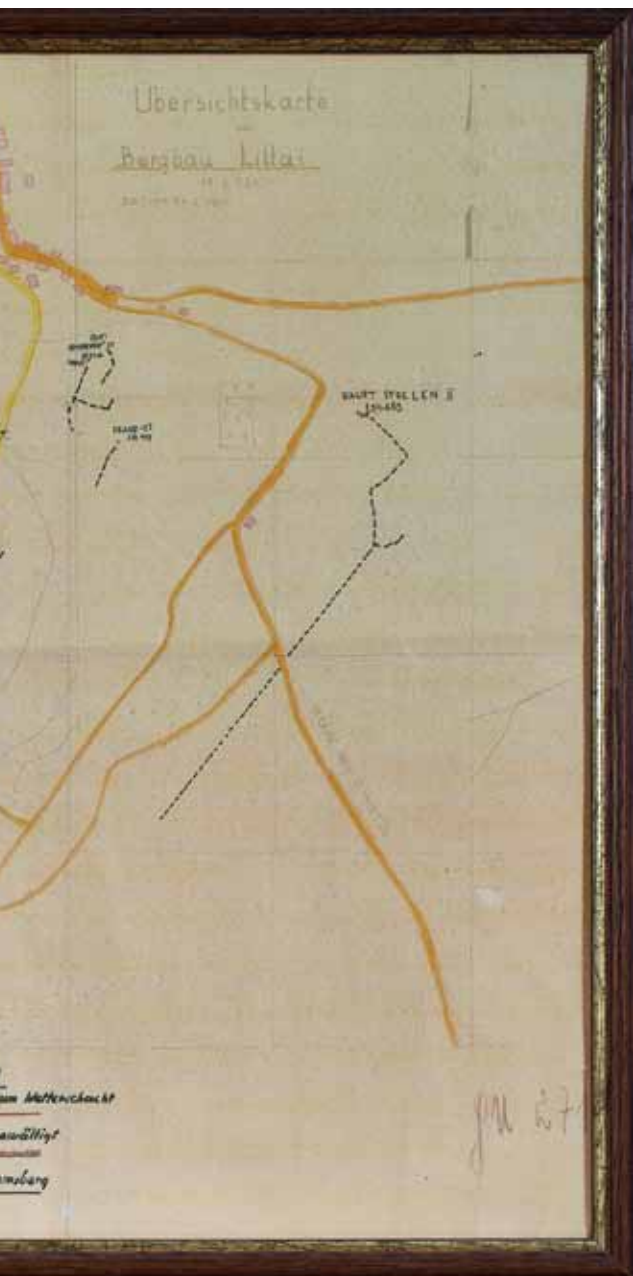
cerusita, ki so bili najdeni v obdobju od leta 1880 do leta 1924 in so shranjeni v zbirki Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani (NTF) in v Prirodoslovnem muzeju Slovenije (PMS), so bili ravno tako pridobljeni neposredno od rudniške uprave. Primerki iz Sitarjevca so ohranjeni še v zbirkah Deželnega muzeja v Celovcu, Hrvaškega prirodoslovnega muzeja v Zagrebu, Narodnega muzeja v Pragi, Muzeja naravoslovne zgodovine v Londonu in prav gotovo še v nekaterih institucionalnih in zasebnih zbirkah po svetu.

V petdesetih in šestdesetih letih dvajsetega stoletja so rudarji nosili domov lepe primerke mineralov, na katere so naleteli med delom v rudniku. Eden izmed avtorjev (Mirjan Žorž) je leta 1977 obiskal Litijo in ugotovil, da je večina rudarjev že takrat bila pokojna (silikoza?). Na žalost je od nekega rudarja izvedel tudi, da se od nekdanjega obilja primerkov ni ničesar ohranilo, kaj šele, da bi kaj ostalo za zbiralce. Zanimivo pa je bilo slišati, da so rudarji imeli navado z minerali



krasiti svoja stanovanja in celo grobove. V ta namen so v manjše kalupe vlivali mavec in vanj zatikali različne kristale. Vse skupaj so potem potresli še z zdrobljenim galenitom, da se je lepo iskrilo. Odveč je pripomniti, da je litijsko pokopališče nemudoma pre-

gledal na tozadevno okrasje, vendar o njem ni bilo ne duha ne sluha. Morda bi moral takrat pregledati še šmarsko pokopališče. F. Krivograd, sicer zaposlen v Mežiških rudnikih, ki je bil v začetku šestdesetih let poslan v pomoč v rudnik Sitarjevec, se spominja,



Ročno izdelani načrt rudnika Sitarjevec prikazuje stanje v januarju leta 1943. Najpomembnejši rovi Sava, Glavni rov, Groll in Alma so prikazani v različnih barvah. To je eden od redkih dokumentov, ki so se ohranili po partizanski diverziji februarja leta 1944, v kateri sta bila uničena rudnik in njegov arhiv. Arhiv Mestnega muzeja Litija. Foto: Igor Dolinar.

Skrbno jih je odstranil iz razpoke in zavil v časopisni papir. Ker pa je imel še neki nujni popravek, jih je odložil na polico v jedilnici. Ko se je vrnil, jih ni bilo več (M. Žorž - F. Krivograd, 2019, osebna komunikacija). Sicer pa je bilo zbiranje mineralov v rudniku v glavnem osredotočeno na potrebe rudniških in znanstvenih raziskav, pri čemer njihova estetska plat ni bila povsem v ospredju. Zaprtje rudnika je naredilo konec kakršnem koli zbiranju mineralov v rudniku. Konec sedemdesetih pa se je pri nas pojavilo nekaj zbiralcev, ki so pričeli brskati po obstoječih zbirkah in starih literaturnih podatkih, da bi ugotovili, kje bi se dalo še najti kakšen primer. V ožji izbor je seveda prišel tudi Sitarjevec. Na zapuščenih rudniških odvalih so v začetku osemdesetih let dejansko našli nekaj razmeroma dobrih primerkov kristaliziranega barita, anglezita in cerusita skupaj z masivnim galenitom, žal pa ne v kakovosti, ki bi zadostila njihovim željam. Skupina zbiralcev, večših v jamskih tehnikah, je preiskala stare rudniške rove na Sitarjevcu in leta 1995 končno našla zarušen Almin rov. Očistili so ga do te mere, da se je vanj dalo splaziti. To početje je bilo dokaj nevarno zaradi preperelga jamskega oporja in nestabilnih plasti limonita. Kljub temu jim je uspelo najti nekaj bolj stabilnih delov v oksidacijski coni, kjer so našli lepe kristale barita, cerusita in piromorfita. Glas o teh dejavnostih je kmalu prišel na ušesa občinskih oblasti, ki so rov zaprle z železno rešetko. To seveda zbiralcev ni ustavilo, saj so kmalu izkopali dostop ob rešetki in nadaljevali z obiskovanjem rovo.

da ga je nekega dne vodja opozoril na velike baritove kristale v novoodprti žili. Nemudoma je odhitel tja in dejansko naletel na najlepše kristale barita, kar so jih kdaj koli našli. Primerke so sestavljali žarkasti skupki do 4 centimetre velikih ploščatih kristalov.



Vhod v Izvozni rov rudnika Sitarjevec, skozi katerega danes vstopajo obiskovalci. Foto: Igor Dolinar.

Veselje je trajalo nekje do leta 2005, ko so končno uspeli vhod popolnoma zapreti. Kakovost primerkov iz tistega obdobja seveda ni dosegla tiste iz devetnajstega stoletja. Po podatkih, ki so nam jih posredovali muzejski kustosi, lahko ocenimo, da je v

evropskih muzejih približno 250 primerkov mineralov iz Sitarjevca. V zunajevropskih muzejih jih je bistveno manj. Verjetno jih ni niti 50. V zasebnih zbirkah zunaj Slovenije jih tudi ne more biti prav veliko. Sem ter tja kakšen cerusit, barit in morda še cina-barit. Vsi ti primerki izvirajo iz devetnajstega in začetka dvajsetega stoletja. Z nekaj sto manjšimi in nekaj desetnimi večjih primerkov s kristali anglezita, cerusita,



Vhod v rov Alma v januarju leta 2011. Občinske oblasti so prvotno zaprle rov z rešetko, vendar so jo zbiralci na desni strani zaobšli. Sedaj je vhod tudi na tistem delu blokiran, poleg tega pa močno prerasčen z zelenjem. Za netujce je za vsak slučaj dodano še opozorilo: Jamski udori. Prehod prepovedan. Foto: Igor Dolinar.

cinabarita in piromorfita, ki so bili nabrani v letih od 1980 do 2005, pa so si dodobra opomogli slovenski zbiralci mineralov. Ocenjujemo, da je v domačih zasebnih zbirkah približno 500 sitarjevskih primerkov. Danes predstavlja ta fundus nadvse pomemben vir podatkov o mineralih Sitarjevca. Dejstvo pa je, da je v rudniku še vedno nekaj predelov, kjer je mogoče odvzemati primerke za znanstvene raziskave. Z bolj sistematskim pristopom bi prav gotovo k znanim mineralom dodali še marsikaterega novega, še posebej iz skupine sekundarnih mineralov. Kot zanimivost navajamo, da smo med pripravo tega članka določili nov mineral na primerkih, ki jih hrani Naravoslovnotehnična fakulteta. To je albit.

Primerki iz rudnika Sitarjevec se izjemno redko pojavijo na trgu mineralov. Če že, potem gre za primerke iz starih oziroma tako imenovanih *recikliranih* zbirk. Ta izraz se uporablja za zbirke preminulih zbiralcev, ki jih trgovci ali zbiralci odkupijo in dajo v prodajo. Zato je vedno dobro biti pozoren nanje, o čemer nazorno priča zgodba o primerku repatriiranega cinabarita v poglavju o mineralih.

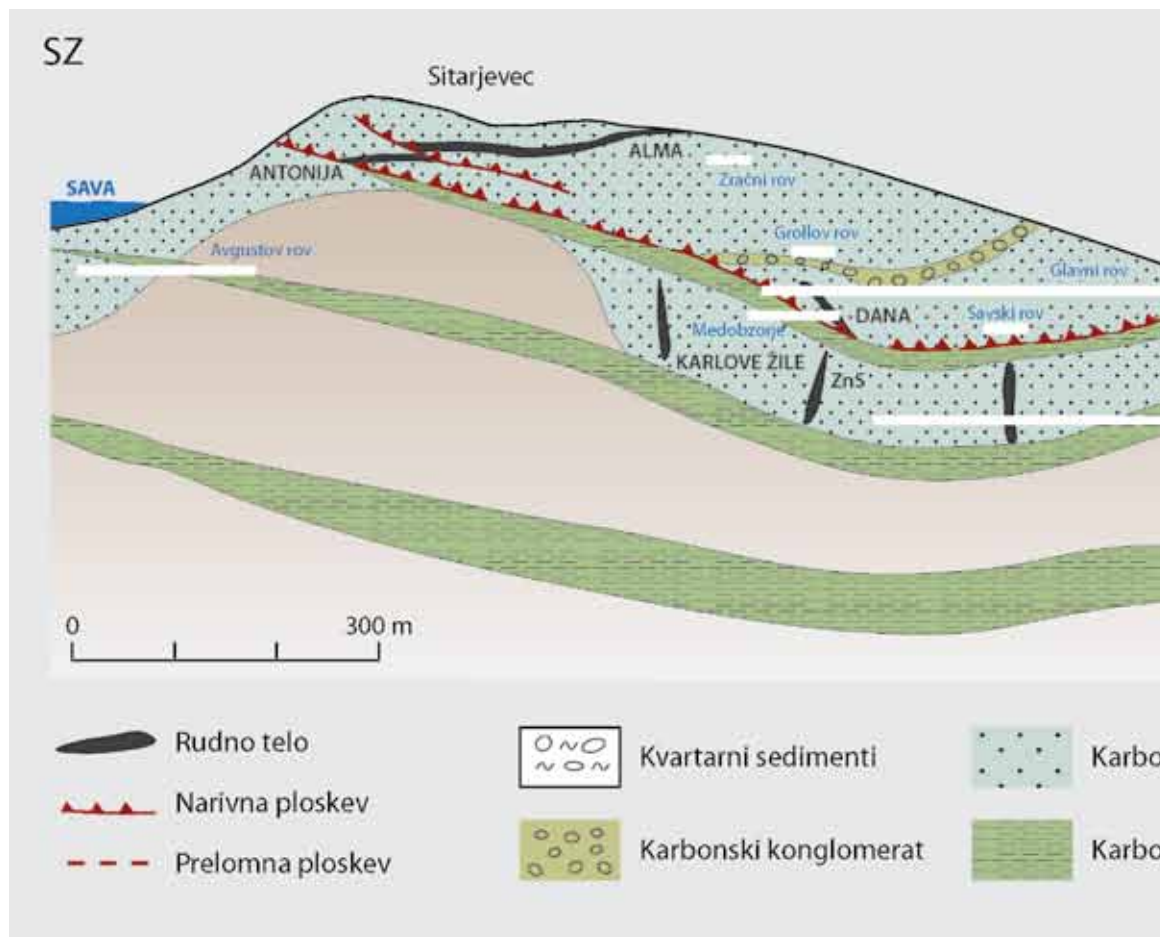
Geološka zgradba

Območje Litije sestavlja 1.900 metrov debelo zaporedje sedimentnih kamnin, ki so nastajale v obdobju 80 milijonov let, od zgornjega karbona (Kolar - Jurkovšek in Jurkovšek, 2007) do zgornjega triasa. Zaporedje je sestavljeno iz več transgresijskih in regresijskih ciklov, ki ga prekinjajo tri diskordance, s katerimi so označene tektonske faze (zgornjekarbonska, na »meji« karbon/trias in srednjetriasna). Transgresijski in regresijski cikli so zabeležili relativna nihanja morske gladine glede na kopno; v transgresijskih ciklih se je gladina morja dvignila, obala se je pomaknila v višje lege in morje je poplavlilo kopno. Med regresijskimi cikli se je gladina morja znižala in območja sicer potopljenega morskega dna so bila dvignjena nad gladino morja. Sedimentacija se je začela

la z odlaganjem karbonskih plasti s skupno debelino približno 1.100 metrov. Po veliki tektonski fazi jim je sledilo 800 metrov triasne sedimentacije. Celotno zaporedje so prekrile pliokvartarne plasti, ki predstavljajo najmlajše sedimente tega območja in dosega debeline od nekaj metrov do nekaj deset metrov. Odložili so se na neenakomerno in pogosto poševno podlago in jih pogosto najdemo na pobočjih in grebenih kot erozijske ostanke.

Sedimentne plasti so nagubane v Litijsko antiklinalo, katere os poteka v smeri vzhod-zahod. Sedimentacija se je začela z regresijskim ciklom, za katerega je značilno postopno povečevanje velikosti zrn v smeri navzgor. Najnižje ležeča plast temno sivih skrilavih glinavcev vsebuje posamezne leče melja, ki gradijo jedro antiklinale (Mlakar, 1987, 1993). Sledi hitro menjavanje plasti glinavca, meljevca in drobnozrnatega peščenjaka, ki jih prekinjajo debele vmesne plasti sivega konglomerata. Večina karbonskih plasti (do 800 metrov) je zgrajena iz sivega kremenovega peščenjaka. Sestavlja ga serija manjših sedimentacijskih sekvenc, za katere je značilno zmanjševanje zrnivosti v smeri navzgor. Vsaka sekvenca se začne z drobnozrnatim kremenovim konglomeratom in konča z glinavcem kot najmlajšim členom (Mlakar, 1993). V zgornjem delu kremenovega peščenjaka postajajo vložki konglomerata vse pogostejši, v najvišjem delu celo prevladujejo. Zaporedje se konča z erozijsko diskordanco, ki ji sledi transgresijski cikel z značilnim postopnim zmanjševanjem zrnivosti navzgor. Zaporedje se prične z nesortiranim bazalnim konglomeratom, ki ga gradijo do 5 centimetrov debeli, dobro zaobljeni kremenovi prodniki. Bazalni konglomerat je odložen na sivi, dobro sortirani konglomerat predhodne sedimentne plasti in predstavlja najmlajšo sedimentno enoto iz karbona.

Nad karbonskimi plastmi diskordantno sledijo spodnjetriasni peščenjak, oolitni apnenec in plastnati dolomit. Nad njimi so se

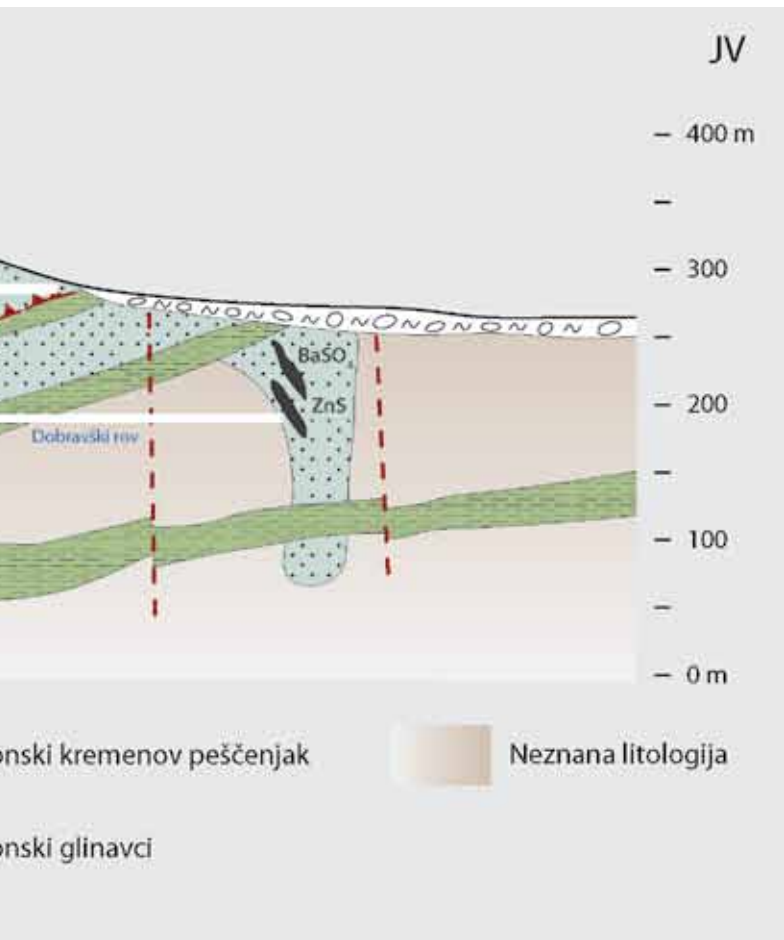


odložili rožnati in pogosto oolitni dolomiti, ki postopoma preidejo v anizijske dolomite. Ladinijske plasti so v bazalnem delu zgrajene iz temno sivih do črnih ploščastih apnencev z roženci in s posameznimi dolomitnimi vložki. Apnenice prekrivajo sivo-zeleni tufi, ki zelo hitro in značilno preperevajo. S kordovskim dolomitom se je zaključila triasna sedimentacija. Dobro zaobljeni prodniki starejših kamnin v peščenici ali glinasti osnovi predstavljajo najmlajše pliokvartarne in kvartarne sedimente, ki so praviloma nekonsolidirani in slabo sortirni. Rudnik Sitarjevec se nahaja v Litijski antiklinali, kjer najdemo večino žilnih rudišč in rudnih mineralov v obliki žil, ki navadno sekajo sedimentne plasti in so le redko

vzporedne s plastnatostjo. Vsa mineralizacija v rudniku Sitarjevec je omejena na zgornje karbonske plasti in zavzema približno 500 metrov sivega karbonskega kremenovega peščenjaka. Žile s sfaleritom so predvsem v najnižjih nivojih kremenovega peščenjaka, galenit in barit sta prisotna v žilah, ki se pojavljajo po celotni plasti, medtem ko o pojavih cinabarita poročajo le iz zgornjega dela rudnika (rudno telo Alma).

Minerali

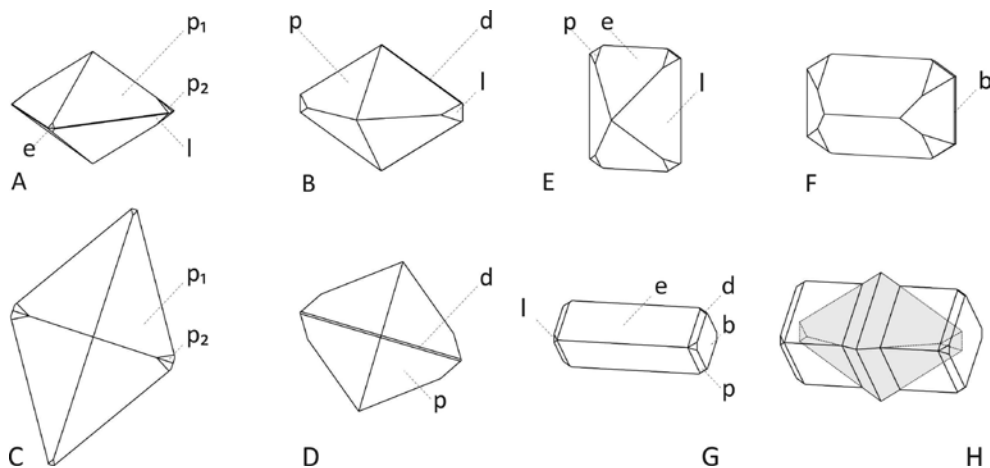
Sitarjevec je polimetalno rudno nahajališče z izrazito oksidacijsko cono v obliki železovega klobuka in z nižje ležečimi, bolj ali manj oksidiranimi rudnimi žilami in rudnimi telesi. Mineralno paragenozo tega rudišča



Severozahodno-jugovzhodni presek skozi rudnik Sitarjevec. Najpomembnejši rudniški rovi so označeni z belimi linijami. M. Vrabec – modificirano po Mlakarju (1994).

Tabela 1: Doslej določeni minerali v Sitarjevcu so v preglednici razdeljeni v tri skupine. Najštevilčnejši so rudni minerali, od katerih je bila večina določena le mikroskopsko. Sledi skupina sekundarnih – oksidacijskih mineralov, ki pa bi se lahko številčno okrepila, če bi začeli sistematično iskati nove minerale v obstoječih oksidacijskih conah. Najmanj zastopana je skupina žilnih mineralov, od katerih je bil gospodarsko pomemben le barit. Minerale, ki so označeni v krepkem tisku, podrobneje opisujemo v tem poglavju.

Rudni minerali	Kemijska formula	Oksidacijski minerali	Kemijska formula	Žilni minerali	Kemijska formula
Avripigment	As ₂ S ₃	Anglezit	PbSO ₄	Albit	Na(AlSi ₃ O ₈)
Baker	Cu	Azurit	Cu ₂ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	Aragonit	CaCO ₃ (ortorombski)
Bornit	CuFeS ₂	Cerussit	PbCO ₃	Barit	BaSO ₄
Bournonit	PbCuSbS ₃	Goethit	α-FeO(OH)	Kalcit	CaCO ₃ (trigonalni)
Cinabarit	HgS (trigonalni)	Halkantit	CuSO ₄ · 7 H ₂ O	Dolomit	CaMg(CO ₃) ₂
Covellin	CuS	Hemimorfit	Zn ₂ Si ₂ O ₇ (OH) ₂ · H ₂ O	Hematit	Fe ₂ O ₃
Digenit	Cu ₂ S ₃	Hidroczinkit	Zn ₂ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	Kremen	SiO ₂
Galenit	PbS	Krizokola	(Cu,Al) ₂ H ₂ Si ₂ O ₇ (OH) ₂ · nH ₂ O	Siderit	FeCO ₃
Halkopirit	CuFeS ₂	Lepidokrokit	γ-FeO(OH)		
Halkozin	Cu ₂ S	Limonit	(Fe, O, OH, H ₂ O)		
Idalit	Cu ₂ FeS ₄	Malahit	Cu ₂ (CO ₃) ₂ (OH) ₂		
Kuprit	CuO	Melanterit	FeSO ₄ · 7 H ₂ O		
Markazit	FeS ₂ (ortorombski)	Piromorfit	Pb ₃ (PO ₃) ₂ Cl		
Metacinarit	HgS (kubični)	Sadra	CaSO ₄ · 2 H ₂ O		
Pirit	FeS ₂ (kubični)	Smithsonit	ZnSO ₄		
Piroluzit	MnO ₂	Witherit	BaCO ₃		
Realgar	As ₂ S ₄	Wulfenit	PbMoO ₄		
Sfalerit	ZnS	Žveplo	S		
Svinec	Pb				
Tennantit	Cu ₂ (Cu ₂ (Fe, Zn) ₂)As ₂ S ₁₁				
Tetraedrit	Cu ₄ (Cu ₂ (Fe, Zn) ₂)Sb ₂ S ₁₃				
Živo srebro	Hg				



sestavljajo primarne rude in žilni minerali ter sekundarni minerali, ki nastajajo zaradi oksidacije primarnih mineralov. Trenutno je določenih 50 različnih mineralov, vendar večina le v mikroskopski obliki. Zaradi tega se v nadaljevanju osredotočamo le na najbolj pogoste minerale in na tiste, ki nastopajo v makroskopskih kristalih.

Anglezit

Lepo oblikovani kristali anglezita so pogosti v manjših votlinah limonitnih plasti. Imajo obliko ortorombskih bipiramid in ne presežejo 10 milimetrov. Manjši kristali so brezbarvni in prozorni, večji pa so prosojni ali mlečni. Na nekaterih kristalih so opazne majhne ploskve akcesornih kristalografskih likov. Ti kristali predstavljajo prvo fazo kristalizacije oziroma prvo generacijo. V drugi fazi so se oblikovali prizmatski kristali, ki so razvlečeni v smeri kristalografske b-osi. Največji znani kristali te generacije so lahko dolgi do 3 centimetre. Njihovo obliko v največji meri določajo ploskve prizme $e\{101\}$, ploskve pinakoida $b\{010\}$ in bipiramide $p\{212\}$ pa oblikujejo njihove terminacije. Ploskve prizme e so pogosto korodirane. Nekateri kristali prve generacije so deloma ali pa popolnoma prekriti s plastjo anglezita druge generacije, kar kaže na določeno spremembo v pogojih kristalizacije anglezita.

Primarni kristali anglezita so bipiramidalne oblike (A – F). Risbi C in D predstavljata (001)-projekciji kristalov A in B. Oblika kristalov se spremeni v kasnejši fazi kristalizacije (G). Nenadno spremembo oblike kristalov lepo zaznamo na kristalih, ki so deloma obraščeni s sekundarno plastjo anglezita (H). Kristalni liki: $b\{010\}$, $d\{012\}$, $e\{101\}$, $l\{110\}$, $p\{212\}$, $p_1\{112\}$ in $p_1\{135\}$. Vse risbe kristalov: Mirjan Žorž.

Sosednja stran: Kristali anglezita prve generacije na limonitni podlagi. Posamezni kristali so korodirani, nekateri pa so že prekriti s sekundarno plastjo anglezita. Velikost primerka: 38 milimetrov x 30 milimetrov. Zbirka: Igor Dolinar. Foto: Igor Dolinar.





Foto 2: Prizmatska kristala anglezita druge generacije. Zaradi vključkov sta sive barve. Večji kristal meri 30 milimetrov x 7 milimetrov. Zbirka Naravoslovnotehniške fakultete v Ljubljani. Foto: Igor Dolinar.

Viri:

- Brunnlechner, A., 1885: *Beiträge zur Charakteristik der Erzlagerstätte von Littai in Krain. Wien: Jahrbuch der k.k. geol. Reichsanstalt*, 35. Band, Heft 2: 387–396.
- Dolinar, I., Zrnc, M., 2011: *Minerali rudnika Sitarjevec v Litiji. Društvene novice*, 44: 17–22. Tržič: *Društvo prijateljev mineralov in fosilov Tržič*.
- Fabjančič, M., 1972: *Kronika Litijskega rudnika. Tipkopis*, 854 str. Arhiv Geološkega zavoda Ljubljana.
- Grafenauer, S., 1963: *O mineralnih paragenezah Litije in drugih polimetalnih nabajališč v posavskih gubah. Ljubljana: Rudarsko-metalurški zbornik*, 3: 245–260.
- Grošelj, F., 2011: *Čebelarstva pravda. 300 str. Litija: Čebelarstvo društvo Litija*.
- Herlec, U., Dolinšek, M., Geršak, A., Jemec, M., Kramar, S., 2006: *Minerali žilnih rudišč v Posavskih gubah in rudnika Sitarjevec pri Litiji. Scopolia – Supplementum*, 3: 52–65. Ljubljana: *Prirodoslovni muzej Slovenije*.
- Kolar – Jurkovšek, T., Jurkovšek, B., 2007: *Zgornjekarbonska flora Grajskega hriba v Ljubljani. Geologija*, 50: 8–19.
- Mlakar, I., 1987: *Prispevek k poznavanju geološke zgradbe Posavskih gub in njihovega južnega obrobja. Geologija*, 28/29: 157–182.
- Mlakar, I., 1994: *O problematiki Litijskega rudnega polja. Geologija*, 36: 247–338.
- Mohorič, I., 1978: *Problemi in dosežki rudarjenja na Slovenskem. 1. knjiga. Ljubljana: Založba Obzorja*.
- Müllner, A., 1903: *Das Bergwesen in Krain. Laibach: Argo*, No. 6.
- Peskar, J., 1976: *Dolenjski odred. 573 str. Ljubljana: Knjižnica NOV in POS*.
- Preisinger, D., 2010: *Opušteni rudniki v Sloveniji. 149 str. Golnik: Založba Turistika. Ravnateljstvo*, 1905: *Kranj: Izvestje mestne nižje realke v Idriji*.
- Rečnik, A., Daneu, N., Herlec, U., 2014: *Die Blei- und Zinkerzlagerstätte Sitarjevec bei Litija, Slowenien. Mineralien Welt*, 25 (3): 56–69. Salzhemmendorf: Bode Verlag.
- Riedl, E., 1886: *Littai. Wien: Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*, No. 21: 333–343.
- Schmidt, A. 1888: *Zinnober von Serbien. Zeitschrift für Kristallographie*, 14: 433–448.
- Tornquist, A., 1929: *Die Blei-Zinklagerstätte der Savenfalten vom Typus Litija. Wien: Berg und Hüttenmännische Jahrbuch*, 71.
- Valvasor, J. V., 1689: *Die Ehre des Herzogthums Krain. Cap. XXVII, 189–190. Laybach*.
- Voss, W., 1889: *Das Mineralvorkommen von Littai in Krain. Laibach: Mittheilungen des Musealvereins für Krain*, 351–357.
- Voss, W., 1895: *Die Mineralien des Herzogthums Krain*, 101 p.p. Verlag von Ig. Laibach: V. Kleinmayr & Fed. Bamberg.
- Weiss, A., 2015: *Die Mineraliensammlung der ehemaligen Berghauptmannschaft Klagenfurt und ihre Bestände. Der steirische Mineralog*, 30–35. Graz: *Vereinigung Steirischer Mineralien und Fossiliensammler*.
- Wiesthaller, F., 1893: *Izvestje c. kr. Državne nižje gimnazije v Ljubljani*.
- Zepharovich, V. v., 1880: *Baryt von Littai in Krain. Prag: Lotos – Zeitschrift für Naturwissenschaften*, 30: 67–68.
- Zepharovich, V. v., 1885: *Cerussit von Littai in Krain. Prag: Lotos – Zeitschrift für Naturwissenschaften*, 34: 81–85.
- Zepharovich, V. v., 1893: *Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Österreich, Band III., 478 p. p. Wien*.
- Žorž, M., Jeršek, M., Dolinar, I., 2018: *Oblike kristalov nekaterih mineralov s Sitarjevca, 26–33. I. strokovni simpozij o rudniku Sitarjevec in srečanje rudarskih mest, Litija*.
- Žorž, M., Jeršek, M., Dolinar, I., Vrabec, M.: *Sitarjevec – ein fast vergessener Bergwerk bei Litija in Slowenien. München: Lapis. V tisku*.

Članek se bo nadaljeval v sledeči številki.

Tatjani Kordiš v spomin (1944–2020)

Gregor Aljančič



Tatjana Kordiš s kužkom Čarom pred Virskim studencem. Foto: Gregor Aljančič.

Tatjana Kordiš je bila biologinja po izobrazbi in srcu, plodovita naravoslovna pedagoginja in publicistka. Poučevala je biologijo in kemijo ter učencem privzgajala ljubezen do narave, kot se je ob uri slovesa na Žalah izrazila Lea Klemen. Kasneje je bila urednica za naravoslovne učbenike pri Državni založbi Slovenije, tudi sama avtorica nekaj naravoslovnih učbenikov za osnovno šolo. Mnogim so v spominu ostale njene otroške knjižice (*Mlaka*, *Dvorišče*, *Travnik*, *Polje in Gore*), ki jih je v zbirki *Korak* izdajala pri Mladinski knjigi.

Po upokojitvi se je leta 1999 iz Ljubljane preselila na Vrh, zaselek vasi Vir pri Stični, kjer je po nenavadnem naključju postala soseda slavne Kavčeve domačije, od koder so pred 195 leti poročali o domnevnem živorodnem porajanju človeške ribice. Ni pa bilo naključje, da se je Tatjana Kordiš v tej starožitni krajini med prazgodovinskimi Cvingarjem, stiškimi samostanom ter Scopolijevim in Zoisovim Virskim studencem zapisala tudi človeški ribici.

Globoko hvaležni smo ji za njeno dolgoletno zavzemanje za zakonsko in dejansko zaščito Virskega studenca in stiške človeške

ribice. V sodelovanju s Stanetom in Marjano Peterlin, Markom Aljančičem, Borisom Sketom, Borisom Bulogom ter Jano Vidic ji je uspelo Studenec vpisati med naravne vrednote državnega pomena ter ga kasneje vključiti tudi v mrežo merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode pri Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO). Neomajno, z njej lastno zavzetostjo nas je vsakič znova opominjala na pozabo ter brezbržnost do najpomembnejših naravnih spomenikov, ki niso le del naše narave, temveč tudi zrcalo naše kulture – od rabe dragocenih virov pitne vode do zgodovine naravoslovja v Sloveniji. Predvsem pa je Tatjana Kordiš opozarjala strokovno javnost na naraščajočo ogroženost ter spodbujala sodelovanje pri ukrepanju in nadaljnjem raziskovanju (glej *Ogroženost Virskega izvira – klasičnega najdišča človeške ribice, Natura Sloveniae*, 18 (1), 2016).

Posebej si je prizadevala, da bi na Virski studenec, kjer se je zgodba o človeški ribici pravzaprav začela, postali ponosni tudi do-

mačini in njihovi občinski možje – in ga, tako kot некоč, varovali tudi sami. Čeprav se je pri tem mnogokrat tudi osebno izpostavila, ji je z vztrajnim ozaveščanjem, poljudnim pisanjem in predavanji, zbiranjem informacij o pojavljanju človeške ribice ter organiziranjem različnih naravovarstvenih akcij vendarle uspelo človeško ribico vrniti v zavest domačinov in krajevne skupnosti – morda bo končno res postala njihova »najbolj znana krajanka«, kot se je Tatjana Kordiš simbolično izrazila v naslovu serije člankov v glasilu Občine Ivančna Gorica (2003–2004).

Za Tatjano Kordiš pa Virski studenec ni bil le simbol zgodovine raziskovanja človeške ribice, ampak tudi lakmus sedanjega dojetja širše javnosti. V tem nikoli dokončanem prizadevanju nam je Tatjana s svojo predanostjo zapustila najlepšo dediščino – skrb za naravo, ki ni le črka na papirju, ampak živa zgodba, ki bi ji morali slediti širom po Sloveniji.

Senožeti, rovti – strme in pisane površine • Nove knjige

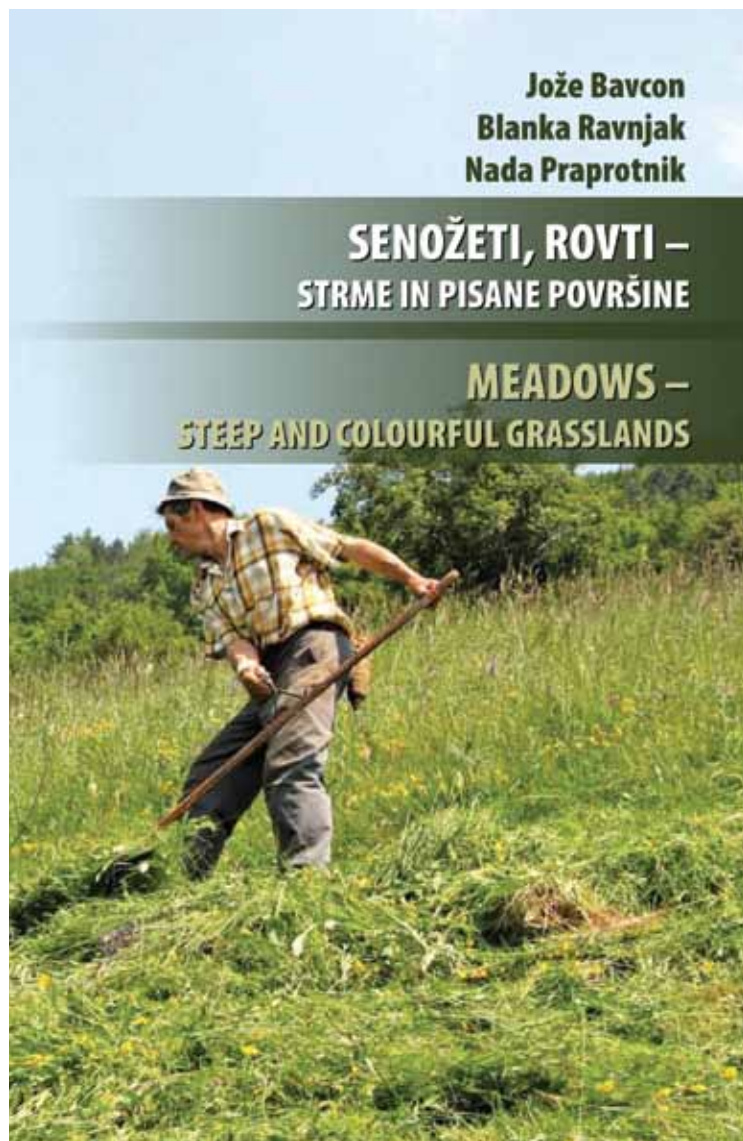
Jože Bavcon, Blanka Ravnjak, Nada Praprotnik: *Senožeti, rovti – strme in pisane površine*

Igor Dakskobler

Knjiga z zgornjim naslovom – leta 2019 jo je izdal Botanični vrt Univerze v Ljubljani, njeni avtorji pa so Jože Bavcon, Blanka Ravnjak in Nada Praprotnik – zasluži našo pozornost, zato sem o njej napisal nekoliko daljše razmišljanje, v katerem povezujem lastna izkustva o travnikih in travniških združbah z njihovimi spoznanji.

Na naslovnici je kosci, ki kosi (seče) ne preveč strmo senožet. Predgovor je hvalnica se-

nožetim in njihovemu cvetju. Nič ji ne ugovarjam, soglašam. Nekeč smo po opravljenih terenskih vajah za študente gozdarstva v začetku junija sedeli pri pijači za mizo nekje na Dolenjskem, s pogledom na pisano senožet na nasprotnem bregu. Pokojni prof. Dušan Robič je rekel: »Poglejte, fantje, to je šele pravo veselje za botanika. A kaj, ko imamo mi tak čas vedno drugo delo.« Tudi kolegi na inštitutu so me v mojih mlajših letih hecali: »Popisovati gozdove je pravza-



prav zelo dolgočasno, poglej, kako pisani so šele travniki!»

V uvodu knjige je dobro pojasnilo – senožeti so človekovo delo, iztrgalo jih je gozdom, večinoma zaradi nuje. Na bolj položnem svetu so bile njive, družine so bile velike, samooskrbne, krme malo. Vsaj nekaj stoletij so jih zagotovo zmogli kositi/seči, postali so pravi mojstri strmine, nekateri, Trentarji, Bovčani, tudi Gorenjci in Savinjšani, so se lotili tudi naravnih travnišč nad zgornjo

gozdno mejo, a tudi Kotarji, Drežničani, Tolminci, Graparji in Cerkljani v trdoživost, moči in spretnosti niso zaostajali. Njihovi potomci zdaj na teh strminah komajda lovimo ravnotežje, mahanje s koso nam gre večini bolj slabo od rok. Ni več potrebe in ni več motiva po tem početju. Res je, kar pravijo avtorji, včasih je že nekaj let dovolj in gozd začne nazaj pridobivati prostor, ki mu ga je človek nekoč odvzel. A ni vedno tako. Ko omenjajo velike kobulnice, gorski in velikolistni jelenovec (*Laserpitium siler*, *L. latifolium*), tudi velestiko (*Ligusticum lucidum*) – ta je sicer bolj meliščna vrsta –, to ni več senožet, a tudi ne še grmišče ali zameetek gozda. Takšnega steblikovja se kosa (zadnje čase bolj brneča motorna ropotulja) navadno loti samo še za preseko lovskih stez.

Čeprav to ni več pra-

vo travnišče in moti naše sisteme travniških združb, je vrstno še zelo pisano in barvito in tako lahko ostaja desetletja.

V poglavju *Travnate površine v Sloveniji* avtorji tematiko knjige razširijo na vse glavne tipe drugotnih travnišč, ki jih pri nas poznamo, in različne načine njihove rabe, tudi pašo. Njihovo raznolikost prikažejo v časovni razsežnosti skozi celotno vegetacijsko dobo – od zgodnje pomladi do jeseni. Zani-



Travnik na obrobju Ljubljane. Kmetje so povedali, da je bil vedno tak kot senožeti visoko v hribih. Sodelavci Botaničnega vrta ga že od leta 1998 spremljajo, od leta 2001 pa ga imajo v najemu in zanj ustrezno skrbijo. Raznolikost vrst se je v tem času zelo povečala. Foto: Jože Bavcon.

mivo je, da so skoraj vse vrste, ki jih predstavijo kot zgodnje spomladanski okras naših travnikov – mali zvonček, pomladanski žafran, črni in blagodišeči teloh, trobentica –, pravzaprav značilnice naših bukovih in belogabrovih gozdnih združb (zvez *Erythronio-Carpinion* in *Aremonio-Fagion*), kažejo pa na izvor travnikov in bližino gozdnega roba. V knjigi je veliko prostora in fotografij namenjeno primorskim, kraškim travnikom, kar je razumljivo, saj so med vsemi, ki jih še imamo, najbrž najbolj raznoliki, in to v vsej vegetacijski dobi. A nekatere postavne predstavnice teh travišč, kot so na primer jesenček (*Dictamnus albus*), navadna potonika (*Paeonia officinalis*), zlati koren (*Asphodelus albus*), so dejansko že pokazateljice zaraščanja, posebnih in prehodnih (robnih) rastlinskih združb od travnika proti grmiščem in gozdu. V knjigi obravnavajo tudi nekatere nižinske, ravninske in celo močvirne trav-

nike, na kraških poljih in Ljubljanskem barju, s poletnim velikim zvončkom (*Leucojum aestivum*) ali robatim lukom (*Allium angulosum*). S fotografijo poletnega videza s prevladujočo travniško kozjo brado (*Tragopogon orientalis*) se preselimo na zmerno gnojene dolinske travnike v Alpah, kakršne poznamo na primer na Gorenjskem. Manj s fotografijami, a v besedilu je opisana tudi jesenska barvitost travnikov in senožeti ter njeni predstavniki, škrobotci, sviščevci, rumena zobnica in jesenski podlessek.

V poglavju *Pomen in raba travnih površin* predstavijo kmetijski vidik, ki je gotovo prednosten in za ohranitev in videz travnikov ključen, a tudi hortikulturni vidik in estetsko vlogo travnikov. Ta je, če so pisani, zelo velika, če pa so malovrstni (imenujejo jih zelene puščave), kakršnih je v srednje-evropskih pokrajinah in tudi pri nas vedno več, zanemarljiva oziroma pri marsikom



Nekdanje senožeti pod Breginjskim Stolom, zagotovo jih vsaj štirideset let ne kosijo več. Združba gorskega silja (Laserpitium siler) in julijskega glavinca (Centaurea haynaldii subsp. julica), rastišče močvirskega mečka (Gladiolus palustris). Foto: Igor Dakskobler.

zbuja celo odpor. Tudi botanični vrtovi težijo za tem, da s svojimi travnatimi površinami ravnajo tako, da se na njih ohranja čim več vrst. Najemajo pa tudi parcele v naravi, na katerih gospodarijo s pozno košnjo. Tako omogočajo rast in cvetenje velikega števila vrst. Tudi Ljubljanski botanični vrt ima tak najeti travnik v Rojah pri Ljubljani in njegova vrstna pisanost je osupljiva, čeprav na njem skoraj gotovo ne raste redka poletna škrbica (*Spiranthes aestivalis*), kot (najbrž pomotoma, lapsus) piše v knjigi na strani 90, temveč bolj verjetno njena sorodnica zavita škrbica (*Spiranthes spiralis*). Priporočajo tudi ekoturizem, organizirano vodenje manjših skupin na izbrane zanimive travnike.

V poglavju o ogroženosti travnikov in nekaterih travniških vrst kot glavna dejavnika zanjo navajajo zgodnjo košnjo in pretirano gnojenje travniških površin. Nekoč so kmetje počakali, da so trave lahko dozorele.

Pobud za oživljanje tradicionalne košnje je veliko doma in drugod. Med vzroki za izginjanje značilnih ali redkih travniških vrst navajajo poleg spremenjenega načina gospodarjenja tudi neustrezno pašo in zaraščanje površin, torej opuščanje košnje.

Med ogroženimi travniškimi vrstami posebej obravnavajo močvirsko logarico (*Fritillaria meleagris*), gorski narcis / bedenico / ključavnico (*Narcissus poeticus* subsp. *radiifolius*), močvirski in ilirski meček (*Gladiolus palustris*, *G. illyricus*), velecvetni dimek (*Crepis conyzifolia*), enocvetni svinjak (*Hypochaeris uniflora*), navadno arniko (*Arnica montana*), panonski svišč (*Gentiana pannonica*) in tudi alpsko možino (*Eryngium alpinum*). Sam slednje ne štejem za značilno travniško vrsto. Njen življenjski prostor je navadno tik pod zgornjo gozdno mejo ali tik nad njo, a na nekoliko vlažnih in pogosto tudi kamnitih rastiščih. To je značilna



*Zaraščajoče se travniške površine na Nanosu z bratinskim košutnikom (*Gentiana lutea* subsp. *symphyandra*). Zdaj na njih občasno pasejo, posledično je manjša vrstna raznolikost, a tudi upočasnjeno zaraščanje. Foto: Blanka Ravnjak.*

sukcesijska vrsta, značilna za združbe visokih steblik in na nekdanjih senožetih najbrž ni bila preveč pogosta, razen morda v bolj vlažnih žlebovih. Sprašujem se, ali alpska možina brez vpliva človeka, v tem primeru občasne paše, pod Poreznom res ne bo preživela (kot zapišejo avtorji na strani 114). Menim ravno obratno, da je paša na njenih rastiščih, četudi le občasna, zelo kočljiva in se je ne bi upal priporočati. Alpska možina je v zadnjih letih sama »splezala« iz kamnite globeli nad Zapoško grapo tudi na višje ležeča kamnita travišča z modriko, a le na tista, ki so z ograjo zavarovana pred živino. Morda jo res zaraščanje nekoliko ogroža, še posebej, ker ni več zim s snežnimi plazovi, a si ta rastlina zna sama poiskati prostor za preživetje. Enako je pod Črno prstjo, na Štukah, ko ji zdajšnje stanje, brez človekovih takih ali drugačnih vplivov (ni ne košnje in ne paše), in visoko steblikovje očitno

zelo ustrezajo. Med ogroženimi travniškimi vrstami bi lahko dodali tudi redko ilirsko zlatico (*Ranunculus illyricus*) (ker pač knjiga obravnava tudi kraške travnike in združbo nizkega šaša in skalnega glavinca) in posebnost gorskih senožeti, paradiževko (*Paradi-sea liliastrum*).

Morda imajo v tem prvem delu knjige nekoliko premajhno vlogo trave in šaši, po katerih navadno travniške združbe imenujemo. Saj so tu in tam omenjene, katera tudi s fotografijo, na primer peresasta bodalica (*Stipa eriocaulis*), ali vrste, ki so bile bolj primerne za konjsko pašo (trpežne trave): *Deschampsia cespitosa*, *Molinia arundinacea*, *Chrysopogon gryllus*, a mogoče bi morda nekaj stavkov bilo treba nameniti tudi pokončnim stoklasi (*Bromus erectus* s. lat. / *Bromopsis erecta*, *B. transsilvanica*), skalni gloti (*Brachypodium rupestre*), navadni migalici (*Briza media*), navadni smiljici (*Koeleria pyramida-*



Nekdanje senožeti pod Krnčico nad Drežniškimi Ravnami. Rastišča redke paradiževke (*Paradisaea liliastrum*). V dnu je del senožeti, ki jo še kosijo. Foto. Igor Dakskobler.

ta), navadni in trizobi oklasnici (*Danthonia alpina*, *D. decumbens*), nizkemu in gorskemu šašu (*Carex humilis*, *C. montana*), modriki (*Sesleria caerulea* = *S. albicans*), volku (*Nardus stricta*), nekaterim bilnicam (*Festuca rupicola*, *F. amethystina*, *F. rubra*, *F. nigrescens*), morda tudi rumenkastemu ovsencu (*Trisetum flavescens*) in visoki pahovki (*Arrhenatherum elatior*), saj so našteje vrste za botanično oznako senožeti zelo pomembne.

Skoraj polovico knjige je namenjeno opisu tradicionalne košnje (sečnje), poteku in primernemu času za opravilo vseh potrebnih del, vse od spomladanskega čiščenja in krčenja gozdnega roba do načinov sušenja in spravila sena, tudi o povezavi med prevažanjem sena in raznašanjem semen rastlin na daljše razdalje. Tega je bilo posebej veliko v prvi svetovni vojni, ko so seno za konje in mule v balah nabirali in pripravljali marsikje in so se na ta način nekatere rastlinske vrste

naselile v kraje, kjer jih prej verjetno ni bilo. Ob omembi bermudskega modrega mečka (*Sisyrinchium bermudiana*) in ognjice (*Telekia speciosa*), ki sta se širila na ta način, bi lahko dodali še gozdni mošnjak (*Thlaspi sylvestre*), ki še zdaj raste na s hranilih bogatih travnikih na Banjšicah in v Čepovanski dolini, in tudi znameniti travnik v Ukancu v Bohinju, kjer se je najbrž s senom za konje naselila prava submediteranska združba s precej v Alpah zelo redkimi rastlinami: *Dianthus sanguineus*, *Centaurea rupestris*, *Scorzonera villosa*, *Plantago holosteum*, *Plantago argentea* subsp. *liburnica*, *Campanula rapunculus*, *Knautia illyrica*, *Festuca valesiaca*, *Koeleria macrantha*.

V knjigi pišejo tudi o vseh potrebnih orodjih in pripravah, delanju kope, nalaganju bremen, o svislih in senikih, o spravilu sena v dolino. Ta del knjige je izrazito etnološki, pri čemer so uporabili številne domoznan-



Nad Rakitovcem so bile še pred leti zelo lepe travnate površine s peresasto bodalico (Stipa eriocalis) in mehkodlakavo jurjevino (Jurinea mollis). Zdaj se že zelo zaraščajo. Foto: Jože Bavcon.

ske in etnološke objave, tudi svoja lastna izkustva iz mladosti in pripovedi domačinov, s katerimi so prišli v stik pri terenskem delu. Dragoceni so opisi nekdanje košnje na Cerkljanskem in pod vrhovi v zahodnih Karavankah, a tudi v Poljanski dolini, na Krasu, Pohorju in drugod, opremljeni z dokumentarnimi fotografskimi posnetki iz različnih obdobj. Ko navajajo »bergle« s Šentviške planote, je koristno dopisati, da najbrž »berkle« ali »birkle«, s pomočjo katerih se dela »brema«, izvirajo iz zgornje Baške doline, poznajo pa jih tudi v delu Cerkljanskega in Selške doline. Ob popisovanju strmih cerkljanskih senožeti, podobno strme senožeti nad grapami Baške doline so večinoma že precej ali povsem zarasle, sem razmišljal, da moramo Graparji, kljub drugačnemu izvoru (priseljenci iz Pustriške doline), imeti precej cerkljanskih genov ali pač obratno (smo se zgodaj med seboj pomešali) – vsekakor so

si morali naši predniki, ne glede na izvor, privzgojiti nekatere gamsje sposobnosti. Sploh je drugi del knjige, ki vsebuje tudi poglavje o jedači in pijači pri košnji, o senožetih v slovenski literaturi (predvsem pri Janezu Jalnu in Ivanu Tavčarju, a tudi pri Janezu Mencingerju in Joži Munih), o ljudskih pesmih, povezanih s košnjo, o šegah in navadah, o svetnikih in vremenskih pregovorih, povezanih s košnjo, o krajevnih in ledinskih imenih, na koncu tudi trojezični, narečni slovenski angleški slovar izrazov, povezanih s košnjo in pravilom sena, zelo zanimiv in poučen, najbrž tudi za etnologe in domoznance.

Mnogo zapisanega je šlo v pozabo ali muzeje, ko so začeli ročno košnjo opuščati in dostopnejše travnik z dodajanjem gnojil kositi dvakrat in večkrat. Morda še bolj usodno je bilo baliranje krme v plastične bale. Nekdanja košnja ostaja samo še v spominih



Labinjske lehe na Cerkljanskem. Strma senožet z nizkim šašem (Carex humilis) in navadno oklasnico (Danthonia alpina), ob robu zaraščanje z gorskim jelenovcem (Laserpitium siler), lesko in smreko. Foto: Igor Dakskobler.

starejših ljudi. Nekaj starih znanj in običajev se je gotovo še ohranilo in vsaj na Cerkljanskem, a tudi v sosednjih dolinah, se še najdejo dobri kosci, večji tudi klepanja kos in delanja kope.

Moja splošna ocena je, da je knjiga odlična, lepo urejena in lično opremljena z veliko fotografijami, dvojezična, angleško besedilo teče vzporedno s slovenskim. Avtorji so nedvomno vanjo vložili veliko svojega znanja, pridobljenega z dolgoletnim terenskim delom. Veliko ga je vsebovanega že v njihovih prejšnjih objavah, kar velja še posebej za prvega avtorja, Jožeta Bavcona. V besedilu se pozna njihova vseživljenjska povezanost z naravo, zemljo in kmečkim delom, nenazadnje ljubezen do rastlin, travnikov in senožeti. Knjiga zasluži veliko pozornosti, tudi razmislek, kaj lahko kot družba storimo, da naše senožeti vsaj deloma še ohranimo. Ali lahko sedanjim kmetom, ki svoje družine

preživljajo s kmečkim delom, ponudimo rešitve, ki bi ob sodobnem načinu pridobivanja krme dopuščale ali celo spodbujale tudi tradicionalno košnjo na tistih senožetih in s hranili revnih travnikov, ki jih še imamo, da jih ohranimo tudi zanamcem. Zagotovo bosta mlad gospodar gorske kmetije ali kmetijski strokovnjak, živinorejec, brala to knjigo drugače, kot sem jo sam, morda ob zapisanem tudi kdaj vzkliknila ali protestirala, a lahko v njej našla tudi spodbudo in izziv. V knjigi je zapisano in tudi moja izkušnja je taka, da je marsikateri kmet na svoje pisane senožeti ponosen. Zato so sporazumne rešitve, ki bodo v skupno korist, zagotovo mogoče.

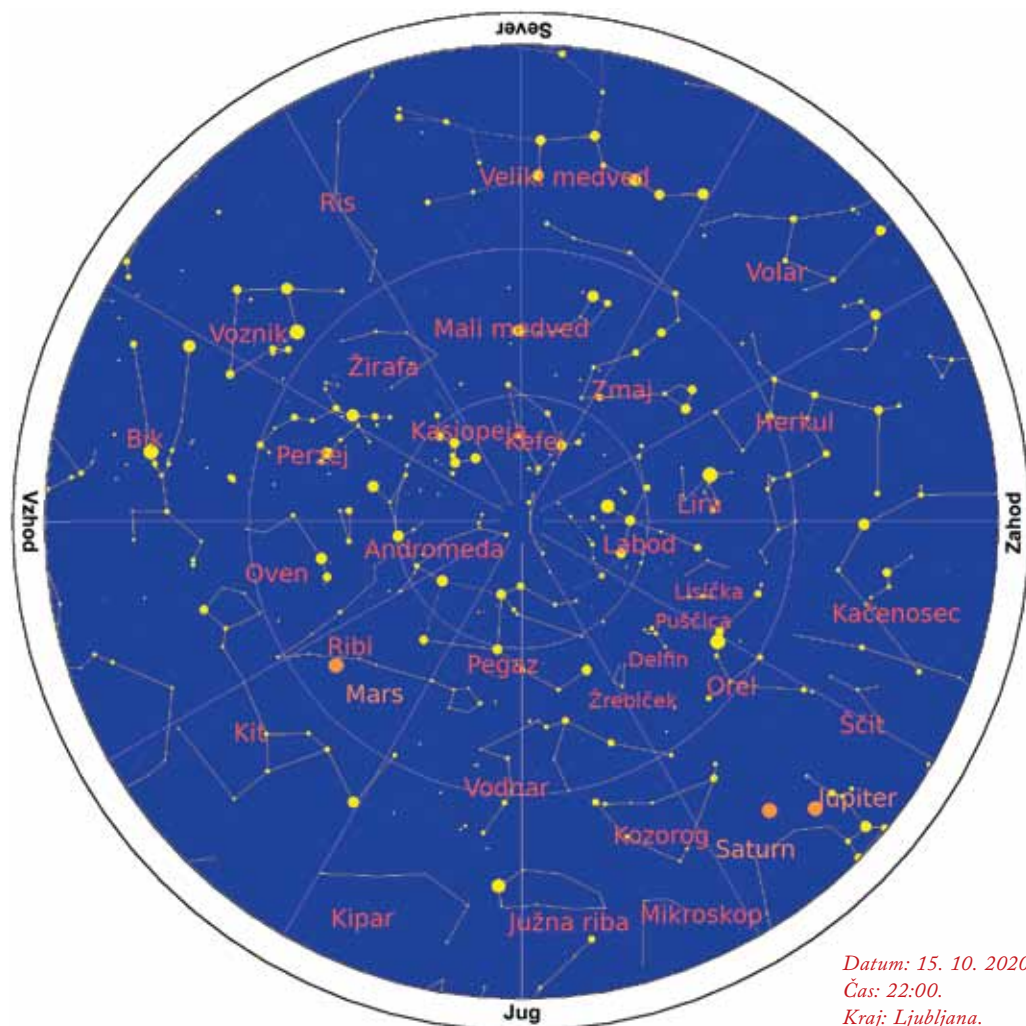
Cerera in podzemni ocean

Mirko Kokole

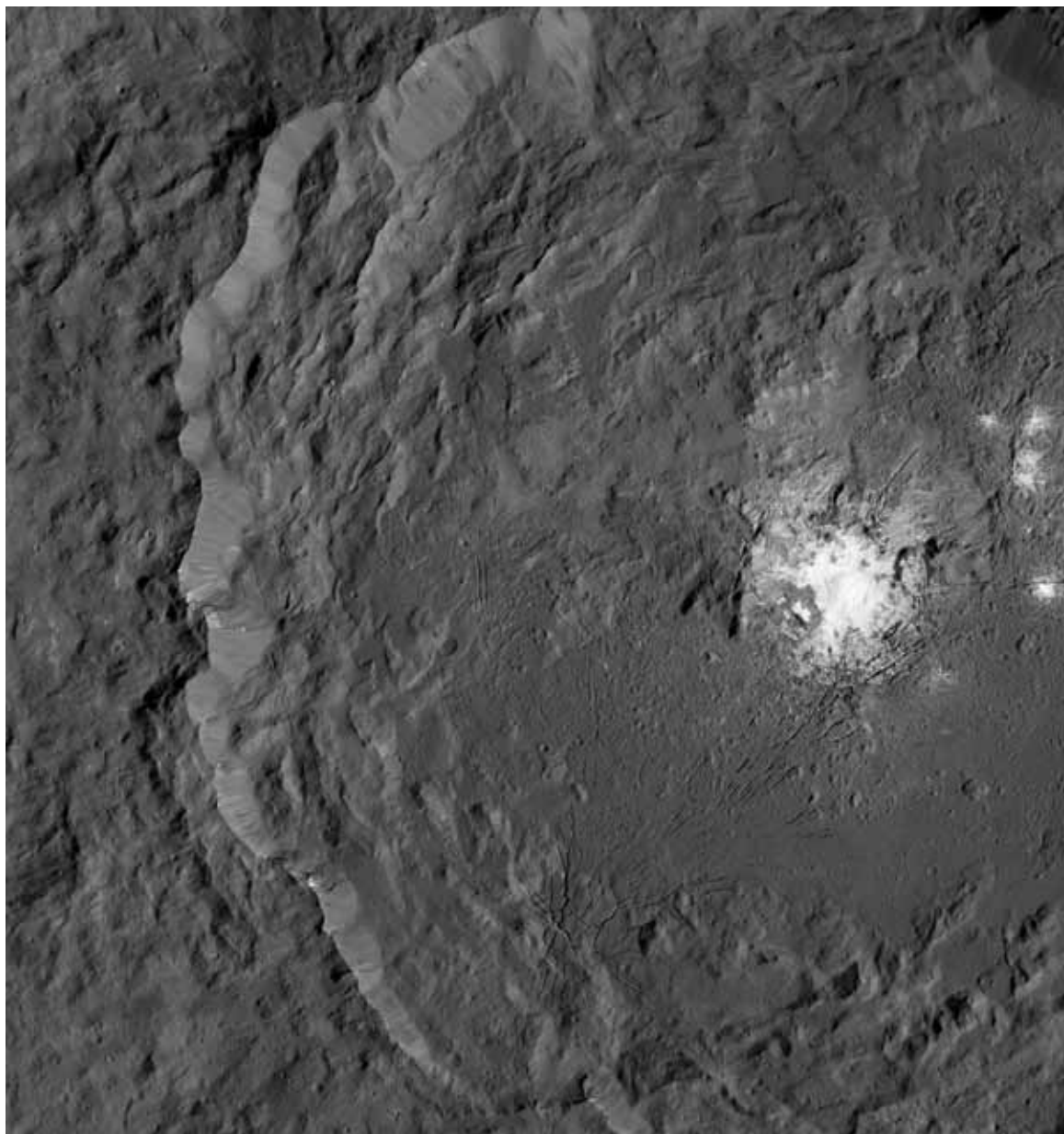
Da astronomi podatke, ki jih pridobijo iz vesoljskih sond, obdelujejo še mnogo let potem, ko sonde niso več aktivne, smo že vajeni in vesoljska sonda Dawn (Zora) ni izjema. Sonda Dawn je Cerero (Ceres) obiskala leta 2015 in se utirila v orbito okoli nje. Pritlikavi planet je opazovala vse do 1. novembra leta 2018, ko ji je zmanjkalo go-

riva. Od takrat naprej nenadzorovano kroži okoli njega. Sonda Dawn je prinesla mnoga nova odkritja in spremenila naše razumevanje manjših objektov našega Osončja.

Cerero je leta 1801 odkril Giuseppe Piazzi in jo sedaj uvrščamo med pritlikave planete. Ker je Cerera razmeroma veliko nebe-



Datum: 15. 10. 2020.
 Čas: 22:00.
 Kraj: Ljubljana.



sno telo, so jo v zgodovini uvrščali najprej med planete in kasneje med asteroide. Med pritlikave planete so jo uvrstili šele nedavno. Od Sonca je oddaljena 2,7-krat več kot Zemlja, obkroži pa ga v približno 4,7 leta. Kljub temu, da je njen premer le 952 kilometrov, je največji objekt v asteroidnem pasu. Masa Cerere je približno 78-krat manj-

ša od mase naše Lune in znaša okoli $9,4 \times 10^{20}$ kilogramov. Njena gostota je presenetljiva, le 2,0 gramov na kubični centimeter, kar pomeni, da precejšen delež njene sestave, približno 25 odstotkov, predstavlja vodni led.

Že ko je sonda Dawn poslala prve slike površja Cerere, je bilo jasno, da o tem ne-



Posnetek kraterja Occator, ki ga je posnela sonda Dawn (Zora). Na njej vidimo svetle lise, ki so posledica kriovulkanizma. Na Cereri so namreč bili dejavni vulkani, ki bruhajo namesto lave slano vodo, ki nato takoj zamrzne. Nedavno so astronomi tudi ugotovili, da je pod tem kraterjem velik rezervoar tekoče vode. Sklepajo pa celo, da je pod Cererinim površjem še danes velik ocean tekoče vode. Foto: NASA / JPL-Caltech / UCLA / Max Planck Institute for Solar System Studies / German Aerospace Center / IDA / Planetary Science Institute.

ski izbruhi, le da vulkani niso bruhali lave, ampak slano vodo. Na nedavno aktivnost so sklepali po odkritju hidriranega natrijevega klorida, ki je na Cererinem površju nestabilen, kar pomeni, da je na površje prišel nedavno.

Najnovejša dognanja, ki so jih astronomi objavili letos poleti in so osnovana na podatkih o težnosti Cerere, so prinesli še bolj presenetljivo odkritje. Meritve težnosti oziroma lokalnih sprememb težnostnega pospeška izvajajo tako, da pogledajo, kako se orbita sonde spreminja gleda na predvideno pot. To nam nekaj pove o lokalnih masnih spremembah, iz tega pa lahko sklepamo o notranji sestavi objekta.

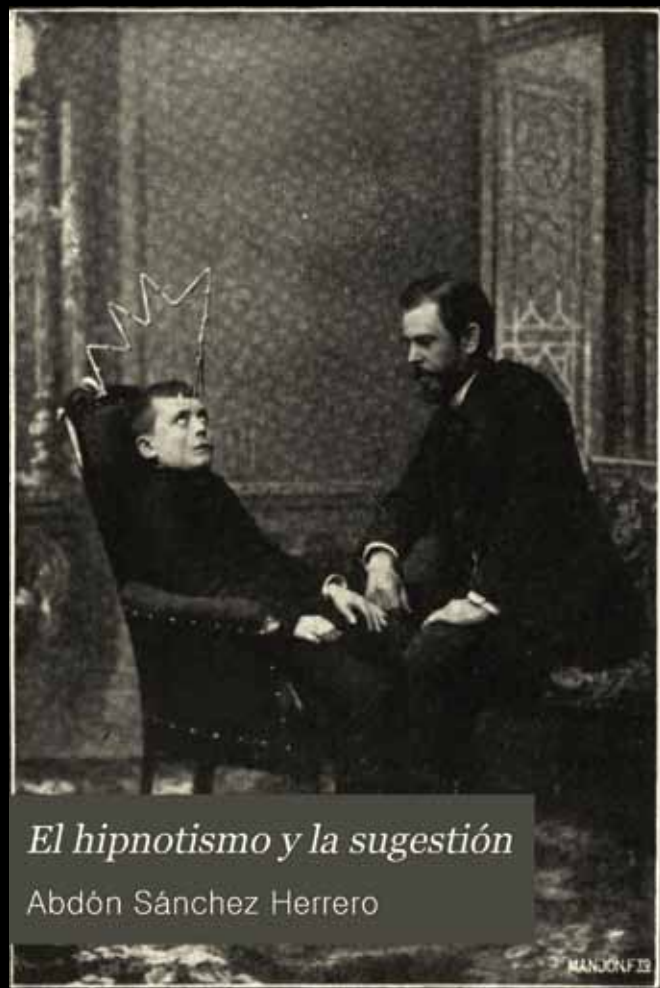
Vse kaže, da je pod Cererinim površjem verjetno še vedno tekoči ocean slane vode. To je dokaj presenetljivo, saj bi pričakovali, da bo vsa voda na tako majhnem objektu zaradi zelo nizkih temperatur že zdavnaj zamrznila. Kaj ocean ohranja v tekočem stanju, še ni popolnoma jasno. Verjetno gre za kombinacijo gretja zaradi radioaktivnih razpadov elementov v kamninah ter mešanice močno slane vode in verjetno amonijevih spojin, ki močno znižujejo ledišče. Tekoči ocean dela Cerero še mnogo bolj zanimivo za nadaljnja opazovanja, saj nekako predstavlja zadnjo življenjsko fazo vodnega planeta. Ali v tem oceanu obstaja možnost življenja, je sedaj še popolna uganka, ki jo bodo astronomi raziskovali s prihodnjimi sondami.

besnem objektu še ne vemo vsega. Hitro je postalo tudi jasno, da je imela Cerera zelo zanimivo geološko zgodovino. Posnetki njene površja so namreč pokazali, da je bila Cerera še nedavno geološko dejavna. Na njenem površju vidimo strukture, bele zaplate, ki so značilne za kriovulkanizem. To pomeni, da so na Cereri nastajali vulkan-

V naslednji številki Proteusa

Medicinska hipnoza – zdravljenje z besedo

Maks Tušak



Zdravnik Abdón Sánchez Herrero izvaja hitro fiksacijsko tehniko indukcije hipnoze.

Vir: Herrero, A. S. (1891). El hipnotismo y la sugestión.

Valladolid: Establecimiento Tipográfico de Hijos de J. Pastor.

ISSN 0033-1805



9 770033 180000