

PROTEUS

april 2015, 8/77. letnik
cena v redni prodaji 5,00 EUR
naročniki 4,20 EUR
upokojenci 3,50 EUR
dijaki in študenti 3,00 EUR
www.proteus.si



mesečnik za poljudno naravoslovje

ANDREAE VESALII
BRUXELLENSIS, INVI-
ctissimi CAROLI V. Imperatoris
medici, de Humani corporis
fabrica Libri septem.

Ad Coll. Soc. Sci. Lib. Pr. 1647.

Medicina

Ko mrtvi žive uče – anatomija skozi čas
Ob 500-letnici rojstva začetnika znanstvene
anatomije Andreasa Vesaliusa (1514–1564)

Biologija

Ultravijolično sevanje –
pomemben dejavnik v življenju rastlin

Ekologija

Golobu selcu v spomin, človeku v opomin



BASILEAE, PER IOANNEM OPORINUM





■ stran 342

Medicina

Ko mrtvi žive uče – anatomija skozi čas

Ob 500-letnici rojstva začetnika znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa (1514–1564)

Zvonka Zupanič Slavc

Anatomija je znanstvena disciplina, ki se ukvarja s strukturo in organizacijo organizmov. Izraz izvira iz starogrške besede *anatomé* in pomeni *razrezati*, anatomsko raziskovalna metoda pa se imenuje *seciranje*. Začetnik znanstvene anatomije je bil Andreas Vesalius (1514–1564). Rodil se je v Bruslju. Študij medicine je začel v Leuvnu (Louvain) in ga leta 1533 nadaljeval v Parizu. Zaradi izbruha vojne se je Vesalius prešolal in leta 1537 študij medicine sklenil v Padovi. Zaradi velike nadarjenosti za anatomijo je bil imenovan za profesorja kirurgije na padovski univerzi. Ne ve se natančno, kdaj je Vesalius prvič spoznal, da Galenova anatomija ne temelji na humani sekciji. Po tem spoznanju, ki je v njem dozorelo najverjetneje v letu 1540, je Vesalius začel *sistematično primerjati vse Galenove trditve* z rezultati svojih sekcij. Pri nadaljnem delu Vesalius ni več upošteval Galenovih spoznanj, temveč je sledil svojim, kar je v reakcionarnih krogih povzročilo mnogo nejevolje. Avgusta leta 1542 je končal svoje veliko delo in ga pripravil za natis v sedmih knjigah z naslovom *De humani corporis fabrica libri septem* (*O zgradbi človeškega telesa v sedmih knjigah*). Pripravil je tudi povzetek oziroma *Epitome*, namenjen širšemu krogu bralcev, ki je izšel tudi v nemškem prevodu. Delo je dal natisniti v švicarskem Baslu. Junija leta 1543 je bilo njegovo osrednje delo *Fabrica* natisnjeno v latinskem jeziku. Vesaliusovo delo je pomenilo revolucionarni prispevek k anatomiji 16. stoletja. V *Galenovi anatomiji* je naredil okoli dvesto *popravljkov* in ji s tem zadal hud udarec. Njegovo delo je premaknilo medicino od sholastičnega prebiranja del starih avtorjev k preučevanju in znanstveno-raziskovalnemu delu. Njegova *Fabrica* je ostala anatomski učbenik še nadaljnjih dvesto let.



353



365



371

- 340 Uvodnik
Tomaž Sajovic
- 342 Medicina
Ko mrtvi žive uče – anatomija skozi čas
Ob 500-letnici rojstva začetnika
znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa
(1514–1564)
Zvonka Zupanič Slavec
- 353 Geologija
Geološki sprehod po severozahodni
Sardiniji
Matija Križnar
- 360 Fizika
Interferenca in uklon
Janez Strnad
- 365 Biologija
Ultravijolično sevanje – pomemben
dejavnik v življenju rastlin
Alenka Gaberščik, Alan Jones, Marcel Jansen
- 371 Ekologija
Golobu selcu v spomin, človeku v opomin
Tom Turk
- 375 V spomin slovenskih naravoslovk in naravoslovcev
Spominska plošča dr. Angeli Piskernik v
Železni Kapli
Nada Praprotnik
- 377 Nova knjiga
Branko Dolinar: *Kukavičevke v Sloveniji*
Tinka Bačič
- 379 Naše nebo
Poletno nočno nebo
Mirko Kokole
- 381 Odmevi
- 381 Table of Contents
- 383 Društvene vesti
Razpis tekmovanja iz znanja biologije
za Proteusovo priznanje v šolskem letu
2015/2016



Naslovnica:

Jan Stephan van Calcar: anatomsko gledališče v Vesaliusovi knjigi *De humani corporis fabrica libri septem, 1555.*

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 Slavc

dr. Petra Draškovič

Lektor: dr. Tomaž Sajovic

Oblikovanje: Eda Pavletič

Angleški prevod: Andreja Šalamon Verbič

Priprava slikovnega gradiva: Marjan Richter

Tisk: Trajanus d.o.o.

Svet revije Proteus:

prof. dr. Nina Gunde – Cimerman

prof. dr. Lučka Kajfež – Bogataj

prof. dr. Tamara Lah – Turnšek

prof. dr. Tomaž Pisanski

doc. dr. Peter Skoberne

prof. dr. Kazimir Tarman

Proteus izdaja Prirodoslovno društvo Slovenije. Na leto izide 10 števil, letnik ima 480 strani. Naklada: 2.500 izvodov.

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

Cena posamezne številke v prosti prodaji je 5,00 EUR, za naročnike 4,20 EUR, za upokojence 3,50 EUR, za dijake in študente 3,00 EUR.

Celoletna naročnina je 42,00 EUR, za upokojence 35,00 EUR, za študente 30,00 EUR. 9,5 % DDV in poštnina sta vključena v ceno.

Poslovni račun: SI56 0201 0001 5830 269, davčna številka: 18379222. Proteus sofinancira: Agencija RS za raziskovalno dejavnost.

<http://www.proteus.si>

prirodoslovno.drustvo@gmail.com

© Prirodoslovno društvo Slovenije, 2015.

Vse pravice pridržane.

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

Uvodnik

V zadnjih dveh uvodnikih sem razmišljal o problematičnosti novoveškega »brezmadežnega« razumevanja »kulture in umetnosti«. Sociolog, literarni teoretik in politični aktivist Rastko Močnik (1944-) je v besedilu *Prelomne umetnostne prakse*, ki je izšlo v njegovi knjigi *Veselje v gledanju* (2007), to razumevanje opisal s sledečimi besedami: »Estetika nam danes pomeni *distanco*, *nezainteresiranost*, kultura *pozabo*, nemara celo *hipokritsko ignoranco* lastnih pogojev možnosti in učinkov.« Oziroma natančneje in bolj razumljivo – ta ideologija »kulturo in umetnost' umeva, doživlja na tradicionalni novoveški, moderni, to je, kapitalistični način – kot nekaj, kar se je *odtrgalo* od svoje lastne družbenosti, kar *noče vedeti* za svojo zgodovinskost, kar se vzpostavlja skoz *hinavsko nevednost* o svoji lastni družbeno-zgodovinski vpetosti in učinkovitosti«. Nazorni zgled te ideologije je »izbira« verza, ki naj bi »krasile načrtovani *Spomenik žrtvam vseh vojn*, sicer delo arhitekturnega ateljeja Medprostor, na Kongresnem trgu v Ljubljani ob stavbi Kazine na novo zgrajenem Južnem trgu: *Domovina je ena, nam vsem*

dodeljena, in eno življenje in ena smrt. Verz je napisal Oton Župančič (1878–1949) in je očitno »iztrgan« iz nekega pesniškega besedila, ki ga je pesnik ustvaril v *nekih drugih časih* in z *nekim drugim namenom*. Vprašanje je preprosto: »Iz katerega besedila je 'iztrgani' verz?« Odgovor najdemo, če se sprehodimo do približno tristo metrov oddaljenega Trga narodnih herojev, ki se razteza na prostoru med stavbo Državnega zbora Republike Slovenije in stavbo Narodnega muzeja. V parku pod drevesi bomo zagledali leta 1949 postavljeno grobnico narodnih herojev, ki so padli v narodnoosvobodilnem boju, na njej pa prebrali sledeče verze Otona Župančiča:

»Domovina je ena nam vsem dodeljena, in eno življenje in ena smrt.

Svobodi udani za borbo smo zbrani, in kaj je življenje in kaj je smrt?

Bodočnost je vera, kdor zanjo umira, se vzdigne v življenje, ko pade v smrt.«

Verz z načrtovanega *Spomenika žrtvam vseh vojn*, katerega prikriti »namen« je, da bi bil *spomenik sprave*

med tistimi, ki so se v drugi svetovni vojni pri nas borili proti nacizmu in fašizmu, in tistimi, ki so ju podpirali, je torej – kot vidimo – »iztrgan« iz Župančičevega nagrobnega napisa, posvečenega narodnim herojem, padlim v narodnoosvobodilnem boju. Pri tem je treba posebej poudariti, da je bil epitaf napisan iz *prepričanja*. Oton Župančič je namreč med vojno dejavno podpiral Osvobodilno fronto, po koncu vojne pa sodeloval v javnem in političnem življenju ter bil tudi poslanec ljudske skupščine (toplo priporočam v branje sijajno knjigo Miklavža Komelja *Kako misliti partizansko umetnost?*, 2009).

»Presajanje« Župančičevega verza iz idejnega okvirja *boja za osvoboditev domovine izpod fašizma in nacizma* v idejno na videz skoraj popolnoma »izpraznjeno« okvir *Spomenika žrtvam vseh vojn* je prvovrstno politično in ideološko dejanje *pozabljanja zgodovine in njenih družbenih bojev*, kar se lepo prilaga »duhu časa«.

Ideološki postopek je zelo poučen. Verz *Domovina je ena nam vsem dodeljena, in eno življenje in ena smrt* uvaja Župančičev nagrobni napis na grobnici narodnih herojev in se preveden v »običajni«, bolj »razumljivi« jezik glasi: »Vsem nam je dodeljena ena domovina in eno življenje in ena smrt.« Župančič je z njim opredelil izhodiščni bivanjski položaj v svetu, v katerega je človek *brez svoje volje* – z besedami francoskega eksistencialističnega filozofa Jeana-Paula Sartre (1905-1980) – »vržen« ob svojem rojstvu. Toda izhodiščni bivanjski položaj je *samo okvir*, v katerega mora človek šele vpeti platno in nanj ustvariti svoj »avtoportret«. Sartre je to človekovo usodo izrazil v predavanju *Eksistencializem je humanizem* (1946): »Človek je obsojen na to, da je v svoboden. [...] Od trenutka, ko je človek vržen v svet, je [zato] odgovoren za vse, kar počne.« Človekova odgovornost je na največji preizkušnji v skrajnih bivanjskih položajih. V takem položaju so se znašli Slovenci med drugo svetovno vojno, ko so jih okupatorji kot narod obsodili na smrt. Oboroženi boj za obstoj in preživetje slovenskega naroda, ki ga je organizirala in vodila Osvobodilna fronta, je zato pomenil najvišjo možno obliko *odgovornosti do življenja*.

Toda kaj sploh je človekovo življenje? Je to samo biološki oziroma fiziološki pojav, kot bi lahko sklepali iz precej trivialne trditve v prvem verz, da je *vsem nam dodeljena ena domovina, eno življenje in ena smrt*? Župančič se s takim pojmovanjem nikoli ni mogel sprijazniti, še posebej ne v napisu na grobnici narodnih herojev, kot tudi ni mogel pristati, da bi se izgubljal v prilehnosti golega propagandizma. Ker v napisu niti z besedico niso omenjeni narodni heroji, je očitno, da je Župančič medvojno herojstvo povzdignil tudi v človekovo splošno bivanjsko usodo v svetu. Drugi in tretji verz moramo zato brati kot

polemični obračun z biologističnim razumevanjem človeka in njegovega življenja. Človek za Župančiča ni (samo) *trpni* »biološki« posameznik, ampak je (predvsem) *dejavno in odgovorno* družbeno bitje. V družbenih bojih za svojo svobodo si človek *vedno znova in vedno na novo odgovarja* na temeljni bivanjski vprašanji, kaj je *življenje in kaj je smrt*. Za človeka življenje in smrt očitno nista samo biološka pojava, ampak imata globlji, celo paradoksen pomen, kar kaže sklepni verz: *Bodočnost je vera, kdor zanjo umira, se vzdigne v življenje, ko pade v smrt*. Njegovo sporočilo je podobno sporočilu besed iz Janezovega evangelija: *Če pšenično zrno ne pade v zemljo in ne umre, ostane samo; če pa umre, obrodi obilo sadu*. Literarni zgodovinar in teoretik Dušan Pirjevec (1921-1977) je v že davno pozabljenem besedilu *Kako je mogoče* (Problemi, 1970) Župančičevo univerzalno sporočilo dobro razumel: *V »življenje« se očitno ni mogoče »vzdigniti« drugače kakor ravno preko smrti*. Ker je človek smrtno in končno bitje, ker je človek samo na ozadju smrti, ima smrt zanj bistveni pomen. Pirjeveče besede povedo vse: »Neki Malrauxov junak pravi: 'Ne mislim na smrt, da bi umrl, marveč da bi živel.' Smrt, ki je nanjo treba misliti, da bi živeli, ni biološko fiziološki konec, ni postopno propadanje in staranje, ni zanikanje ali sredstvo za zanikanje življenja, marveč je tista smrt, ki nas določa v to, da *smo* in da *smo* ljudje.«

Ustvarjalci načrtovanega *Spomenika žrtvam vseh vojn* so zadnja dva Župančičeva verza z grobnice narodnih herojev prepustili »pozabi«, nanj pa bi – barbarsko iztrganega iz svojega globoko človeškega in z bojem Slovencev in človeka nasploh za svojo svobodo osmišljenega okolja – vklesali le prvega: *Domovina je ena nam vsem dodeljena, in eno življenje in ena smrt*. Sporočilo je depresivno. Domovina je zdaj samo »zemljepisni« pojem, življenje in smrt pa sta »ponižana« le na svojo biološkost. Človek tako izgublja svoje bistvo: ni več družbeno bitje oziroma »skupek družbenih razmerij«, kar je trdil Karl Marx v svoji šesti tezi o Feuerbachu. Ob spomeniku se bomo zato lahko »spominjali« samo še *pozabe* zgodovine in njenih družbenih bojev.

Znanstveniki niso pri tem nobena izjema, *pozabljajo* namreč na družbene učinke svojih dognanj. Poučen primer so gensko spremenjene poljščine, ki »same po sebi«, (verjetno) res niso nevarne, je pa nevarno njihovo gojenje, ki mora prinašati dobičke zasebnim multinacionalkam. Posledice so razlašanje domorodcev, uničevanje tradicionalnih kultur, uničevanje gozdov ... Znanstveniki bi se morali zavedati, da raziskovanja v laboratoriju ni mogoče ločiti od uporabe ali pa zlorabe znanstvenih dognanj. Odgovornosti namreč ni mogoče deliti ...

Tomaž Savojic

Ko mrtvi žive uče – anatomija skozi čas

Ob 500-letnici rojstva začetnika znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa (1514–1564)

Zvonka Zupanič Slavc

Človekovo telo – predmet občudovanja, čaščenja in radovednosti

Človekovo telo in truplo sta bila od nekdanj predmet *občudovanja, čaščenja in radovednosti*. Že prazgodovinski pokopi kažejo na to, da so posmrtnemu bivanju namenjali veliko pozornosti. Stare civilizacije, kot je bila na primer egipčanska, so verjele v fizično posmrtno življenje in nanj skrbno pripravile tako dušo kot telo. Dovršeni staroveški postopki *balzamiranja, razkošne posmrtno maske in sarkofagi, grobnice in nekropole* z bogatimi grobnimi pridatki ter številni drugi *rituali* in postopki, povezani s *posmrtnim bivanjem*, pričajo o velikem pomenu, ki so ga pripisovali telesu oziroma njegovim posmrtnim ostankom.

Temu se kljub vsesplošnemu prepričanju, da je telo le posoda duše – bistva človeka -, ni odrekla niti srednjeveška krščanska civilizacija, znotraj katere je bil močno razširjen *kult relikvij* oziroma čaščenja posmrtnih telesnih in drugih ostankov svetnikov. Romarji, cerkveni dostojanstveniki in vladarji so zavzeto iskali predmete in telesne dele, povezane s posameznimi mučeniki in svetniki, ki so jih v razkošnih relikviarjih hranili v cerkvah, samostanih in palačah. Poleg najbolj slavnih relikvij, kot so torinski prt, Marijina tunika in Kristusov križ, so se med predmeti čaščenja znašli tudi glava Janeza Krstnika, stegnenica svetega Fortunata ter na stotine različnih *telesnih delov in kosti*, ki so domnevno pripadali svetnikom. *Katakombam*, v katerih so bili že od prazgodovine hranjeni posmrtni ostanki, so se kot poseben prostor za shranjevanje človeških ostankov pridružile tudi skrbno urejene *kostnice* (osariji), pri katerih so namesto klasičnih izraznih medijev in materialov za izdelavo opreme in okrasja uporabljene

kar človeške kosti oziroma deli človekovega telesa. Mnoge med njimi veljajo za prava umetniška dela.

Človekova želja po nesmrtnosti se je odrazila v številnih oblikah verovanja v posmrtno življenje duše in telesa ter s tem povezanimi rituali, ki so prisotni tudi v današnjih dneh. Želja po zdravju, lepoti, mladosti in večnosti se je materializirala v raziskovanju in ohranjanju telesa za tuzemsko, pa tudi za posmrtno življenje. Vsa ta stremjenja in z njimi povezana človeška radovednost pa so že od prazgodovine posredno omogočala natančnejši vpogled v sicer mnogokrat nedotakljivo človeško telo in podrobnosti njegove sestave, ob čemer so se pisale tudi prve strani anatomske znanosti.

Anatomija kot znanost

Anatomija je znanstvena disciplina, ki se ukvarja s strukturo in organizacijo organizmov. Izraz izvira iz starogrške besede *anatomé* in pomeni *razrezati*, anatomska raziskovalna metoda pa se imenuje *seciranje*. Iz *stare Grčije* izvirajo tudi terminologija, metodologija in praktični pristopi, ki se v anatomiji večinoma uporabljajo še danes. Beseda anatomija se za vedo o zgradbi človeškega telesa uporablja že več kot dva tisoč let, vse odkar je aleksandrijski anatom *Herofil* (335–260 pred našim štetjem) objavil svoja dognanja z naslovom *Anatomika*.

Renesančna anatomija

V poznem srednjem veku se je pričel počasen zaton fevdalnega sistema. Okrepila se je vloga meščanstva in prišlo je do rušenja srednjeveških avtoritet. Znanstveniki so ponovno začeli iskati navdih v antiki in postopoma sta se začeli razvijati renesančna znanost in umetnost. Tudi v medicini je

po dolgem znanstvenem zatišju zavel svež veter. Zdravniki so pričeli opuščati tisočletno galensko in arabsko medicino, ki ju je podpirala katoliška cerkev. V luči novih idej je bilo vedno manj prostora za mistično in spekulativno medicino, alkimijo in astrologijo, zaradi katerih je toliko časa veljalo prepričanje, da na zdravje bistveno vpliva ravnovesje telesnih tekočin (humoralna teorija) oziroma »temperamentov«, na diagnosticiranje in zdravljenje pa zodiakalni vplivi. Gutenbergov izum tiska ter posledično širjenje knjig, z njimi pa pismenosti in znanosti, odkritje Novega sveta ter z njim povezan pojav novih bolezni in zdravil, odkritje smodnika, s tem pa pojav drugačnih bojnih poškodb, ter drugi vplivi so zbudili medicino iz srednjeveškega dremeža. Preporod se je nezadržno širil, najprej v Italiji 14. in 15. stoletja, nato tudi drugod po Evropi. Fevdalizem in Cerkev sta se družno branila pred novostmi, toda toka sprememb nista mogla ustaviti. Tako je renesančna luč prinesla nova znanstvena spoznanja med temeljne medicinske vede - anatomijo, histologijo, fiziologijo in patologijo. Renesančni čas pa je prinesel tudi novo estetiko človekovega telesa, kar je umetnike primoralo, da so se začeli intenzivneje ukvarjati z anatomijo.

Začetki

Anatomi druge polovice 15. stoletja so bili večinoma še pod vplivom srednjeveške anatomije. Znanstveniki, večinoma zdravniki, kot so bili *Marcantonio della Torre* (1481–1511), *Jacopo Berengario da Carpi* (1470–1530), *Alessandro Achillini* (1463–1512), *Alessandro Benedetti* (1450?–1512), *Johann Winther von Andernach* (1478–1574) in *Jacques Dubois Sylvius* (1478–1555), so še vedno delovali v okviru Galenovih dogmatskih načel. Na redkih sekcijah, ki so jih izvajali, so predvsem želeli potrjevati pravilnost Galenovih anatomskih spoznanj, ki pa so večinoma izvirala iz sekcij prašičev. Čeprav so naleteli na odstopanja in razlike, so jih pojasnjevali kot nefiziološke oziroma

patološke. Prav svetoskrunsko se je bilo upreti Galenovim avtoriteti ter arabskim medicinskim veličinam, kot sta bila Razes in Avicenna. A kljub temu so se porajala nova spoznanja. Profesorja anatomije Da Carpi iz Bologne in Dubois iz Pariza sta prišla do novih izsledkov, vendar nista bila naklonjena spreminjanju dogem. Prva sta opisala slepič, priželjc in zagozdnico (sfenoidalno lobanjsko kost). Izvrstno sta opisala tudi hrbtenico z vsemi podrobnostmi ter ledvice, srčne zaklopke in hrustanca grla. Venske zaklopke, katerih odkritje je kasneje vodilo k Harveyjevemu revolucionarnemu odkritju krvnega obtoka (1628), je sicer raziskoval že Da Carpi, a ni razumel njihovega namena. Dojel ga je šele *Hieronymus Fabricius ab Aquapendente* (1537–1619).

Kljub tem zelo pomembnim odkritjem pa na čelu nadaljnega razvoja zgodnje novo-veške anatomije stojita dve avtoriteti: starejši *Leonardo da Vinci* (1452–1519), pionir umetniške anatomije, in pol stoletja mlajši *Andreas Vesalius* (1514–1564), začetnik znanstvene anatomije.

Da Vinci in *Marcantonio della Torre* sta domnevno skupaj pripravljala izdajo obsežne teoretične razprave o anatomiji. Leta 1512 je Della Torre umrl v epidemiji kužne bolezni, zato je izdaja knjige zastala vse do leta 1580, ko je v skrajšani izdaji z naslovom *Trattato della pittura* (*Traktat o slikarstvu*) vendarle ugledala luč sveta. Slikarjem je knjiga prinesla številne dragocene napotke in zlata pravila za upodabljanje človeške figure, vendar atomska spoznanja, ki jih je prav tako vsebovala, niso neposredno vplivala na zgodnjerenesančno anatomijo. Ponovno so jih morali odkriti šele poznorenesančni anatomi. Na prizorišče znanstvenega razvoja anatomije pa je medtem že stopil osrednji reformator renesančne medicine, mladi flamski zdravnik *Andreas Vesalius* (1514–1564).

Andreas Vesalius in začetek znanstvene anatomije

Andreas Vesalius (1514–1564) se je rodil sinu dvornega farmacevta v Bruslju in se zgodaj odločil za zdravniški poklic. Že v šolskih letih se je loteval anatomskih raziskovanj malih živali. Študij medicine je začel v Leuvnu (Louvain) in ga leta 1533 nadaljeval v Parizu. Tam je bil njegov učitelj anatomije Jacques Dubois Sylvius (1478–1555), nad katerim pa je bil Andreas razočaran. Pri tretji javni sekciji, ki ji je prisostvoval kot študent, je dobil priložnost, da prikaže svoje znanje, naslednjo sekcijo pa je opravil že sam. Leta 1536 je njegov učitelj izdal učbenik, v katerem ga je že opisal kot spretnega anatoma. Zaradi izbruha vojne se je Vesalius prešolal in leta 1537 študij medicine sklenil v Padovi. Zaradi velike nadarjenosti za anatomijo je bil kmalu po promociji imenovan za profesorja kirurgije na padovski univerzi in s tem prevzel anatomsko predavanja. Tako je triindvajsetletni mladenič, ki je v sebi nosil mladostno drznost in voljo do sekcije, prevzel raziskovalno delo na področju anatomije človeškega telesa. Sledilo je petletno naporno raziskovalno in predavateljsko delo. Seciral je veliko trupel, ki jih ni več primanjkovalo, in raziskoval predvsem potek žil in živcev. Ne ve se natančno, kdaj je Vesalius prvič spoznal, da Galenova anatomija ne temelji na humani sekciji. Po tem spoznanju, ki je v njem dozorelo najverjetneje v letu 1540, je Vesalius začel *sistematično primerjati vse Galenove trditve* z rezultati svojih sekcij. Istega leta je imel v Bologni tri javne sekcije, kjer je zavestno popravljal Galena. Med drugim je *popravljal naslednje Galenove trditve*:

Moški ima enajst parov reber, ženska pa dvanajst (napačno, oba imata 12 parov reber). V srcu so tudi kosti (napačno, pri govedu da, pri človeku ne).

Grodnica je sestavljena iz sedmih delov (napačno, ima tri dele).

Maternica ima od dve do sedem votlin (lahko pri živalih, pri človeku je samo ena votlina).

Spodnja čeljustnica je zgrajena iz dveh delov (napačno, je v enem delu).

Pri nadaljnjem delu Vesalius ni več upošteval Galenovih spoznanj, temveč je sledil svojim, kar je v reakcionarnih krogih povzročilo mnogo nejevolje. S svojo osebnostjo je navdušil slikarja, Tizianovega učenca *Jana Stephana van Calcarja* (1499–1546), ki je zanj začel risati anatomske študije. Calcar je pripravil tristo izjemnih lesorezov, ki še danes navdušujejo s svojo popolnostjo. Avgusta leta 1542 je končal svoje veliko delo in ga pripravil za natis v sedmih knjigah z naslovom *De humani corporis fabrica libri septem* (*O zgradbi človeškega telesa v sedmih knjigah*). Pripravil je tudi povzetek oziroma *Epitome*, namenjen širšemu krogu bralcev, ki je izšel tudi v nemškem prevodu. Delo je dal natisniti v švicarskem Baslu, baselski univerzi pa je poklonil tudi enega od svojih preparatov, celoten človeški skelet. Junija leta 1543 je bilo njegovo osrednje delo, ki so ga v znanstvenih krogih na kratko poimenovali kar *Fabrica*, natisnjeno v latinskem jeziku.

Vesaliusovo delo je pomenilo revolucionarni prispevek k anatomiji 16. stoletja. V *Galenovi anatomiji* je naredil okoli dvesto *popravkov* in ji s tem zadal hud udarec. Čas za sprejemanje sprememb pa je zorel počasi in Vesalius si je nakopal veliko srda, zaradi česar si je poiskal zatočišče na dvoru cesarja Karla V. in postal njegov osebni zdravnik. Ko se je cesar umaknil v samostan, je ostal v službi pri njegovem sinu Filipu II. Španškemu. Ne ve se natančno, ali ga je k romanju v Jeruzalem prisilila inkvizicija, vendar se od tam ni več vrnil. Po brodolomu in boleznih je umrl na grškem otoku Zakynthos.

Čeprav so tudi v Vesaliusovi anatomiji napake, ki so jih lahko odpravili šele njegovi nasledniki, je njegovo delo premaknilo medicino od sholastičnega prebiranja del starih avtorjev k preučevanju in znanstveno-raziskovalnemu delu. Njegova *Fabrica* je ostala



*Andreas Vesalius (1514–1564), flamski anatom, čigar znamenito anatomsko delo *De humani corporis fabrica* temelji na izsledkih seciranja.*



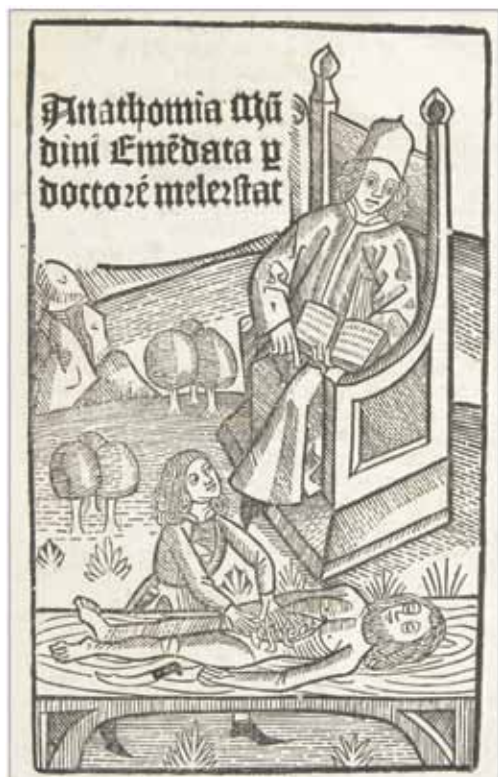
*Jan Stephan van Calcar: mišice človekovega telesa (iz Vesaliusove knjige »*De humani corporis fabrica libri septem*«).*

anatomski učbenik še nadaljnjih dvesto let. Z da Vincijem, pa tudi z drugimi umetniki, ki so preučevali človeško anatomijo in telesna razmerja, kot so bili na primer Albrecht Dürer, Giorgio Vasari, Michelangelo Buonarotti in Andrea del Verrocchio, pa tudi z revolucionarnimi anatomskimi študijami, kakršna je Vesaliusova razprava o zgradbi človekovega telesa, sta slikarstvo in kiparstvo pridobila na izrazni moči. Vse to je obogatilo realnost in plastičnost upodabljanja, v medicinski znanosti pa so se odprli številni novi problemi in izzivi. Za začetniki renesančne umetnosti so prihajali novi in novi slikarji in kiparji, ki so se zgledovali po njihovih delih. Podobno so se za Vesaliusom vrstili novi znanstveniki, ki so se še

bolj poglobljeno posvečali zgradbi in delovanju človekovega telesa, in sledila so mnoga pomembna anatomska odkritja. Pomembni anatomi po Vesaliusu so bili *Gabrielle Fallopio* (1523–1562), *Bartolomeo Eustachi* (1512? ali 1514–1564), *Cesare Aranzio* (1530–1589), ki je prikazal razvoj fetusa, *Constanzo Varolio* (1543–1575), ki je raziskoval možgane, *Leonardo Botallo* (1530–1571), *Caspar Bauhin* (1550–1624), *Julius Casserius* (1561–1616) in *Hieronymus Fabricius ab Aquapendente* (1537–1619). *Miguel Serveto* (1509–1553), teolog in zdravnik, ki je v neki svoji razpravi opisal tudi pljučni krvni obtok, je bil zaradi heretičnih teoloških pogledov celo sežgan na grmadi.

Anatomsko gledališče

Anatomske sekcije so bile v zgodnjem srednjem veku prepovedane. Šele papeža Sikst IV. (1441–1484) in Klement VII. (1523–1534) sta z *bulo* odobrila učenja na truplih. *Mondino de Liuzzi* (okoli 1270–1326) je prvi uvedel sekcije človeškega telesa v študijski program medicine.



Mondino de Liuzzi (okoli 1270–1326) med sekcijo.
»*Anatomia corporis humani*, 1493.

Upodobitve sekcij iz 15. stoletja razkrivajo, da je učitelj posredoval anatomsko znanje študentom z branjem anatomskih poglavij antičnih Galenovih razprav. Služabnik ali brivec je na mizi na truplu izvajal sekcijo, ob njem pa je stal pomočnik, ki je s palico kazal na omenjene dele telesa. Tako so potekale prve srednjeveške anatomske učne ure.

Sekcije so postajale vse pogostejše, izvajali pa so jih v *anatomskih amfiteatrih* (*gledališčih*). Prvega je po vzoru antičnih amfiteatrov zasnoval *Alessandro Benedetti* (1460–1525) iz Padove. Zgrajen naj bi bil v krožni obliki kot rimski kolosej, na sredini pa naj bi dominirala miza za truplo. Benedetti je v petih poglavjih dela *Anatomice, sive Historia Corporis Humani* (*Anatomija ali Zgodovina človekovega telesa*) opisal tudi anatomsko sekcijo, kjer si sledijo zapisi o kosteh, mišicah in krvi, trebušni votlini z organi, prsni votlini, možganih ter krvnih žilah in živcih. Anatomska sekcija naj bi potekala pet dni. Viri nakazujejo, da gledališče, ki ga je opisal Benedetti, v resnici še ni obstajalo.

Prvo anatomsko gledališče je leta 1594 v Padovi zgradil slavni anatom *Hieronymus Fabricius ab Aquapendente* (1537–1619). Prav na padovski univerzi, ki je bila pomembno središče srednjeveškega univerzitetnega življenja, se je potreba po poučevanju anatomije najprej odrazila v novi ureditvi učnega prostora. Zaradi pomanjkanja trupel je njihovo seciranje potekalo ob navzočnosti številnih udeležencev, prostori, kjer so izvajali sekcije, pa so prav zares spominjali na gledališča. V padovskem anatomskem gledališču, ki ga je še danes mogoče obiskati v palači Bo, so obdukcijam prisostvovali številni znameniti zdravniki, kot sta na primer začetnik patologije *Giovanni Battista Morgagni* (1682–1771) in odkritelj krvnega obtoka *William Harvey* (1578–1657). Manjkal ni niti slavni astronom *Galileo Galilei* (1564–1642). Padovskemu gledališču so sledili amfiteatri v Leidnu leta 1597, v Bologni leta 1637, v Parizu leta 1695 ter drugod. Sčasoma so poleg njih začeli graditi še druge pridružene prostore in razvili so se *anatomski inštituti*. Od leta 1770 so inštitutom dodajali *dvorane za seciranje*, v katerih so študentje opravljali prakso, vse bolj pogost sestavni del inštituta pa je postajal tudi *anatomski muzej*, v katerem so hranili konzervirane preparate.

Kar nekaj mojstrov čopiča je anatomska gledališča, secirnice in skrivnostno vzdušje ob



Anatomsko gledališče v Padovi iz leta 1594.



*Rembrandt:
Anatomska učna
ura dr. Tulpa, 1632.
Mauritsbuis, Haag.*

sekcijah tudi naslikalo. Ena najzgodnejših upodobitev anatomske sekcije je bila objavljena v Kethamovem delu *Fasciculus medicinae* leta 1491, najslavnejša pa je zagotovo Rembrandtova Anatomsko učna ura dr. Tulpa iz leta 1632.

Francija je bila v 16. stoletju znanstveno reakcionarna in privržena Galenovim antičnim anatomskim dogmam, zato so bile sekcije preganjane. *Prvo javno sekcijo* so izvedli leta 1478, naslednjo pa šele čez petnajst let. Leta 1568 je pariški parlament ukazal, naj se kirurgom za sekcije predajo trupla iz bol-

nišnice Hôtel Dieu, kar je že smel odrediti dekan medicinske fakultete.

Holandija je bila naprednejša od Francije in je dovoljevala sekcije, na kar kažejo tudi slike Rembrandta in drugih holandskih slikarjev tiste dobe. Peter Paaw (1564–1617) je med letoma 1587 in 1589 študiral na padovski anatomske šoli, nato pa je v Leidnu postal učitelj anatomije ter tam leta 1594 postavil anatomsko gledališče. Leta 1654 so anatomsko gledališče zgradili tudi v Groeningenu, leta 1691 pa še v Amsterdamu.

V danskem *Københavnu* so med letoma 1640 in 1643 skonstruirali kvadratno anatomsko gledališče. V švedski *Uppsali* je leta 1662 ali 1663 nastalo anatomsko gledališče *Gustavianum*, ki je še danes odprto za javnost. *Nemška* anatomska gledališča v ničemer ne odstopajo od doslej opisanih, v švicarskem *Baslu* pa je anatomsko gledališče stalo kar na univerzitetnem dvorišču.

Če so bile doslej opisane anatomske učilnice zasnovane predvsem funkcionalno in asketsko, pa je to tradicijo prelomilo anatomsko gledališče v italijanski *Bologni*. Zgrajeno je bil leta 1649, njegov arhitekt Antonio Levanti pa mu je nadel žlahtno dekorativnost. Stene prostora je odel v tople barve lesa in izdelal veličastno predavalnico s centralno postavljeno obdukcijo mizo. Podobno gledališče so leta 1731 zgradili tudi v *Ferrari*. Znanstvene novosti pa niso obšle niti dežele *Kranjske*. Magister kirurgije *Filip Jakob Breclj* je v drugi polovici 18. stoletja na ljubljanskem Gornjem trgu 4 uredil svoje anatomsko gledališče in prirodoslovno zbirko, ob kateri je poučeval anatomijo. Pozneje jo je s svojimi zbirkami dopolnil in povečal prirodoslovec, sprva zdravnik v idrijskem rudniku živega srebra, nato učitelj anatomije

in kirurgije na ljubljanskem liceju, *Balthasar Hacquet* (1740–1815). Ta svojevrstni »muzej« je bil zelo popularen in je doživel pomembne obiske. Ogledali so si ga cesar Jožef II., papež Pij VII. in ruski car Pavel I. Brecljevo in Hacquetovo zbirko danes hrani Prirodoslovni muzej Slovenije.

Spominska plošča na stavbi anatomske šole v Ljubljani na Gornjem trgu 4.



Anatomsko gledališče Univerze v Bologni iz leta 1694.



Težavna pot do trupel

Anatomsko šolanje je bilo kljub množici odličnih učiteljev težavno. Priložnost za seciranje je bila namreč dolgo odvisna od števila samomorov in usmrtitev zločincev ter od razpoložnja krajevnih oblasti. V stiski so začeli učenjaki ropati pokopališča. Na prehodu v 19. stoletje so kaznovali vse, ki so jih ujeli pri nabavi trupel za seciranje, hkrati pa je bilo pri izobraževanju zahtevano, da kandidat za diplomu dokaže, da je seciral določeno število človeških trupel. Zaradi nesmiselne zakonske ureditve anatomi trupel niso mogli zakonito pridobiti. Ščasoma so se v Londonu, Edinburgu, Glasgowu, Manchesteru in Dublinu oblikovala celo *poklicna združenja tatov trupel*. Podobne težave so imeli že v obdobju renesanse. Neredki znameniti anatomi so tako secirali kar trupla svojih sorodnikov.

Zaradi nezadostne preskrbe s trupli so za poučevanje anatomije začeli pogosteje uporabljati natančne skice in modele. Ti so bili za študente tudi mnogo varnejši. Številni anatomi so namreč umrli zaradi okužbe s patogenimi klicami pri sekcijah.

Voščeni anatomske modeli: učni pripomočki in umetnine

Voščene modele je za potrebe študija anatomije prvi uporabil *Lodovico Cardi* (1559–

1613), imenovan *Cigoli*, ki je že okoli leta 1600 izdelal model celotnega človeškega telesa. Ko se je pokazalo, da so modeli dober pripomoček za študij anatomije, je bila v okviru *Muzeja zgodovine naravoslovja v Firencab* pod pokroviteljstvom toskanskega vojvode Petra Leopolda Habsburškega in *Feliceja Fontane* (1730–1805) odprta delavnica za izdelavo *voščenih anatomskeh modelov*. Okoli leta 1750 se je oblikovala *florentinska modelarska šola*, katere začetnika sta bila kipar Giuseppe Ferrini in kirurg porodničar Giuseppe Galletti (1789–1873). Najpomembnejši izdelovalec voščenih modelov je bil *Clemente Susini* (1754–1814). Med letoma 1770 in 1890 so v firenški delavnici izdelali *nekaj tisoč voščenih modelov* različnih delov telesa in več kot štirideset modelov celotnega telesa v naravni velikosti. Najbolj poznan modelar voščenih modelov je bil toskanski duhovnik *Gaetano Giulio Zumbo* (1650–1701). Delal je za Cosima II. Medičejskega in Ludvika XIV. V muzeju *La Specola v Firencab* je shranjenih pet njegovih modelov z naslovom *Voski kuge*, ki predstavljajo stopnje dekompozicije človeškega telesa in anatomijo človeške glave.

Večje modele so modelarji kopirali neposredno z delov telesa, kot so jih prikazali kirurgi anatomi, ter z anatomskeh risb in bakrorezov. Za začetek so izdelali osnutek iz grobega voska ali gline, s pomočjo katerega so nato oblikovali mavčni kalup. Vanj so vlili prvo plast voska, ki je bila obarvana glede na del telesa, in nadaljevali z globljimi plastmi. Pri predstavitvah večjih delov



Voščeni model, ki ga je izdelal Clemente Susini, v muzeju La Specola v Firencab.



Voski kuge *Gaetana Giulia Zumbe* iz muzeja *La Specola* v Firencah.

telesa so posamezne organe izdelali posebej, nato pa so jih vložili v model. Posebnost modelov celotnega telesa je kovinsko ogrodje, ki omogoča oporo in stabilnost. Na model so naknadno dodajali mišice, živce ter krvne in limfne žile. Posebej so se modelarji potrudili z drobnimi strukturami: bezgavke so izdelali tako, da so na svilen nit nanašali topel bel vosk. Kostni so izdelali iz voska, pomešanega s kredo. Poseben izziv je predstavljala izdelava mreže: na segreto marmorno mizo so nanесли zelo tanek sloj tekočega voska, na koncu pa so membrano zavarovali s fosilno smolo.

Izjemno zbirko anatomskih modelov hrani *dunajski zgodovinsko-medicinski muzej Josephinum*. Njihovo izdelavo je leta 1785 naročil cesar Jožef II. ob odprtju medicinsko-kirurške akademije *Josephinum*, potem ko ga je navdušila zbirka podobnih preparatov v muzeju *La Specola* v Firencah. Zbirko sestavlja več skupin preparatov, in sicer vezi in mišice, srce, ožilje in limfatični sistem, notranji organi, možgani, hrbtenjača in čutila ter *ginekološki preparati*. S stoddvema modeloma v dvainštiridesetih zabojih je to največja ginekološko-porodniška skupina preparatov na svetu. Manjše zbirke voščenenih modelov se nahajajo še na anatomskih inštitutih v Padovi, Cagliariju in Bologni, na patološkem inštitutu v Firencah ter drugod.

Anatomija na Slovenskem Prof. dr. Janez Plečnik in začetki anatomije pri Slo- vencih

Najzgodnejše poskuse raziskovalne anatomije pri nas postavljamo v čas zgodnjega razsvetljenstva, ko je v Ljubljani delovalo Brecljevo anatomsko gledališče. Začetki sodobne atomske znanosti na Slovenskem pa so neposredno povezani z delom *Janeza Plečnika* (1875–1940), bratom arhitekta Jožeta Plečnika. Janez Plečnik je leta 1899 končal

študij medicine na Dunaju. Specializiral se je v patologiji, sodeloval pa je tudi pri raziskovanju krvnih skupin. Nekaj časa je delal na prosekturi v bolnišnici v Černovicah, marca leta 1905 pa je postal sodni izvedenec in jetniški zdravnik v Ljubljani. Od oktobra leta 1917 je bil prosektor patoanatom v ljubljanski deželni bolnišnici, ob ustanovitvi ljubljanske univerze leta 1919 je bil imenovan za izrednega, leta 1920 pa za rednega profesorja patologije. Pomembno je prispeval k ustanovitvi takrat še *nepopolne Medicinske fakultete*. Večkrat je bil njen dekan in prodekan. Plečnik je veliko skrbi posvetil slovenskemu atomskemu izrazju, ki ga je bilo treba šele uvesti. Eden pomembnejših rezultatov njegovega terminološkega dela je priredba repetitorija Carla Gegenbaura z naslovom *Kratek repetitorij anatomije*, ki ga je med letoma 1924 in 1925 izdala *Zvezna tiskarna in knjigarna*. Repetitorij ni kratek, obsega kar šest zvezkov oziroma 469 strani. Uspešna so bila tudi Plečnikova prizadevanja za gradnjo nove stavbe *Inštituta za anatomijo*, katerega predstojnik je ob njegovem dokončanju leta 1919 tudi postal. Leta 1929 se mu je kot asistentka pridružila *dr. Valentina Kobe*. Leta 1935 je bil za asistenta imenovan še *dr. Milan Cunder*, ki je tik pred drugo svetovno vojno postal docent,

po smrti prof. Plečnika pa tudi vodja Inštituta. Na to dolžnost so ga imenovali tudi po vojni, ko je postal izredni profesor. Leta 1948 je zaradi svojih kritičnih mnenj prišel v spor s političnim režimom. Bil je obtožen protidržavnega delovanja in poslan v zapor na Golem otoku. Po zaporu ni bil nikoli rehabilitiran. Vodstvo anatomskega inštituta je od leta 1948 do 1971 prevzela prof. dr. Valentina Kobe. Za njo je Inštitut do leta 1988 vodil prof. dr. Anton Širca, za njim pa prof. dr. Alenka Dekleva. Od leta 1992 je njegov predstojnik prof. dr. Dean Ravnik.

Prvotna lokacija Inštituta za anatomijo v Ljubljani je bila na Zaloški cesti 4. Stavbo si je delil z Inštitutom za histologijo in embriologijo ter Inštitutom za fiziologijo. Predavalnica inštitutov je imela sto dvajset sedežev, vaje pa so potekale v dveh secirnicah. Ob navadno polnem obisku predavanj so bile učne razmere vse prej kot zadovoljive. Kljub pomanjkanju prostora je Inštitut ves čas izvajal vse osnovne dejavnosti, ki so poleg poučevanja študentov medicine in drugih zdravstvenih strok vključevale tudi pripravo in vzdrževanje preparatov, laboratorijske anali-

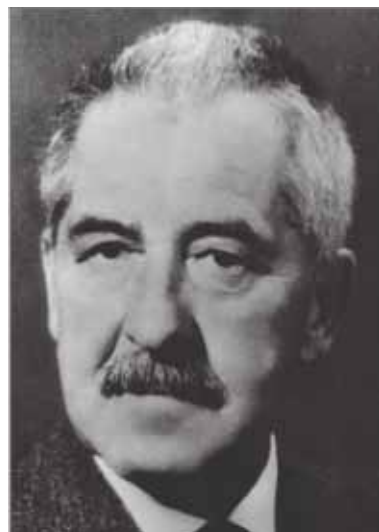
ze in znanstvenoraziskovalno dejavnost. Šele jeseni leta 1987 je bil Inštitut preseljen v pritličje in kletne prostore nove stavbe Medicinske fakultete na Korytkovi 2.

Viri in literatura:

- Arturo Castiglioni, 1945: *Bologna in the Renaissance. V: Bologna. Ciba Symposia, vol. 7, no. 5/6, August-September 1945, 84-90.*
- Arturo Castiglioni, 1945: *The Anatomical Theater and the Anatomists of Bologna. V: Bologna. Ciba Symposia, vol. 7, no. 5/6, August-September 1945, 91-100.*
- Arturo Castiglioni, 1941: *The Origin and Development of the Anatomical Theatre to the End of the Renaissance. V: The Anatomical Theater. Ciba Symposia, vol. 3, no. 2, May 1941, 826-844.*
- Arturo Castiglioni, 1945: *The Origin of the University of Bologna. V: Bologna. Ciba Symposia, vol. 7, no. 5/6, August-September 1945, 70-76.*
- Arturo Castiglioni, 1945: *The School of Medicine at Bologna. V: Bologna. Ciba Symposia, vol. 7, no. 5/6, August-September 1945, 77-83.*
- Andreas Delmas, 1982: *Geschichte der Anatomie. V: Sournia, Poulet, Martiny (eds.): Illustrierte Geschichte der Medizin. Salzburg: Andreas&Andreas Verlagsbuchhandel, Heft 3, 871-929.*
- Christian Girod, 1982: *Die Geschichte der embriologie. V: Sournia, Poulet, Martiny (eds.): Illustrierte Geschichte der*



Prvi slovenski anatom prof. dr. Janez Plečnik (1875–1940).



Prof. dr. Milan Cunder (1908–1970), po vojni politično žrtvovani anatom.



Prva stavba Inštituta za anatomijo Medicinske fakultete v Ljubljani na Zaloški 4, ki jo je v dvajsetih letih 20. stoletja projektiral prof. dr. Ivan Vurnik.

Medizin. Salzburg: Andreas&Andreas Verlagsbuchhandel, Heft 5, 1839–1987.

Christian Girod, 1982: Die Geschichte der Histologie. V: Sournia, Poulet, Martiny (eds): Illustrierte Geschichte der Medizin. Salzburg: Andreas&Andreas Verlagsbuchhandel, Heft 5, 1877–1938.

Victor Robinson, 1941: Anatomical Dissection in the 18th Century. V: The Anatomical Theater. Ciba Symposia, vol. 3, no. 2, May 1941, 845–853.

Victor Robinson, 1941: Hygiene In the Dissecting Room of the 19th Century. V: The Anatomical Theater. Ciba Symposia, vol. 3, no. 2, May 1941, 854–860.

Willi Reich, 1946: Geschichtliches zur Anatomie und Physiologie des Ohres. Ciba Zeitschrift, vol. 8, no. 13, Oktober 1946, 3741–3755.

Dodatna literatura:

From the Medicine Show to Healthy Museum. Ciba Symposia, no. 12, March 1947.

Medicine in Ancient Egypt. Ciba Symposia, vol. 2, no. 10, January 1940.

Salerno. Ciba Symposia, vol. 6, no. 12, March 1944.

Medical Education at Oxford and Cambridge. Ciba Symposia, vol. 3, no. 3, June 1941.

The Circulation of the Blood. Ciba Symposia, vol. 1, no. 3, June 1939.

The Eye. Ciba Symposia, vol. 5, no. 8, November 1943.

The Medical School of Montpellier. Ciba Symposia, vol. 2, no. 1, April 1940.

Jurij Kurillo, 1965: Andreas Vesalius in razvoju anatomije. Proteus, 27: 155–157.

Članek je povzetek knjižnega zapisa avtorice, objavljenega v katalogu k razstavi Ko mrtvi žive uče – anatomija skozi čas, ki ga je aprila leta 2015 izdal NUK.

Bralke in bralce *Proteusa* vabimo, da si v razstavnih dvorani Narodne in univerzitetne knjižnice v Ljubljani do 29. avgusta letos (2015) ogledajo razstavo z naslovom *Ko mrtvi žive uče – anatomija skozi čas. Ob 500-letnici rojstva začetnika znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa (1514–1564)*. Razstava prikazuje razvoj anatomije od prvih znanih poskusov sistematičnega spoznavanja zgradbe in delovanja človekovega telesa pa vse do dvajsetega stoletja. Pripravile so jo avtorica tega članka zgodovinarica medicine prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec ter bibliotekarki NUK-a dr. Sonja Svolfjšak in Urša Kocjan. Ob razstavi je izšla tudi knjiga Zvonke Zupanič Slavec in Sonje Svolfjšak *Ko mrtvi žive uče – Anatomija skozi čas. Ob petstoletnici rojstva začetnika znanstvene anatomije Andreasa Vesaliusa (1514–1564). When the Dead Teach the Living - Anatomy through Time. In Commemoration of the 500th Anniversary of the Pioneer of Scientific Anatomy Andreas Vesalius (1514–1564)*. Cena knjige je 19 evrov.

Geološki sprehod po severozahodni Sardiniji

Matija Križnar

Neprestani rahli vetrič, beli pesek na plaži in trume turistov so odsev počitniškega utripa na drugem največjem sredozemskem otoku. To je otok Sardinija. Seveda je poletni obisk tega »uporniškega« otoka tudi prijetno doživetje. Naravoslovci tukaj lahko opazujemo marsikaj, od rožnatih plamencev, botaničnih posebnosti do izjemne geološke raznolikosti. In prav slednje bomo poskušali približati še širši publikli, tako da svoje morebitne obiske Sardinije začinite tudi z geološkimi vsebinami.

Nenavadne kamnine, nenavadna pokrajina

Sardinija po svoji velikosti nekoliko presega Slovenijo, v geološkem smislu pa se naša dežela z njo zagotovo lahko primerja. Je pa Sardinija zaradi različnih magmatskih in metamorfnih kamnin ter geomorfologije drugačna od Slovenije. Velik del Sardinije, najbolj severovzhodni del, je sestavljen iz

magmatskih kamnin, ki so nastale v paleozoiku. V glavnem prevladujejo kamnine iz skupine granitov. Med njimi so pogosti sivkasti granodioriti in njemu podobni kremenovi dioriti, rdečkasti levkograniti in monzoniti ter nekatere druge globočnine. Vse te kamnine ponekod sekajo tudi pegmatitne in aplitne žile. Posebej zanimive so hidrotermalne žile (dajki), v katerih prevladuje kremen, žile pa vsebujejo tudi ekonomsko pomembne rude, kot sta zlato in srebro. Opisane kamnine lahko na Sardiniji srečamo na vsakem koraku, saj dobro kljubujejo vremenu. Njihovo izkoriščanje poteka na širokih gorskih grebenih severnega dela otoka, med naselji Luogosanto in Bassacutena. Tam lahko ob poti opazujemo velike kamnolome in že izkopane bloke kamnine, pripravljene za nadaljnjo uporabo. Ponekod se na ploskvah kamnitih blokov pojavljajo tudi dendriti manganovih in železovih oksidov. Redkejšje so večje razpoke, v katerih najdemo zrasle kristale kremenca in minerale iz skupine sljud (muskovit, biotit ...).



*Votlinica v levkogranitu, zapolnjena s kristali kremenca in muskovita, iz okolice Isole Rosse.
Foto: Matija Križnar.*



Dendriti železovih oksidov na površju kremenovega diorita. Foto: Matija Križnar.

Naravno preperevanje granodiorita v široki dolini Valle della Luna nad mestecem Aggius. Foto: Matija Križnar.



Posebnost granodioritov in podobnih kamnin je njihovo preperevanje. Ponekod, kjer je kamnina prekrita z debelim nanosom prsti in nizkim grmičevjem, to ni tako izrazito. Drugje, predvsem v višje ležečih predelih in ob obalah, pa je proces preperevanja ustvaril neverjetne in nenavadne oblike. Posledica preperevanja je tudi nastanek tako imenovane »mesečeve doline« ali italijansko Valle della Luna severno od slikovitega mesta Aggius. Tam na visokih grebenih izstopajo nenavadne oblike blokov, ki - če odmislimo vso vegetacijo - spominjajo na zunajzemeljsko pokrajino. Druge zanimive strukture lahko opazujemo bližje obali pri

mestu Palau, kjer v posebnem parku na polotoku Capo D'Orso najdemo »skulpturo« v obliki medveda in druge stvaritve preperevanja.

Pečine in nedostopne plaže

Skrajni del severozahodnega dela otoka sestavljajo zelo raznolike kamnine. Med njimi prevladujejo predvsem sedimentne, kot so konglomerati, peščenjaki, glinavci in apneneci. Najstarejše kamnine lahko opazujemo na zelo slikoviti pokrajini pri zalivu Porto Ferro, kjer na obali najdemo različne sivo modre peščenjake, apnenec z lečami antracita in meljevce. Vmes pa se pojavljajo tudi



Pisana skladovnica karbonskih, permskih in spodnjetriasnih kamnin v zalivu Porto Ferro. Podobne kamnine se pojavljajo tudi v nasproti ležečih vzpetinah, ki jih pokrivajo zgodnjepaleozojski filiti in kvarciti. Foto: Matija Križnar.



Osamljeni strmi in nedostopni otoček Foradada je zgrajen iz krednih apnencev. Foto: Matija Križnar.



Prerez hipurita (rudistna školjka) iz apnenca na rtu Capo Caccia. Foto: Matija Križnar.

varno sidranje. Kljub iskanju fosilnih ostankov nismo našli ničesar. Opisane kamnine po starosti uvrščajo v obdobje med karbonom in spodnjim triasom. To dokazujejo najdbe rastlinskih ostankov,

tudi peloda. Redkeje so najdbe ostrakodnih rakov in celo vretenčarjev, predvsem kosti dvoživk.

Mlajše jurske plasti se prav tako pojavljajo na severozahodnem delu, a ne v takšnem obsegu kot v osrednjem delu otoka. Za paleontologe so zelo zanimive tudi kredne plasti, ki jih predstavljajo skoraj izključno apnenci in so ene izmed najredkeje navzočih na Sardiniji. Kredne apnenice najdemo na polotoku Capo Caccia, kjer so v njih nastali številni spodmoli in jame. Najbolj znana in obiskana je Neptunova jama. Do jame vodi strmo stopnišče, ki je vklesano v previsne stene spodnjekrednih apnencev in dolomitnih apnencev. Že ob poti lahko na vzdanih kamnitih blokkih najdemo prereze rudistnih školjk (največ je hipuritov), polžev in kolonij mahovnjakov. Posamezne plasti

vulkanske breče in tufi. Te kamnine povsod ustvarjajo visoke pečine in pod njimi velike kamnite bloke, ki onemogočajo celo

rudistnih školjk najdemo tudi na razgledni točki, kjer opazujemo previsne stene omenjenega polotoka in majhnega otoka Foradada.

Najstarejše kamnine, ki jih lahko srečamo na severovzhodu, najdemo v širši okolici starega rudarskega mesta Argentiera. Tukaj so razgaljene plasti kvarcitov in filitov ter kvarcitnih in filitoidnih skrilavcev, ki naj bi bili zgodnje paleozojske starosti. Lesketajoča in s kremenovimi žilami prepredena in pregnetena svetlo siva kamnina je v preteklosti skrivala tudi rudno bogastvo (svinčevo in cinkovo rudo), ki so ga s pridom izkoriščali več stoletij. O tej rudarski dejavnosti danes pričajo le še propadajoče zgradbe, ki jih skušajo ohraniti v okviru enega izmed sardinijskih geoparkov (največ jih je sicer na južnem delu otoka in vsa so na seznamu Unescove dediščine).

Vulkani in njihova zapuščina

Značilne planote, ki se kot mize dvigujejo nad pokrajino, se vtisnejo v spomin mnogim obiskovalcem Sardinije. A vsa ta čudovita pokrajina ima razlago, ki jo najdemo v njeni mlajši geološki zgodovini, ki sega le nekaj več deset milijonov let v preteklost. Že v času oligocena in začetku miocena je otok doživel poleg običajne klastične sedimentacije tudi mnoge vulkanske izbruhe

lave in piroklastitov. Ti so se usedali v izjemno velikih količinah in danes prevladujejo na velikem delu otoka med mestoma Sassari in Oristano. Celotno vulkansko dogajanje se je ponavljalo v več ciklih, vse do spodnjega pleistocena.

Najbolj izstopajoče ravne planote in manjši mizasti vrhovi so posledica nenavadne sedimentacije in kasnejšega preperevanja. Kamnine, ki tvorijo »pokrove« teh planot in vrhov, so vulkanskega izvora. To so predvsem bazalti, bazaniti, rioliti, daciti ter njim podobne kamnine. Te kamnine so dokaj odporne proti preperevanju, erozija pa je močno izpodjedla spodaj ležeče in mehkejše kamnine (običajno sedimentne).

Mnoge kamnine, predvsem vulkanskega izvora, lahko najdemo tudi kot gradivo za tisočletne megalitske zgradbe, imenovane nuragi. Takratni prebivalci (tvorci nuraške kulture) so uporabljali bližnje kamnine, kot so skorija (luknjičava kamnina vulkanskega izvora) in druge kamnine na bazaltni osnovi. Poleg tega so izkoriščali tudi obsidian (vulkansko steklo), katerih zelo bogata najdišča so v gorskem masivu Monte Arci južno od mesta Oristano. Tamkajšnji obsidian je bil zelo iskan in so z njim trgovali po vsem Sredozemlju.

Posebnost sardinijskega otoka so tudi ohranjeni vulkanski kraterji (približno 32 jih je). Večina jih leži južno od mesta Sassari in v okolici mesta Macomer. Vulkanski kraterji so različno ohranjeni in



Divja obala med mestoma Alghero in Bosa, ki jo sestavljajo piroklastični sedimenti iz obdobja poznega oligocena.

Foto: Matija Kriznar.



Ena največjih bazaltnih planot je Giara di Gesturi, kjer najdemo tudi divje konje in mnoge botanične zanimivosti. Bazaltna podlaga je ustvarila strme in težko dostopne stene in več majhnih močvirij. Na sliki je le zahodni rob planote.

Foto: Matija Križnar.



Pred tisoletji so prvi prebivalci Sardinije uporabljali okoliške kamnine (bazalte, skorijo in podobno) za gradnjo svojih megalitskih objektov. Na sliki je nurag Orosai v bližini mesta Macomer. Foto: Matija Križnar.

mnogi imajo še vedno značilno stožčasto obliko (kraterja Monte Annaru Poddighe in Monte Larenta). Vsi so seveda najbolj vidni

iz zraka, za kar lahko uporabimo kar internet (googlovi zemljevidi, satelitske slike). Nekatere danes izkoriščajo kot vir bazaltnih kamnin. Na območju vulkanskega kraterja Nasca e Ravenna so še zelo dobro ohranjeni tokovi lave. Vredni ogledi so tudi kraterji Monte Massa, Punta Su Nurtale, Ibba Manna in Monte Exi.

Čeprav je bilo vulkansko delovanje zelo intenzivno, je prišlo tudi do sedimentacije in nastanka klastičnih (konglomerati, peščenjaki, meljevci) in karbonatnih kamnin (apnenci). V teh kamninah lahko najdemo veliko fosilnih ostankov školjk, polžev, morskih ježkov in drugih.

Zanimivo najdišče fosilov lahko najdemo v okolici vasi Genoni v kamnolomu Duidduru v osrednjem delu otoka. Tam je mogoče najti mnoge zelo redke fosile, zato so tu postavili manjši paleontološko-geološki park. Fosile je mogoče najti tudi drugod v širši okolici, a jih je nemogoče (tudi prepovedano) izbiti iz kamnine. Podobno stare miocenske fosile smo našli tudi v nekaterih cestnih usekih pri



Pogled na severni rob kraterja Monte Annaru Poddighe pri vasi Giave. Vulkanski krater je na žalost najboljše viden z avtoceste in ima premer približno 400 metrov. Foto: Matija Križnar.



Izlužena korona miocenskega nepravilnega morskega ježka blizu paleontološko-geološkega parka pri vasi Genoni.

Foto: Matija Križnar.

umetnem jezeru Lago di Cuga pri vasi Uri. Tam prevladujejo ostanki pektenidnih školjk in rdečih alg.

Najmlajše fosile smo našli na obali med vasjo San Giovanni di Sinis in rtom Capo San Marco. Tamkajšnji fosili se pojavljajo v

peščenih plasteh in so poznopleistocenske starosti (Tirrhenijska stopnja). Pogoste so školjke rodu *Cerastoderma* in *Glycymeris* ter polži rodu *Conus* in *Patella*.

Čeprav po videzu spominjajo na današnje mehkužce, pa izstopajo predvsem po velikosti in pogosto prikamnjeni, ki se je še ohranila na mnogih lupinah. Otok, kot je Sardinija, v sebi skriva še druge geološke posebnosti, ki jih v tem krat-



Blok miocenske kamnine na obali pri vasi San Giovanni di Sinis. Stolp na levi leži na »kapi« iz bazalta, medtem ko je polotok Capo San Marco (zadaj desno) sestavljen iz sedimentnih kamnin. Foto: Matija Križnar.



Pectenidna školjka iz miocenskih plasti pri jezeru Lago di Cuga. Lupina je visoka 55 milimetrov.

Foto: Matija Križnar.

kem prispevku nismo predstavili. Med te posebnosti gotovo sodijo mnogi minerali in njihova najdišča. Seveda ne smemo izpustiti tudi nekaterih drugih paleontoloških zanimivosti, ki jih ni malo. Vsak, ki bo obiskal ta sredozemski otok, naj le pogleda še druge danosti narave, pa če so to le sadeži kaktusov, plutovci ali ptice, ki jadrajo na stalnem vetriču visoko nad grebeni.

Literatura:

Carmignani, L., Oggiano, G., Barca, S., Conti, P., Salvadori, I., Eltrudis, A., Funedda, A., Pasci, S., 2011: *Geology of Sardinia – explanatory notes of the Geological map of Sardinia at 1:200.00 scale.*
 Beccaluva, L., Macciotta, G., Venturelli, G., 1976: *Le vulcaniti plio-quadernarie del Logudoro (Sardegna nordoccidentale). Bollettino della Società Geologica Italiana e del Servizio Geologico d'Italia*, 95: 339-350.



Poznopliocenska školjka iz peščenih plasti pri San Giovanni di Sinisu. Lupina je visoka 42 milimetrov.

Foto: Matija Križnar.

Interferenca in uklon

Janez Strnad

V Mednarodnem letu svetlobe obudimo spomin na to, kako so v zavest fizikov vstopali novi pojavi s svetlobo. Po *Začetku uklona* je vredno obdelati uklon še v povezavi z interferenco. Uklonska mrežica je eno od pomembnih orodij optike. Opis nadaljuje *Malo zgodovino svetlobe*.

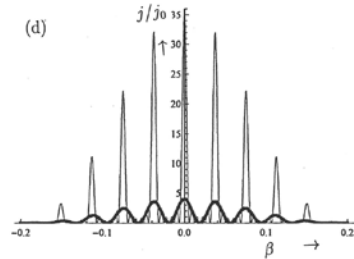
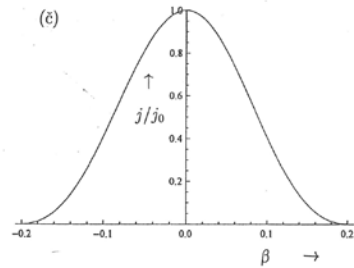
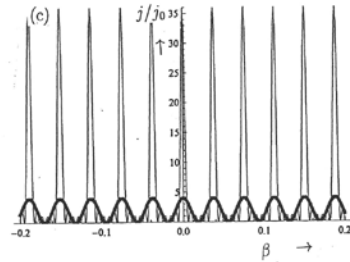
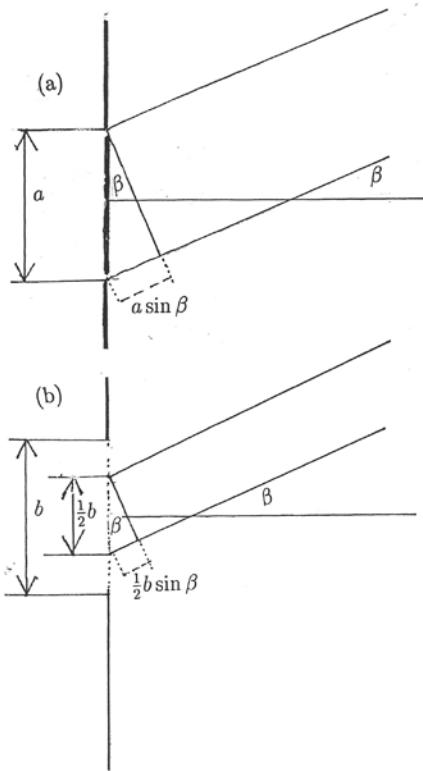
Newtonove kolobarje in barve tankih plasti je Thomas Young na začetku 19. stoletja pojasnil z interferenco valovanj, ki se odbijeta na prvi in drugi mejni ploskvi. Valovanji, ki interferirata, izvirata iz enega izvira. Poskusi, da bi opazovali interferenco valovanj iz dveh izvirov, so se izjalovili. To znamo pojasniti. V plinskem svetilu sevajo posamezni atomi in sevajo v povprečju samo stomilijonino sekunde. Pri tem nastanejo *valovne poteze*, ki so neodvisne druga od druge. Interferenca dveh valovnih potez sicer da določen izid, a kaj, ko je izid v naslednjem trenutku pri naslednjih potezah drugačen. Tako je tudi pri trdnem svetilu, katerega deli sevajo neodvisne valovne poteze. Svetloba je v teh primerih neurejena mešanica valovnih potez. Zato ne dobimo določenega izida, ko sestavimo svetlobi iz dveh navadnih svetil. Pravimo, da so valovanja iz navadnih svetil *nekoherentna*. Uspelo pa je opazovati interferenco svetlobe iz dveh laserjev.

Interferenco je mogoče opazovati pri *delnih valovanjih*, ki nastanejo z delitvijo enega valovanja. Delna valovanja so *koherentna*, saj je v njih razdeljena vsaka valovna poteza. Pri Newtonovih kolobarjih in barvi tankih plasti delni valovanji nastaneta tako, da se del vpadnega valovanja lomi, del pa odbije. Pravimo, da delni valovanji nastaneta z *delitvijo amplitude*. *Amplituda* je največja vrednost količine, s katero opišemo valovanje.

Svetlobo in elektromagnetno valovanje na sploh opišemo z jakostjo električnega polja. Gostota energijskega toka je sorazmerna s kvadratom jakosti.

Z interferenco je povezano *načelo superpozicije*. Opazujemo prvo delno valovanje, v katerem ima za valovanje značilna količina na določenem kraju v določenem trenutku prvo vrednost, in drugo delno valovanje, v katerem ima ta količina na tem kraju in v tem trenutku drugo vrednost. V sestavljenem valovanju ima za valovanje značilna količina na tem kraju in ob tem trenutku vrednost, ki je vsota prve in druge vrednosti. Načelo superpozicije ne velja v vseh primerih. Velja pri *linearnih pojavih*. Ni pa omejeno na svetlobo. Vpeljal ga je Daniel Bernoulli leta 1753, ko je obravnaval sisteme, ki so zmožni nihanja. Nekateri so spočetka dvomili, da velja. Za njegovo uveljavitev se je zavzel Joseph Fourier.

Delna valovanja dobimo še drugače, z *delitvijo valovnega čela* z zaslonom z odprtina. Zamislimo si, da na zaslon z odprtino pravokotno pada ravno valovanje. V takem valovanju valovna čela narišemo z deli premic. Na robovih se valovanje širi v geometrijsko senco, se ukloni. Delež energijskega toka v uklonjenem delu valovanja je majhen, dokler je odprtina zelo velika v primerjavi z valovno dolžino. Delež narašča, ko manjšamo odprtino, in prevlada, ko postane odprtina manjša od valovne dolžine. Tedaj iz odprtine izhaja eno samo elementarno valovanje. V takem *krožnem valovanju* valovna čela narišemo kot dele kroga. Krožno valovanje oddaja tudi *točkasti izvir*, ki je majhen v primerjavi z valovno dolžino.



Razlika poti med delnima valovanjema iz zelo ozkih rež v razmiku a je odvisna od kota β . Valovanji na zelo oddaljenem zaslonu se ojačita pri kotu, za katerega velja $a \sin \beta = n\lambda, n = 0, 1, 2, \dots$.

V našem primeru je med sosednjima progama kot $2,15$ stopinje (a). Valovanji iz sredin obeh polovic reže s širino b se oslabita pri kotu β , za katerega velja $b \sin \beta = n\lambda$.

V našem primeru pri kotu $11,5$ stopinje ni interferenčnih prog (b). Interferenčna slika pri Youngovem poskusu z dvema režama (odebeljeno) in pri šestih režah za razmerje med razmikom in valovno dolžino $a/\lambda = 26,7$. Tako je na primer pri mrežici s 75 režami na milimeter pri valovni dolžini zelene svetlobe

$\lambda = 500$ nanometrov = $0,0005$ milimetra, kar da v našem primeru $a = 0,0134$ milimetra (c). Interferenčna slika reže s širino $b/\lambda = 5$, kar da v našem primeru $b = 0,0025$ milimetra (e), in interferenčna slika z mrežico rež z navedeno širino v navedenem razmiku (d). Na vodoravno os je nanesen kot β v radianih ($57,3$ stopinje), na navpično os pa razmerje med gostoto svetlobnega toka $j(\beta)$ in največjo gostoto pri eni reži j_0 . Risbe le nakazujejo razmere, uklonske mrežice imajo veliko več rež.

Pri *Youngovem poskusu* na raven zaslon z vzporednima ozkima režama v razmiku a pravokotno pada ravno valovanje z valovno dolžino λ . Na zelo oddaljenem zaslonu opazujemo valovanje, ki nastane z interferenco. Iz rež izhajata enaki delni krožni valovanji, kot da sta tam točkasta izvira, ki nihata sočasno. V smeri naprej, pri kotu $\beta = 0$, je valovanje zagotovo ojačeno, saj delni valovanji iz obeh rež opravita enaki poti. Ko večamo kot na eno in drugo stran, se pri kotu $\beta_{1/2}$ med valovanjema pojavi razlika poti $\lambda/2$ in se valovanji oslabita. Pri kotu β_1 je razlika poti λ in se valovanji ojačita in tako naprej. Razlike poti ni težko povezati s kotom, ker smemo pri zelo oddaljenem zaslonu privzeti, da sta delni valovanji vzporedni in je valovanje ojačeno, če velja:

$$a \sin \beta = n\lambda$$

in je

$$n = 0, 1, 2, \dots$$

$$Vmes, \text{ za } n = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots,$$

pa je valovanje oslabiljeno. Dodajmo tretjo, četrto, ... vzporedno režo v enakem razmiku a . Koti, pri katerih je valovanje ojačeno, se ne spremenijo, saj lahko račun ponovimo za drugo in tretjo režo, tretjo in četrto režo in tako naprej. Spremeni se le potek gostote svetlobnega toka. Tako smo dobili *uklonsko mrežico*.

Dovolimo si še en kratek račun. Prejšnji račun velja za zelo ozke reže, ki prepuščajo le zelo šibko valovanje. Resnične reže imajo končno širino b . Režo si mislimo razdeljeno na dve polovici s širino $b/2$. Valovanje v vsaki od njiju za silo opišemo s sočasno nihajočima točkastima izvirova v točkah sredi polovic v razmiku $b/2$. Ti valovanji se oslabita, ko velja

$$\frac{b}{2} \sin \beta = n' \frac{\lambda}{2}.$$

Pri kotih β , za katere velja

$$b \sin \beta = n' \lambda,$$

je valovanje zaradi končne širine rež oslabiljeno. Pri uklonski mrežici s končno širino rež upoštevamo oboje, periodično razporeditev rež in njihovo širino.

Kot, pri katerem se za $n = 1$, v *spekttru prvega reda*, pojavi ojačeno valovanje, je odvisen od valovne dolžine:

$$a \sin \beta = \lambda.$$

Z uklonsko mrežico lahko izmerimo valovno dolžino! To je spoznal Joseph Fraunhofer. Spektre je opazoval s *spektroskopom*. Osvetljeno režo je postavil v goriščno ravnino zbiralne leče, da je nastal vzporeden curek svetlobe. Vanj je postavil uklonsko mrežico in opazoval *interferenčno sliko* z daljnogledom. Najprej je namesto mrežice uporabil prizmo, ki je razklonila svetlobo. Pri tem je moral spektroskop na začetku umeriti. Pri mrežici pa je valovno dolžino lahko naravnost izračunal, če je poznal razmik med sosednjima režama a . V letih 1814 in 1815 je Fraunhofer v Sončevem spektru opazoval množico temnih črt. *Spektroskopija*, to je merjenje valovne dolžine s spektrometri, se je razmahnila, ko so začeli uporabljati uklonske mrežice.

Fraunhofer se je prepričal, da temne črte v Sončevem spektru obdržijo lego druga glede na drugo. Opazil je, da se v Sončevem spektru pojavi temna črta pri valovni dolžini, pri kateri se v spektru sveče pojavi svetla rumena črta. Ugotovili so, da seva rumeno črto natrij. Temna črta nastane zaradi tega, ker atomi v hladnejši Sončevi atmosferi absorbirajo svetlobo s Sončevega površja s pravo valovno dolžino in jo sevajo na vse strani. V smeri proti Zemlji je zato manj sevanja in v spektru opazimo temno *absorpcijsko črto*. Enako kot valovne dolžine absorpcijskih



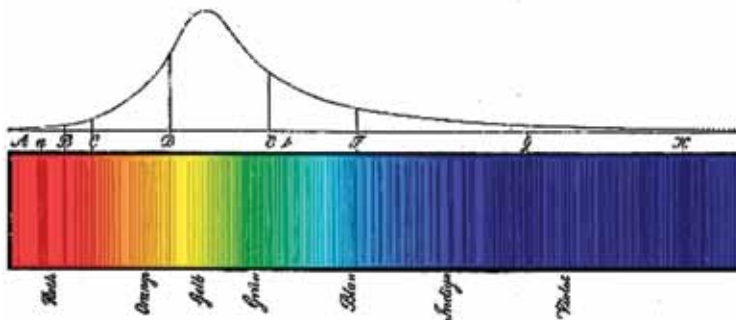
Joseph Fraunhofer je bil rojen leta 1787 v Straubingu na Bavarskem v družini revnega steklarja. Mlad je moral v uk k izdelovalcu zrcal. Po rešitvi izpod ruševin stavbe, ki se je podrla, je na knezovo priporočilo dobil delo v optični tovarni. Tovarna, v kateri je s časom napredoval v družabnika, je izdelovala najboljše optično steklo. Iz nje izvira vsaj del ugleda današnje nemške optične industrije. Fraunhofer je izumil veliko pomembnih naprav. Za zasluge so mu podelili plemiški naslov. Svojih dosežkov ni objavil, ker je menil, da gre za poslovne skrivnosti. Umril je leta 1826 star 39 let.

črt so za element značilne valovne dolžine *emisijskih črt*, ki jih sevajo atomi. Po valovni dolžini obojih črt v spektru je mogoče ugotoviti, atomi katerih elementov sevajo. V letih 1821 in 1822 je Fraunhofer premeril

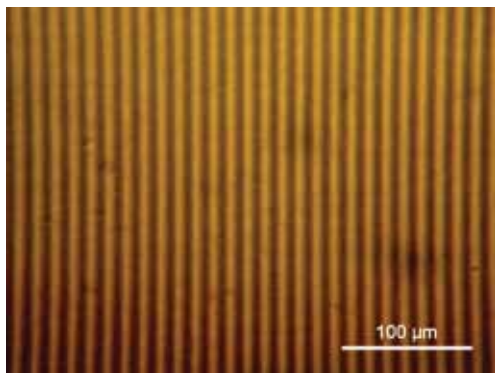
valovne dolžine številnih spektralnih črt v Sončevi svetlobi. Raziskal je spektre planetov in zvezd, sveče in razredčenega plina, po katerem je pognal električni tok.



Kemik Robert Wilhelm Bunsen in fizik Gustav Robert Kirchhoff sta razvila kemijsko *spektralno analizo*. Bunsen je raztopine soli žaril v brezbarvnem plamenu gorilnika, ki ga je izumil. Po



Pri Fraunhoferjevem spektroskopu je na levi cev z rezo, ki jo osvetlijo, in lečo, ki naredi vzporeden curek svetlobe, na desni pa daljnogled. Med njima je prizma ali uklonska mrežica (zgoraj). Fraunhofer je s spektroskopom v Sončevem spektru opazil množico absorpcijskih črt in izmeril njihovo valovno dolžino (spodaj).



Mikroskopska slika uklonske mrežice s 75 režami na milimeter. Prve mrežice so v drugi polovici 17. stoletja izdelali tako, da so črte vrezali v zglajeno kovinsko ploščico. Ploščico so osvetlili z belo svetlobo in opazovali spekter v odbiti svetlobi. Fraunhofer je najprej napel tanke žičke med vzporedna vijaka, po deset na milimeter. Nato je stekleno ploščico prevlekel s tanko plastjo zlata in vanjo vrezal črte. Naposled je črte vrezal neposredno v stekleno ploščico. Kjer je konica razila steklo, je to postalo motno in je slabše prepustilo svetlobo. Razvil je napravo, ki je vrezala po sto in več vzporednih rež na milimeter. Cenejši so odlitki mrežic. Na mrežico nalijejo raztopino, ki naredi tanko plast, ko topilo izhlapi. Plast odlepijo in jo zaščitijo med zglajenima steklenima ploščicama.

barvi izsevane svetlobe je poskušal ugotoviti kemijsko sestavo soli. Na Kirchhoffov predlog je uporabil spektroskop. Moža sta se prepričala, da so absorpcijske in emisijske črte značilne za kemijske elemente. Leta 1859 sta poročala o svojem dosežku in leta 1860 odkrila elementa cezij (modrikasti) in rubidij (rdeči). Pozneje so drugi s spektralno analizo odkrili še nekaj novih elementov. Pri kvalitativni kemijski analizi po valovni dolžini spektralnih črt ugotavljajo, kateri elementi so zastopani v vzorcu. Pri kvantitativni analizi po relativni jakosti črt sklepajo na deleže elementov. Za analizo potrebujejo zelo malo snovi, v skrajnem primeru manj kot milijonino grama. Spektralne analize ne uporabljajo samo kemiki in fiziki, ampak tudi zdravniki, detektivi in drugi. Posebno pomembna je v astronomiji. Z njo so ugotovi-

lili, da sestavljajo vesoljska telesa enaki elementi kot Zemlja. Poleg tega je omogočila, da so podrobneje spoznali sestavo vesolja. Pravijo, da je astrofizika postala znanost z uvedbo spektralne analize.

Uklon je teoretično pojasnil Augustin Fresnel leta 1818 s Huygensovim načelom tako, da je upošteval vpliv robov. Kjer so ovire, iz valovnih čel ne izhajajo elementarna valovanja. To ga je pripeljalo do splošne enačbe. V tej zvezi pogosto govorijo o *Huygens-Fresnelovem načelu*. Pri *Fresnelovem načinu* obravnavamo interferenčno sliko na bližnjem zaslonu, za katerega ne moremo privzeti, da je zelo oddaljen. Zato ne moremo vzeti, da so delna valovanja vzporedna. Pri *Fraunhoferjevem načinu* obravnavamo interferenčno sliko na zelo oddaljenem zaslonu in privzamemo, da so delna valovanja vzporedna.

Interferenco smo povezali z delitvijo amplitude in uklon z delitvijo valovnega čela. To je prikladno pri uvajanju obeh pojavov. Večina fizikov pa interferenco veže na majhno število delnih valovanj, denimo dve, uklon pa na veliko število delnih valovanj. Interferenco in uklon ima za sorodna pojava. Po Richardu P. Feynmanu: »Nikomur še nikoli ni uspelo definirati razločka med interferenco in uklonom. Gre za vprašanje rabe in med njima ni posebne, pomembne fizikalne razlike.« Tisti, ki mislijo drugače, menijo, da se na primer pri Newtonovih kolobarjih ni mogoče sklicevati na uklon: »Feynmanovo stališče odraža težave pri razločevanju delitve amplitude in delitve valovnega čela.« Zadrega se pokaže tudi pri imenih: govorimo o uklonski mrežici, a o interferenčni sliki.

Ultravijolično sevanje – pomemben dejavnik v življenju rastlin

Alenka Gaberščik, Alan Jones, Marcel Jansen

Sončevo sevanje je sila, ki oblikuje in poganja čudežni splet življenja na tem planetu že milijarde let. Zadovoljuje naše potrebe in postavlja meje našemu pohlepu ... Je varno, večno, vseobsegajoče in brezplačno.

Theodore B. Taylor: *Sceptic* (1977).

Navedek povzema bistvo pomena Sončevega sevanja za naš planet. Del Sončevega sevanja je tudi sevanje v ultravijoličnem območju. Ultravijolično sevanje je eden od ključnih dejavnikov, ki so bistveno prispevali k raznolikosti biocenozo Zemlje. Kljub temu je odnos javnosti do ultravijoličnega sevanja običajno negativen. Večina ljudi ultravijolično sevanje povezuje z opekljami in kožnim rakom, medtem ko se pozitivne vloge ultravijoličnega sevanja v našem življenju ne zavedamo.

Narava Sončevega sevanja na Zemlji

Sončevo sevanje je elektromagnetno valovanje, ki prihaja od Sonca. Sestavljeno je iz spektra vidne svetlobe in nevidnega dela z različnimi valovnimi dolžinami. Najpomembnejši deli Sončevega sevanja za življenje na Zemlji so ultravijolično sevanje, vidna svetloba in infrardeče sevanje. »Svežnji« svetlobe (fotoni), ki prihajajo od Sonca, potujejo skozi prostor. Količina Sončevega sevanja na robu Zemljinega ozračja je bolj ali manj stalna (približno 1,36 kilovatov na kvadratni meter). V ozračju se sevanje spremeni, saj snovi, kot so ozon v stratosferi ter plini, aerosoli, vodna para in različni delci v troposferi, absorbirajo, razpršijo in odbijajo fotone. Na različne valovne dolžine vplivajo različno. Ozonska plast absorbira vse sevanje UV-C (njegova valovna dolžina je manj kot 280 nanometrov), znaten del sevanja

UV-B (od 280 do 315 nanometrov) in prepušča večino sevanja UV-A (od 315 do 400 nanometrov). Ultravijolično sevanje predstavlja le približno sedem do devet odstotkov celotnega Sončevega sevanja, ki doseže biosfero, vendar ima za razliko od ostalih valovnih dolžin Sončevega sevanja veliko energijo. To pomeni, da lahko ultravijolično sevanje povzroči spremembe v molekulah, ki jih zadene.

Ultravijolično sevanje in fotosinteza rastlin omogočata obstoj zaščitne ozonske plasti

Ozonska plast v stratosferi ima pomembno vlogo, saj varuje Zemljino biosfero pred kratkovalovnim sevanjem. Nastanek ozonske plasti v Zemljinem ozračju je omogočila fotosinteza, pri kateri rastline vežejo ogljikov dioksid in sproščajo kisik. Ko ultravijolični fotoni (UV-C) zadenejo molekule O₂, razpadejo na atome kisika, ki reagirajo z O₂ in tvorijo ozon (O₃).

O₂ + UV-C foton (več kot 240 nanometrov) → O + O

O₂ + O + M → O₃ + M

M je snov (največkrat molekularni kisik ali dušik), ki prestreže presežek energije v reakciji in omogoča, da se ozon obrani.

Ozonska plast sega od 10 kilometrov do 50 kilometrov nad površjem Zemlje, vendar je skupna količina majhna, saj je povprečna koncentracija le približno osem delcev na milijon (ppm). Kondenzirana v tekočini in enakomerno razporejena po Zemljini površini bi plast merila le približno štiri mikrometre. Količino ozona izražamo z Dobsonovimi enotami (DU). Normalna vrednost je približno 300 Dobsonovih enot, kar ustreza trem milimetrom čistega ozona pri

tlaku enega bara in temperaturi nič stopinj Celzija. Ozonska plast je zelo občutljiva za nekatere kemikalije, ki povzročijo uničenje ozona. Zmanjšana koncentracija ozona danes je posledica antropogenih virov (klorofluorogljikvodikov), ki so se uporabljali v hladilnikih in razpršilih, in je privedla do znatnega povečanja sevanja UV-B na površini Zemlje. Podnebne spremembe bi lahko dodatno vplivale na količino ultravijoličnega sevanja s spremembami v nastajanju oblakov in spremembami albeda. Albedo ali koeficient odbojnosti (tudi odbojnost) je mera za svetlobno odbojnost površine telesa. Albedo pove, kolikšen del vpadne svetlobe se odbije od površine telesa. Ime izvira iz latinške besede *albus*, ki pomeni belina.

Težave, ki so nastale zaradi tanjšanja ozonske plasti, smo ljudje rešili z uspešnim mednarodnim sporazumom (Montrealski sporazum). Države podpisnice so se strinjale, da omejijo uporabo klorofluorogljikvodikov in na ta način ohranijo ozonski plašč. Sporazum je bil sprejet že leta 1987 in je primer uspešnega mednarodnega sodelovanja, ki je lahko navdih za mednarodno skupnost pri reševanju težav s podnebnimi spremembami in izgubo biotske raznovrstnosti.

Sončevo sevanje je oblikovalo življenje na Zemlji

Rastline učinkovito izrabljajo Sončevo sevanje. Kot primarni proizvajalci so v celoti odvisne od Sončevega sevanja. Sončevo sevanje poganja fotosintezo in usmerja razvoj rastlin od kalitve do cvetenja. Sončevo sevanje ni le koristno, ampak rastline tudi segreva in jih lahko celo poškoduje. Zato je za

učinkovito uporabo Sončnega sevanja in izogibanje poškodbam ključnega pomena ustrezna »opremljenost« rastlin. To še posebej velja za sevanje v ultravijoličnem območju, ki je le eden od številnih okoljskih dejavnikov, ki oblikujejo življenje na Zemlji. Tarče ultravijoličnega sevanja v vseh živih celicah so biološko pomembne makromolekule (DNA, lipidi in proteini). Deoksiribonukleinska kislina (DNA) je dedni material v vseh živih organizmih, ki se prenaša iz generacije v generacijo. Poškodbe DNA motijo vitalne celične procese (prepisovanje in podvajanje DNA) in posledično delovanje celic ter lahko povzročijo celo celično smrt. Poškodbe DNA, ki nastajajo zaradi ultravijoličnega sevanja, pa nimajo samo negativnih posledic. Ultravijolično sevanje je pomembna evolucijska sila. Mutacije lahko vodijo v razvoj novih lastnosti in povečujejo raznolikost vrst. Rastline pa lahko s pomočjo modre svetlobe in sevanja UV-A popravljajo poškodbe DNA. Raziskovalci so dokazali, da se obseg poškodb DNA zaradi ultravijoličnega sevanja občutno zmanjša po izpostavljenosti modri svetlobi in/ali sevanju UV-A. Vzrok temu je aktivacija encima (fotoliaz), ki popravlja poškodovana zaporedja DNA. Prednost tega sistema je, da Sončevo sevanje, ki vsebuje velik delež ultravijoličnega sevanja, vsebuje tudi veliko modre svetlobe. Vključenost modre svetlobe



Vidna svetloba, sestavljena iz različnih barv, ki jih je mogoče videti kot mavrico, kadar sončni žarki sijejo skozi dežne kaplje.

in/ali sevanja UV-A v proces popraviljanja je znan pod imenom fotoreaktivacija. Fotoreaktivacija je glavna zaščita pred škodo, povzročeno zaradi ultravijoličnega sevanja pri rastlinah. Poleg fotoreaktivacije imajo organizmi še številne druge prilagoditve, ki jim omogočajo uspešno spopadanje s škodljivimi ultravijoličnimi žarki.

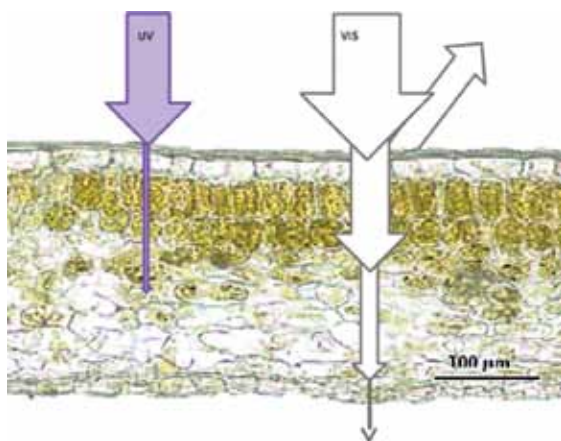
Rastline se odzivajo na ultravijolično sevanje

Rastline lahko zaznavajo kakovost, jakost, trajanje in smer sevanja in to informacijo uporabijo za uravnavanje svoje rasti. Poleg vidne svetlobe rastline zaznavajo tudi sevanji UV-B in UV-A ter modro svetlobo. Raven ultravijoličnega sevanja v naravi običajno ne povzroča poškodb rastlin. Zaznavanje ultravijoličnega sevanja omogoča rastlini pravočasno zaščito pred pretirano izpostavljenostjo ultravijoličnemu sevanju, pa tudi prilagajanje nanjo. Raziskave so na primer pokazale, da zaznavanje s posebnim senzorjem UV-B (s fotoreceptorjem proteinom UVR8) omogoči fotomorfogenezne odzive rastlin na ultravijolično sevanje.

Najpogostejša odziva rastlin na ultravijolično sevanje sta sinteza in akumulacija snovi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje. Raznolikost in celovitost zgradbe teh snovi v rastlinah sta se povečevali v času evolucije. Snovi, ki absorbirajo ultravijolično seva-

nje, so pri različnih primarnih proizvajalcih različne. Alge izdelujejo mikosporinom podobne aminokisljine, semenke pa različne fenolne snovi. Fenolne snovi so rastlinski sekundarni metaboliti, ki obsegajo približno 8.000 različnih spojin, ki imajo skupno strukturno značilnost, fenolni (aromatski) obroč. Koncentracija in vrsta teh spojin sta odvisni od vrste rastline in odmerka sevanja UV-B. Poleg zaščite pred sevanjem imajo fenolne snovi tudi številne druge vloge. Zagotavljajo zaščito pred okužbami in stresnimi razmerami (pozebo, visokimi temperaturami in sušo), varujejo rastline pred rastlinojedci ter izboljšajo možnost preživetja rastlin v tleh, obremenjenih s strupenimi kovinami. Ker se snovi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje, večinoma kopičijo v povrhnjici, lahko znatno spremenijo optične lastnosti rastlinskih organov (sadežev, cvetov in listov) (slika spodaj). Navzočnost teh snovi v rastlinskem tkivu je tudi eden od razlogov, da so tla temno rjave barve.

Različne študije so pokazale, da ultravijolično sevanje sproži tudi različne morfogenezne odzive pri rastlinah. Mnoge od teh odzivov najdemo pri alpskih rastlinskih vrstah. Nekateri znanstveniki domnevajo, da ima alpska flora takšne prilagoditve tudi zaradi povečanega ultravijoličnega sevanja na visokih nadmorskih višinah. Drugi pa so spet mnenja, da so to le prilagoditve na sušo in skrajne temperature, kar povezujejo z večjo odpornostjo proti suši pri rastlinah, obsevanih z ultravijoličnim sevanjem. Izpostavljenost rastlin ultravijoličnemu sevanju lahko tudi omili negativne vplive drugih okolj-



Snovi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje, se kopičijo v celicah povrhnjice listov in delujejo kot selektivni filter, ki zmanjša prebijanje ultravijoličnega sevanja v listno sredico, bkrati pa ne vpliva na prebijanje vidne svetlobe (VIS), ki je ključnega pomena za fotosintezo.



Rastline, ki rastejo v okolju z visoko ravniyo ultravijoličnega sevanja, so nižje rasti in so bolj razvejene v primerjavi z rastlinami, ki so izpostavljene nižjim odmerkom. Tudi listi so manjši, vendar debelejši in imajo bolj razvite epidermalne in kutikularne strukture, kot so kutikula in listne dlačice.



Barvni vid nekaterih žuželk in spektralne lastnosti cvetov so se razvijali sočasno.

skih dejavnikov. Številne študije so pokazale, da obravnavanje rastlin z ultravijoličnim sevanjem lahko poveča strpnost do suše in obratno, sušne razmere izboljšajo odpornost proti ultravijoličnemu sevanju. Ultravijolično sevanje lahko zmanjša okužbe rastlin s patogeni, saj so glive in bakterije na splošno bolj občutljive za ultravijolično sevanje kot semenke.

Vse v naravi je vprašanje stroškov in koristi

Vsakdo ve, da je učinkovita oprema draga. To velja tudi za rastlinske lastnosti, ki so potrebne za spopadanje z ultravijoličnim sevanjem. Rastline kot pritrjeni organizmi živijo v nenehno spreminjajočem se okolju in so podvrženi stalnemu tehtanju, ali naj vlagajo v rast ali v zaščito pred neugodnimi razmerami, vključno z ultravijoličnim sevanjem. Okoljski sprožilec proizvodnje fe-

nolnih spojin ni le ultravijolično sevanje, ampak tudi močna jakost vidne svetlobe (fotosintezno aktivnega sevanja). Ta kombinacija zagotavlja visoko fotosintezo in dovolj razpoložljive energije za njihovo sintezo.

Sevanje UV-B in koevolucija rastlin in opraševalcev

Zaznavanje svetlobe ljudem razkriva pisan svet. Toda barva sveta nekaterih drugih organizmov ni taka, kot jo vidimo ljudje, kar je odvisno od različnih dejavnikov. Eden od njih so medvrstni odnosi. Poseben mutualistični odnos je nastal med cvetovi in njihovimi opraševalci. Čebele, metulji in nekatere druge žuželke vidijo na primer v ultravijoličnem območju sevanja. Rastline različen vid pri živalih izkoriščajo za oglaševanje svojih cvetov in privabljanje določene vrste opraševalcev. Pri mnogih cvetovih ultravijolično sevanje razkriva skrivne poti in »pristajalne steze«, ki vodijo do okusne hrane. Tako imenovani medosledi – to so razpoznavni vzorci na venčnih listih, ki optično privabljajo in usmerjajo opraševalce – so vidni samo izbranim vrstam žuželk, medtem ko so skriti pogledu večine drugih živali in ljudi. Usklajenost vida opraševalcev in optičnih lastnosti cvetov je rezultat dol-



Grozdje je bogato s fenolnimi snovmi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje.

gotrajne koevolucije. Korist tega odnosa je učinkovita reprodukcija rastlin in dostopnost visoko energetske hrane za opraševalce. Nekateri mesojede rastline pa uporabljajo ultravijolične oznake iz drugih razlogov. S posnemanjem ultravijoličnih vzorcev cvetov vabijo žuželke v svoje pasti.

Rastline, ki rastejo pod ultravijoličnim sevanjem, so koristne za ljudi

Rastline so ključni vir hrane za ljudi. Vsak atom ogljika, ki gradi naše telo, najprej vežejo rastline v procesu fotosinteze, šele nato ga lahko uporabimo ljudje. Enako velja za mineralne snovi, ki prihajajo iz tal in postanejo za nas dostopne šele s pomočjo rastlin. Poleg tega rastline proizvajajo tudi številne pomembne zaščitne snovi in vitamine, ki so za nas nujno potrebni, vendar jih naša telesa ne morejo sintetizirati. Verjetno veste, da so vitamin C in antioksidanti pomembne sestavine zdrave prehrane. Tvorbo številnih koristnih snovi sproži ultravijolično sevanje. Najpomembnejša skupina so že omenjene fenolne snovi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje in imajo širok spekter bioloških funkcij ter povečajo odpornost za različne bolezni. Prav tako so močni antioksidanti, ki odstranjujejo reaktivne kisikove spojine in proste radikale ter vežejo kovine, kot sta železo in baker, in tako omogočajo, da jih naše telo uporabi. Pomembni viri fenolnih snovi so različna zelišča (zdravilne rastline),

sadje, zelenjava, žitarice (ajda, divji riž), čaj, kava, fižol, čebelji cvetni prah (propolis) in rdeče vino.

Kako »žgoče« je povečano ultravijolično sevanje danes?

Stratosferska ozonska plast varuje življenje pred škodljivim ultravijoličnim sevanjem. Do tanjšanja ozonske plasti je prišlo predvsem zaradi izpustov klorofluorogljikovodikov (CFC), metilbromida (CH_3Br), dušikovih oksidov (NO_x) in nekaterih drugih snovi, ki se sproščajo pri človekovih dejavnostih. Spremljanje sprememb od leta 1980 dalje je pokazalo, da se je količina ozona znižala za tri do šest odstotkov, kar pomeni šest do štirinajst odstotkov povečanja sevanja UV-B na površini Zemlje. Zmanjšanje je manj izrazito v velikih zemljepisnih širinah severne poloble in precej nepredvidljivo na južni polobli, kjer prihaja do zmanjšanja koncentracije ozona vsako pomlad. Razpolovna doba klorofluorogljikovodikov (CFC) je od 50 in 150 let, vsaka molekula CFC pa lahko povzroči uničenje številnih molekul ozona. Zato te snovi ostajajo v zgornji atmosferi in lahko pričakujemo, da se bo raven ozona povečala na raven pred letom 1970 šele do leta 2050. Napovedi so negotove zaradi možnosti nepredvidenih interakcij s podnebnimi spremembami.

Učinke povečanega ultravijoličnega sevanja na rastline danes dobro poznamo. Negativni

učinki so odvisni od vrste rastline in odnosa med obsegom poškodb in vzpostavljanjem zaščitnih in popravljivih mehanizmov. Izpostavljenost zmernim odmerkom ultravijoličnega sevanja večinoma nima negativnih vplivov na rastline. Izjema so slabo prilagojene (neutrjene) rastline (na primer intenzivno žlahtnjene rastline) in rastline, ki so izpostavljene drugim omejitvam (na primer pomanjkanju hranil, prevelikemu sevanju). Kot smo že omenili, je najpogostejši odziv povečanje koncentracije različnih snovi, ki absorbirajo ultravijolično sevanje. Raziskave so tudi pokazale, da lahko ultravijolično sevanje poleg poškodb DNA vpliva na fotosintezo, dihanje, gospodarjenje z vodo ter na rast in razvoj rastlin. Spremembe v metabolizmu vplivajo na razvoj rastlin (fenologijo) ter količino biomase in proizvodnjo semen.

Zaključek

Spoznali smo koristi in grožnje ultravijoličnega sevanja, od zmanjšanja pridelka nekaterih poljščin, izboljšane kakovosti rastlin za hrano, povečane odpornosti proti suši, zmanjšane ogroženosti zaradi škodljivcev do strpnosti do različnih bolezni. Od nas je odvisno, kako bomo to znanje uporabili za preprečevanje morebitnih škodljivih posledic ultravijoličnega sevanja za ljudi, živali in rastline, ki so ultravijoličnemu sevanju izpostavljene. Pomembno pa je tudi, da dobrodejne učinke uporabimo v svojo korist, podobno kot številni organizmi v času evolucije.

Viri:

- Björn, L. O., 2007: Stratospheric ozone, ultraviolet radiation, and cryptogams. Biological Conservation, 135: 326–333.*
- Britt, A. B., 2004: Repair of DNA damage induced by solar UV. Photosynthesis Research, 81: 105–112.*
- Chittka, L., Shmida, A., Troje, N., Menzel, R., 1994: Ultraviolet as a component of flower reflections, and the colour perception of Hymenoptera. Vision research, 34 (11): 1489–1508.*
- Guo, J., Han, W., Wang, M.-H., 2008: Ultraviolet and environmental stresses involved in the induction and regulation of anthocyanin biosynthesis: a review. African Journal of Biotechnology, 7: 25, 4966–4972.*
- Heijde, M., Ulm, R., 2012: UV-B photoreceptor-mediated signalling in plants. Trends in Plant Science, 17: 4.*
- Hessen, D. O., 2008: Solar radiation and the evolution of life. In: Solar Radiation and Human Health.*
- Bjertness, E. (ed.), Oslo, The Norwegian Academy of Science and Letters. 123–136.*
- McKenzie, R. L., Aucamp, P. J., Bais, A. F., Björn, L. O., Ilyase, M., 2007: Changes in biologically-active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface. Photochemical and Photobiological Sciences, 6: 218–231.*
- Menzel, R., Backhaus, W., 1991: Colour vision in insects. In: P. Gouras, Ed., Vision and Visual Dysfunction, 6, The Perception of Color, London: Macmillan. 262–293.*
- Treutter, D., 2012: Significance of flavonoids in plant resistance: a review. Environmental Chemistry Letters, 4 (3): 147–157.*
- Alenka Gabersčik, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija.*
- Alan Jones, Earthwatch, Enota za spremembe okolja, Univerza v Oxfordu, Anglija.*
- Marcel Jansen, Šola bioloških znanosti in znanosti o okolju, Butler Building, Distillery Field, North Mall, Irska.*

Ustanove, v katerih so zaposleni avtorica in avtorji:

Alenka Gabersčik, Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija.

Alan Jones, Earthwatch, Enota za spremembe okolja, Univerza v Oxfordu, Anglija.

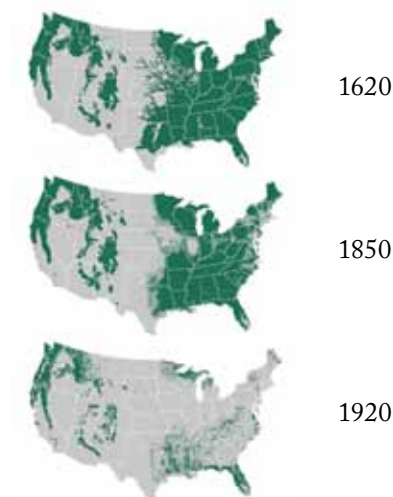
Marcel Jansen, Šola bioloških znanosti in znanosti o okolju, Butler Building, Distillery Field, North Mall, Irska.

Golobu selcu v spomin, človeku v opomin

Tom Turk

S poginom vsakega zadnjega osebka v kakšnem bednem kotičku živalskega vrta izumre ter za vedno odide v pozabo tudi njegova vrsta. A pogin zadnjega med zadnjimi je le poslednje dejanje tragedije, ki se je začela že davno prej, še preden smo se je ljudje sploh zavedli. Še več in kar je navadno še bližje resnici, smo to tragedijo tudi zakrivali, pospešili in jo brezbrizno odigrali zaradi svojih lastnih malenkostnih koristi. Nagrobni napis in spomenik, ki smo ga namenili zadnjemu Mobikancu, je le spomenik naši lastni neumnosti in nebrzdanemu pohlepu. Martha ima tak spomenik.

Martha je bila samica goloba selca (*Ectopistes migratorius*). Poginila je 1. septembra leta 1914 okrog trinajste ure v živalskem

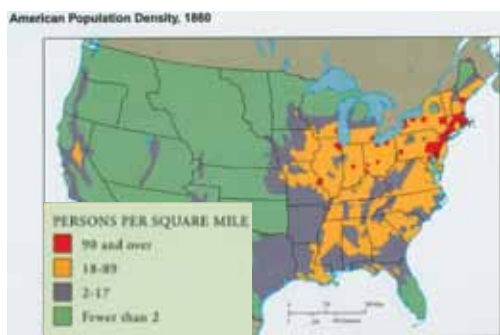


Slika 1: Deforestacija v Severni Ameriki od prvih naselitev do leta 1920, ko je golob selec že izumrl. Izguba življenjskega prostora – strnjenih gozdov ameriške bukve, hrastov in kostanja, ki so ogromnim jatam golobov selcev dajali prostor za prehranjevanje in gnezdenje – je bila eden od pomembnih razlogov za izumrtje nekoč najštevilčnejše vrste ptica na našem planetu. Vir: <http://www.globalchange.umich.edu/globalchange2/current/lectures/deforest/defores9.JPG>.

vrtu v Cincinnatiju v Združenih državah Amerike. Z njo je za vedno odšel zadnji osebek nekoč najštevilčnejše vrste ptičev na planetu, katere število so ocenjevali v milijardah. Vsak drugi od petih ptičev v Severni Ameriki je bil golob selec. Vendar je bilo potrebnih le zadnjih petdeset let devetnajstega stoletja, da je vrsta izumrla. Od smrti zadnjega goloba selca je torej minilo skoraj natančno sto let in tudi zadnja generacija ljudi, ki so v mladosti še videli golobe selce, je že davno mrtva. Spomin na goloba selca torej živi le še v pisnem izročilu, številnih risbah in v peščici črno-belih fotografij, zato se mi zdi primerno, da ga obudim tudi za bralce *Proteusa*. Ta zapis je tudi nekakšen opomnik, da njegovo izumrtje in izumrtje številnih drugih vrst povežemo tudi z usodo naše lastne vrste.

V zemeljski zgodovini so se vrste razvijale, uspevale in tudi izumirale. V evoluciji so izumrtja naraven pojav. Z razvojem modernega človeka pa so izumrtja dobila novo razsežnost, ki ne temelji več na naravnih procesih, ampak je večinoma posledica tega, kar človeštvo imenuje napredek. Napredek seveda vključuje tudi take stvari, kot so brezobzirno izkoriščanje naravnih dobrin, čezmerno rast človeške populacije in stalno zahtevo po čim večji gospodarski rasti. Nujna posledica vsega tega je pospešeno izginjanje in uničevanje naravnega okolja, s tem pa tudi izumiranje živalskih in rastlinskih vrst, ki se tako hitremu »napredku« niso bile in se niso sposobne prilagoditi.

Ptice so lep primer, kaj se zgodi, če človek poseže v njihov življenjski prostor. Razlogi za izumrtje številnih vrst ptic so bolj ali manj dobro znani. Obsežno in referenčno delo organizacije *Bird Life International* navaja, da je nekako od leta 1500, torej od začetka odkrivanj in osvajanj daljnih dežel,



izumrlo devetindevetdeset vrst ptic, v to število pa niso vštete izumrle vrste ptic pevk in pa seveda vrste, ki so izumrle pred letom 1500. Seveda ni presenetljivo, da so skoraj vse izumrle vrste živele na majhnih ali nekoliko večjih otokih. Njihove populacije so bile majhne, mnoge od njih sploh niso letele in so gnezdile na tleh, bile so nezmožne prilagoditi se na brezobzirni lov ali na plenilce, predvsem mačke in podgane, ki so jih s seboj hote ali nehote pritorovali ljudje. Havaji v Tihem oceanu ter Mauritius in Reunion v Indijskem oceanu so lep primer hitrega izumiranja tamkajšnjih endemičnih ptičjih vrst. Dodo (*Raphus cucullatus*), ki je danes po prepričanju številnih ljudi nekašen pojem za vrste, ki so se »radovoljno pustile izumreti« (neumen kot dodo, mrtev kot dodo), je bil pravzaprav velika neleteča vrsta goloba, ki je živela v mavricijskem gozdu. Ko so na otok prispeli Evropejci, so ga v samo kakšnih sedemdesetih letih popolnoma iztrebili. Toda usoda dodoja je pravzaprav veliko manj presunljiva v primerjavi z usodo njegovega daljnega sorodnika,

Poleg izgube življenjskega prostora zaradi izsekavanja gozdov se je samo v štiridesetih letih devetnajstega stoletja močno povečalo število prebivalstva in posledično njegovo širjenje proti zahodu.

Vira: <http://users.humboldt.edu/ogayle/hist110/>

[MapUSPopulation1860.png](http://users.humboldt.edu/ogayle/hist110/MapUSPopulation1860.png),

[http://users.humboldt.edu/ogayle/hist110/](http://users.humboldt.edu/ogayle/hist110/PopulationDensity1820.png)

[PopulationDensity1820.png](http://users.humboldt.edu/ogayle/hist110/PopulationDensity1820.png).

veliko manjšega, a neprimerno številnejšega goloba selca. To izumrtje je izjemno tudi po tem, da je bil golob selc, poleg v približno istem času izumrle karolinške papige (*Conuropsis carolinensis*), pravzaprav edina izumrla vrsta ptiča, ki je živela na celini in je naseljevala celotne vzhodne predele današnjih Združenih držav Amerike in južne Kanade. Njegov življenjski prostor je segal od Ontarija na severu do Floride na jugu. Na zahodu pa je bila naravna meja reka Mississippi, ki je večinoma predstavljala tudi mejo med gozdnatimi območji na vzhodu in travnato prerijo naprej proti zahodu.

Biologija goloba selca je bila nenavadna, med danes živečimi golobjimi vrstami (351 vrst) ne poznamo nobene vsaj s približno podobnimi navadami. Za goloba selca so bile namreč značilne ogromne jate, ki so lahko štejele več sto milijonov osebkov. Ena zadnjih takih jat je leta 1878 gnezdila blizu kraja Petoskey v Michiganu, kamor je le nekaj let prej prispela železnica. Takrat so pobili na milijone golobov in jih v sodih z ledom po železnici poslali na tržnice vzhodnih velikih mest. V Petoskey se golobi niso vrnili nikoli več in le dvaindvajset let kasneje so v divjini ubili zadnjega. Ogromne jate golobov selcev so se zgodaj spomladi selile iz prezimovališč v južnih državah Združenih držav Amerike na gnezdišča na severu. Ob množičnih selitvah so jate dobesedno prekrile sonce, zračna reka golobov selcev, velikokrat dolga več deset in široka nekaj kilometrov, je hrumela preko neba. Znameniti ameriški naravoslovci in pisatelji devetnajstega stoletja, kot so bili Alexander Wil-



Risba prikazuje selitev golobov selcev, kar je bil še sredi devetnajstega stoletja v krajih vzhodno od Missisippija pogost pojav.

Vir: http://24.media.tumblr.com/tumblr_lzmkki8gKvT1qzul89o1_500.jpg.



Življenjski prostor goloba selca. Vir: http://www.sdakotabirds.com/species/maps/passenger_pigeon_map_big.jpg.

son, James Audobon, John Muir in Francis Fennimore Cooper, so nam pustili nekaj slikovitih opisov teh veličastnih dogodkov, ki so jim bili neredko priča.

Golobi selci so za gnezdenje potrebovali strnjen gozd z dovolj velikimi drevesi, ki so bogato plodila, saj so se med gnezdenjem hranili skoraj izključno z žirom, želodom in kostanjem. Primerno velika in stara drevesa ameriške bukve, ameriškega kostanja in različnih vrst ameriških hrastov so bila za preživetje vrste nujna. Na drevesih so golobi gnezdili, včasih je bilo na enem samem drevesu več kot sto gnezd. Pod težo golobov so se lomile veje, njihovi iztrebki pa so kot sneg na debelo pokrivali drevesa in tla pod njimi. Za seboj so pustili pravo razdejanje, a se na isto gnezditveno območje več let niso vrnili, da se je gozd lahko ponovno obrastel. Golobi so navadno začeli gnezditi

že v marcu, ko je tla še marsikje pokrivala snežna odeja. Ko pa se je ta stopila, so golobi lahko prvi začeli zobati jesensko letino žira, želoda in kostanja in so tako prehiteli druge živali. Samica je po splošnem prepričanju oziroma pisnih poročilih takratnih opazovalcev v gnezdo znesla eno samo jajce, kar je za golobe nenavadno in še danes odpira pomembno vprašanje o dovolj veliki reprodukciji za vzdrževanje populacije. Ker je bila smrtnost mladičev pa tudi odraslih golobov velika, med ornitologi prevladuje mnenje, da so golobi vsako leto gnezdili vsaj dvakrat. Dvakratno gnezdenje pa je bilo nedvomno povezano s ponovno selitvijo proti severu in iskanjem primerne gozdnega območja za drugo gnezdenje. Za tako veliko populacijo je potrebno veliko hrane, ameriške bukve pa izdatno plodijo le približno dvakrat v osmih letih, kar pomeni, da so morali golobi iskati območja, kjer je bilo tisto leto dovolj žira. Ob tem dejstvu trčimo ob prvi in verjetno najpomembnejši razlog za naglo upadanje populacije goloba selca in hitro drvenje vrste na pot brez vrnitve. Po letu 1850 se je v Združenih državah Amerike človeška populacija hitro povečevala in pospešeno širila proti zahodu. Širilo se je kmetijstvo, začejala se je tudi industrijska

revolucija. Zaradi potreb po kmetijskih površinah in lesu so v drugi polovici devetnajstega stoletja na vzhodu Združenih držav Amerike pospešeno izsekavali gozd, zaradi česar je ob koncu stoletja gozd pokrival le še dva odstotka površine izpred petdesetih let. Z gradnjo železnic se je povečala tudi

Ilustracija iz knjige The Passenger Pigeon (Golob selec), 1907, urednik W. B. Mershon. Reprodukcija slike, ki jo je naslikal znameniti ameriški ornitolog in slikar John James Audubon (1785–1851), ima sledeči podnapis: Golob selec (Columba Migratoria). Zgoraj samica, spodaj samec.

Vir: Wikimedia Commons.

thelastpassengerpigeon1899#page/n5/mode/2up (by J. G. Hubbard, found among his photos at the Wisconsin Historical Society website).



prometna povezanost velikih in hitro rastočih mest na vzhodu z notranjostjo dežele vse do reke Mississippi, to pa je bil prav prostor poselitvenega in selitvenega območja goloba selca. Drug pomemben razlog za upad populacije goloba selca je bil lov. Ta je bil sicer prisoten tudi pred uvedbo prometnih povezav, vendar je bil namenjen le prehrani krajevnih skupnosti. Železnica pa je omogočala prevoz pobitih golobov tudi na trge velikih mest, s čimer se je povpraševanje močno povečalo, s tem pa tudi pobijanje golobov selcev, ki so se svojimi velikanskimi jatami zdeli skoraj neusahljiv in poceni vir hrane ter dober zaslužek. Drugi vzroki za izumrtje golobov selcev so bili še prihod tujih vrst, kot sta evropski vrabec in škorec, ter morebitno širjenje bolezni, vendar za to ni trdnih dokazov in so malo verjetni. Vse bolj se zdi, da so za neverjetno, a vendar še kako resnično in bliskovito izumrtje goloba selca v prvi vrsti krivi sama biologija vrste, krčenje življenjskega prostora in s tem virov hrane ter povečan obseg lova. Vsi ti dejavniki so tesno povezani. Golob selec je bil izrazito družabna vrsta, ki je potrebovala obširne gozdove z veliko proizvodnjo semen. Sama razmnoževalna sposobnost vrste, čeprav majhna, je zadostovala za vzdrževanje ogromnih populacij, dokler so imeli golobi na voljo dovolj velika strnjena gozdna območja z dovolj velikimi drevesi, ki so bogato plodila. Z izsekavanjem gozda in večjim odlovom ter posledično večjo umrljivostjo mladičev in odraslih golobov razmnoževalna sposobnost vrste ni več zadoščala za vzdrževanje velikih populacij, s tem pa tudi ne zahtevi vrste po gnezdenju v velikih kolonijah. Manjše kolonije so bile tudi veliko bolj ranljive in izpostavljene naravnim plenilcem

Golob selec (Ectopistes migratorius) v ujetništvu.

Vir: Passenger pigeon. Wikipedia. Wikimedia Commons.

http://archive.org/stream/cbarhive_49254_thelastpassengerpigeon1899/thelastpassengerpigeon1899#page/n5/mode/2up (by J. G. Hubbard, found among his photos at the Wisconsin Historical Society website).

in tekmečem za hrano. Vse skupaj je pripeljalo do tega, da je zadnji divji golob selec končal svoje življenje pod streli mladeniča v zvezni državi Ohio, zadnji golob selec, ki je poginil v ujetništvu, pa je bila že omenjena Martha le štirinajst let pozneje. V zadnjih letih devetnajstega stoletja, ko so golobi selci že skoraj izginili in večina ljudi tega ptiča sploh ni več poznala, so se sicer zavedli, da bi ga morali ustrezno zaščititi, a bilo je že davno prepozno.

Zanimivo, da je Martha, zadnja od nekoč milijard njenih predhodnikov, poginila prav ob zori prve svetovne vojne, ki je v naslednjih štirih letih zahtevala milijone človeških življenj. Kljub temu se je človeška vrsta ohranila in samo nekaj desetletij kasneje začela še večjo medsebojno morijo, ki na neki način traja še danes. Pravzaprav to, da smo ljudje tako brezbržni do drugih bitij na tem planetu, ne preseneča, saj ne spoštujemo niti lastnih življenj in življenj sočloveka. Življenje milijard golobov selcev, ki so v pičlih petdesetih letih poniknila v temino časa, bi nas morala opominjati na ranljivost milijard pripadnikov naše lastne vrste ter na našo

odgovornost do planeta Zemlja in vseh bitij, ki si ga z nami morajo deliti. Zato naj končam z odlomkom, ki ga je v kljun Marthe, zadnjega goloba selca, položil Mark Avery v svoji knjigi *Marthino sporočilo (A Message from Martha, 2014)* in gre takole:

»Odpuščam vam, ker ste iztrebili mojo vrsto – verjetno tega niti niste nameravali in morda tudi niste mogli drugače. Odpuščam vam tudi za vse druge ekološke katastrofe tistega časa, zanje velja enak izgovor. Vendar pa vaši izgovori ne morejo biti večni. Zdaj lahko izbirate, v kakšnem svetu hočete živeti in kakšen svet želite ustvariti. Imate ta privilegij, ki ga nima nobena druga vrsta. Lahko izbirate, do kakšne mere boste v prihodnosti posegali v okolje, pravice do nevednosti pa nimate več. S tem, kako boste ravnali v bodoče, boste preizkusili tudi vašo lastno vrsto. Imate znanje in sposobnost, da na tem planetu živite trajnostno, čeprav pot, ki je pred vami, ne bo lahka. Izgovora, da ne veste, kako, ni več, kajti veste. Od tu naprej se začanja preizkus, ali vam je ali vam ni vseeno. Prosim, naj vam ne bo vseeno, ravnajte bolje – in začnite zdaj.«

Spominska plošča dr. Angeli Piskernik • V spomin slovenskih naravoslovc in naravoslovc

Spominska plošča dr. Angeli Piskernik v Železni Kapli

Dr. Angela Piskernik je v slovenski naravoslovni in kulturni javnosti znana po vsestranskem udejstvovanju. Bila je znamenita slovenska botaničarka, naravovarstvenica, muzealka, profesorica in narodna delavka. Kot znanstvenica je raziskovala teme iz rastlinske fiziologije, pisala pa je tudi poljudne naravoslovne članke in črtice ter ocene, literarne prispevke, objavljala dokumente ljudske kulture, pisala o socialnih, ženskih in narodnostnih vprašanjih, napisala več srednješolskih učbenikov in slovarčka za ne-

mščino ter izdala *Ključ za določanje cvetnic in praprotnic*.

Rodila se je 27. avgusta leta 1886 v Lobniku pri Železni Kapli na Koroškem v številni kmečki in slovensko zavedni družini. Od leta 1894 do leta 1900 je v Železni Kapli obiskovala trirazredno ljudsko šolo. Mlada Korošica ni imela lahke poti do univerze na Dunaju. Bila je ženska in bila je Slovenka. Od leta 1910 do 1914 je na dunajskem vseučilišču študirala naravoslovne vede. Le-



ta 1914 je kot prva Slovenka doktorirala s področja naravoslovja. Leta 1916 je dobila službo v Kranjskem deželnem muzeju Rudolfinum v Ljubljani. Leta 1926 je vlada v Beogradu sprejela varčevalne ukrepe in žrtev teh ukrepov je bila Angela Piskernik, ki je izgubila službo. Od leta 1926 do leta 1943 je poučevala na različnih gimnazijah. Zaradi sodelovanja z Osvobodilno fronto je bila leta 1943 aretirana in v začetku leta 1944 so jo odpeljali v nemško koncentracijsko taborišče Ravensbrück. Iz taborišča se je vrnila šele sredi julija leta 1945, shujšana, oslabela in težka samo 38 kilogramov. V letu 1945 je postala ravnateljica Prirodoslovnega muzeja Slovenije. Leta 1950 se je upokojila in bila do leta 1953 honorarna ravnateljica.

Njeno glavno botanično delo sta obe izdaji *Ključa za določanje cvetnic in praprotnic* (1941, 1951). Njen ključ je bil uporabnikom prijazen in starejši botaniki so ga ljubkovalno imenovali kar »piskernica«. Pomembno je bilo njeno delovanje na področju varstva narave in prav po tem delu jo večina javnosti najbolj pozna. Bila je prva, ki se je na Slovenskem s tem poklicno ukvarjala. Prizadevala si je za zavarovanje Triglavskega narodnega parka in leta 1961 je bil sprejet zakon o zavarovanju.

Umrla je v Ljubljani 23. decembra leta 1967. Po Angeli Piskernik se v Sloveniji ne imenuje nobena ulica, prav tako nas nanjo ne spominja nobena plošča. Ob petdesetletnici Prirodoslovnega društva so bila uvedena priznanja Angele Piskernik, namenjena posameznikom za njihova naravovarstvena prizadevanja. Do leta 1998 so podelili osem priznanj. V Prirodoslovnem društvu Slovenije so želeli, da bi bila to priznanja na državni ravni. Ko se je pripravljala nov zakon o ohranjanju narave, je društvo predlagalo tedanjemu Ministrstvu za okolje in prostor, naj priznanja vključi v zakon. Na žalost do realizacije ni prišlo.

Komisija za varstvo gorske narave pri Planinski zvezi Slovenije podeljuje od leta 2009 bronasta, srebrna in zlata priznanja dr. Angele Piskernik in kot najvišje priznanje diplomlo dr. Angele Piskernik.

O Angeli Piskernik je najbolj obširno pisal zgodovinar Janez Stergar¹. Leta 2005 je bil tudi pobudnik simpozija *Dr. Angela Piskernik (1886–1967), koroška slovenska botaničarka in naravovarstvenica*. Leta 2012 je Amir Muratović² posnel film *Kuharska knjiga dr. Angele*

1 Stergar, J., 2004: *Dr. Angela Piskernik (1886–1967), koroška naravoslovka, naravovarstvenica in narodna delavka*. V: Žižek, A. (ur.): *Ženske skozi zgodovino*. Zveza zgodovinskih društev Slovenije. 227–257.

2 Muratović, A., 2012: *Kuharska knjiga dr. Angele Piskernik*. Film TV Slovenije. <http://www.najdipredogled.si/trident/quickpreview.jsp?q=kuharska+knjiga+dr.+Angele+Piskernik&qpts=52&rn=62072224>.

Piskernik. Naslov filma nas spominja na življenje v taborišču. Lačne ujetnice so si pripovedovale recepte, ki jih je Angela zapisovala, in to kuharsko knjižico, ki je edinstvena na svetu, ji je uspelo prethitopiti domov.

Letos spomladi pa je na avstrijskem Koroškem, v Železni Kapli, v bližini svojega rojstnega kraja, botaničarka, pobudnica varstva narave, glasnica spoštovanja ženskih pravic, zagovornica pravične družbe in jetnica v taborišču Ravensbrück dr. Angela Piskernik dobila svojo spominsko ploščo na zidu farne dvorane. Odkritje je bilo 29. maja leta 2015

in na plošči so kot pobudniki zapisani Slovensko prosvetno društvo Zarja iz Železne Kaple, Klub koroških Slovencev v Ljubljani in Klub 99. Ploščo je oblikoval koroški Slovenec arhitekt in likovni umetnik mag. Karl Vouk. Na ozadju nežno zelenih listov praproti je portret zasanjane mlade Angele, ki je iz teh grap odšla v svet znanosti in kulture.

Želimo in upamo, da se bomo Angele Piskernik spomnili tudi na slovenski strani meje ter po njej imenovali ulico in ji odkrili ploščo.

Nada Praprotnik

Branko Dolinar: Kukavičevke v Sloveniji • **Nove knjige**

Branko Dolinar: *Kukavičevke v Sloveniji*



Podsmreka: Pipinova knjiga, 2015. 183 str. 26 evrov.

Ob koncu letošnje zime, še preden so zacvetele orhideje, je pri *Pipinovi knjigi* izšla nova botanična knjiga - slikovni priročnik o kukavičevkah (orhidejah), ki rastejo v slovenski naravi. Avtor Branko Dolinar se ljubiteljsko ukvarja s temi nenavadnimi, skrivnostnimi in zanimivimi cveticami že več kot dvajset let. Obiskuje jih, fotografira, popisuje, išče nova nahajališča in svoje izsledke tudi objavlja, tako na spletu kot tudi v poljudnoznanstvenih in znanstvenih revijah. V pričujoči knjigi je strnil svoje bogato znanje o domorodnih orhidejah ter ga naredil dostopnega širokemu krogu naravoslovnih navdušencev in ljubiteljskih botanikov, zbrani podatki pa bodo zagotovo prišli prav

tudi poklicnim biologom in naravovarstvenikom.

Knjiga je izšla v nakladi 600 izvodov. Za strokovni pregled knjige sta poskrbela dr. Branko Vreš in mag. Andrej Seliškar, slednji je tudi napisal uvodne besede. Ilustracije je prispeval Jošt Stergaršek. Knjiga je priročnega formata, mehko vezana, primerna, da jo vzamemo s seboj v naravo ter si pri prepoznavanju in spoznavanju teh prelepah rastlin pomagamo z njo na kraju samem. Ker je zgradba cveta za prepoznavanje vrst ključnega pomena in da bi uporabnikom olajšal razumevanje opisov vrst, je avtor izvihke platnic opremil z razlagalnimi risbami cvetov, kjer so označeni in poimenovani sestavni deli cveta, na primer ostroga, medena ustna, polinij, golt, čelada ... Bralcu je v pomoč tudi slovarček pojmov na zadnjih straneh knjige. Poleg tega je na prednjem izvihku natisnjeno priročno merilce, saj je pri določanju orhidej pogosto treba kaj izmeriti, na primer širino listov, dolžino ostroge, dolžino in širino medene ustne in podobno.

Za lažjo uporabo knjige je nekaj začetnih strani namenjenih razlagi prikazov vrst v

glavnem delu priročnika. Tu se seznanimo s pomenom simbolov in okrajsav ter z uporabljanimi viri za latinsko poimenovanje. Sledi preglednica obravnavanih kukavičevk in nato glavni del priročnika - dvostranske predstavitev 79 vrst ali podvrst kukavic. Rastline so prikazane z odličnimi izvirnimi fotografskimi posnetki iz Slovenije, vsaka s po tremi: z enim celostranskim in z dvema manjšima, večinoma je vsaj eden od treh bližinski. Naveden je tudi podatek o kraju in datumu posnetka. Poleg avtorja je največ fotografij prispeval Amadej Trnkoczy, ki je tvorno sodeloval tudi pri zasnovi knjige. Posamezne vrste so posneli Florijan Poljšak, Peter Strgar, Marjan Šenica, Gino Dal Col, Igor Dakskobler, Igor Paušič, Jošt Stergaršek in Tadeja Brinovec. S slikovnim gradivom so predstavljene skoraj vse slovenske domorodne vrste oziroma podvrste orhidej (nekatero zelo redke vrste so samo omenjene v besedilu).

Kukavice so predstavljene tudi z besedo. Slovenskemu in latinskemu imenu vrste (z nekaj sinonimi) sledi opis rastline. Zahtevnejši bralec si bo pri težavnejših rodovih tu morda zaželel še več podatkov ter doslednega navedanja znakov in njihovih stanj. Navedeni so tudi podatki o rastišču, opozorila glede podobnih vrst in možnosti zamenjav, splošna razširjenost vrste v svetu in v Evropi. Ob simbolih razberemo še nekaj nadaljnjih informacij: kako visoka je obravnavana rastlina, kdaj cveti, kako pogosta je v Sloveniji in v katerem višinskem pasu se pojavlja. Razširjenost vrste v Sloveniji je prikazana z zemljevidom. Na tem mestu se seznanimo tudi z naravovarstvenim statusom vrste: izvemo, ali je vrsta zavarovana, uvrščena na slovenski rdeči seznam ogroženih vrst in v kateri kategoriji ogroženosti je ter ali je morda evropsko pomembna vrsta omrežja *Natura 2000*. V zadnjih desetletjih namreč številčnost mnogih vrst orhidej naglo upada. Svetloljubne travniške orhideje ogrožata zaraščanje travnikov in čezmerno gnojenje, orhidejam vlažnih travnikov pa močno škoduje izsuševanje tal. Vse vrste divje rastočih orhidej so v Sloveniji

zavarovane, orhideje pa so ena najbolj ogroženih družin tudi v svetovnem merilu.

Bralcu bo zagotovo v veselje prebrati tudi kaj o zgodovini, zanimivostih in/ali etimologiji obravnavane vrste ob simbolu »odprta knjiga«. Marsikatera zanimivost je prav zabavna: o steničji kukavici, na primer, preberemo, da njen cvet oddaja neprijeten vonj, ki ga nekateri starejši ljudje z izkušnjami iz vojne prepoznajo kot vonj po zmečkani stenici, ki je sesala človeško ali živalsko kri. Pri opičji kukavici izvemo, da je takšno vrstno ime dobila zato, ker njen cvet po obliki spominja na opico, pri vimenjaku pa slovensko ime izvira iz oblike gomoljev, ki spominja na kozje vi-me.

Pri orhidejah občasno naletimo na albino primerke (ti cvetijo belo, čeprav so sicer pri tej vrsti cvetovi barviti), primerke z nepravilnostmi v zgradbi cvetov ali socvetij, pa tudi na križance, tako med vrstami istega rodu kot med vrstami iz različnih rodov. Te posebnosti avtor s fotografijami predstavlja v poglavju *Muhavost narave pri kukavičevkah* na koncu knjige.

Knjigi na pot je avtor zapisal, da se zgodbe ljubitelja divje rastočih orhidej ponavljajo iz leta v leto, pa vseeno niso nikoli enake. Začnejo se v začetku marca, ob milih zimah še prej, ko med suho travo opazimo prve liste mačjih ušes, na sončnih obrobah gozdov pa popke bledih kukavic. Potem gre vse zelo hitro: zacvetijo travniške orhideje na Primorskem, nato drugod po Sloveniji, pozneje se začnejo obiski orhidej na mokriščih, v sredogorju in na gorskih travniščih. Ko bomo kukavice srečevali v naravi in jih želeli spoznati поблиžje, bodimo obzirni. Ne nabirajmo jih, pač pa jih spoznavajmo v njihovem naravnem okolju. Pri tem nam bo odlični slikovni priročnik Branka Dolinarja, predanega občudovalca in raziskovalca orhidej, zagotovo v pomoč.

Tinka Bačić

Poletno nočno nebo

Mirko Kokole

Konjunkcija Venere in Jupitra

Kratke poletne noči, ki nam po vročih dnevih nudijo nekaj osvežitve, so lahko zanimive tudi za opazovanje nebesnih pojavov, med katerimi so prav gotovo tudi bližnja srečanja svetlih nebesnih teles. Takim bližnjim srečanjem pravimo tudi konjunkcije. Dve nebesni telesi, na primer dva planeta, sta v konjunkciji, kadar imata enako ekliptično dolžino ali enako rektascenzijo. Kar pa ne pomeni nujno, da sta si tudi navidezno najbližje na nebo, vsaj za planete, ki vsi krožijo okoli Sonca po približno enaki ravnini, pa to velikokrat drži.

Najlepše so konjunkcije svetlih planetov, kot sta Jupiter in Venera. Kadar se jima pridruži še Luna, pa je dogodek še posebej lep. Letos smo lahko tako bližnje srečanje vseh treh videli 20. junija. Takrat so Jupiter, Venera in Luna nad zahodnim obzorjem tvorili nebesni trikotnik, ki je imel stranice velike približno šest ločnih stopinj. Taka srečanja sicer niso posebej redka, a so vseeno zelo lepa in za njihovo opazovanje ne potrebujemo prav nobenega pripomočka, zadošča le jasno nebo.

Po tem lepem dogodku smo lahko vsak dan opazovali, kako se je Venera navidezno približevala Jupitru. 30. junija sta si bila najbližje. Oddaljenost med njima je bila le 0,3 ločne stopinje, kar je manj kot navidezni premer Lune. Dogodek smo lahko videli najlepše s prostim očesom, če pa smo imeli daljnogled, je bil pogled tudi zelo lep. Če pa pogled obrnemo nekoliko proti zahodu, lahko vidimo še lepo kopico M44 v ozvezdju Raka.

Vse poletje lahko opazujemo tudi planet Saturn, ki se sedaj nahaja v ozvezdju Tehtnice. V tem obdobju je Saturn v najboljši legi za opazovanje. Poleg konjunkcije Jupitra, Venere in Lune ter Saturna lahko v poletnih

nočeh opazujemo tudi vsa za to obdobje značilna ozvezdja. Med njimi so na prvem mestu ozvezdja poletnega trikotnika, ki ga sestavljajo najsvetlejše zvezde Lire, Laboda in Orla.

Poletni trikotnik

Liro na nebu zelo lahko poiščemo, saj je Vega, njena najsvetlejša zvezda, tretja najsvetlejša zvezda na našem nebu. Od nje sta svetlejša le Sirij v Velikem psu in Arktur v Volarju. Poleti najdemo Vego blizu nadglavišča in jo zato ne moremo zgrešiti. Vega je zelo svetla modra zvezda, ki je od nas oddaljena le 26 svetlobnih let, kar pomeni, da je za astronomske razmere zelo blizu. Ostale zvezde v ozvezdju Lire niso tako svetle, vendar kljub temu tvorijo lahko prepoznavni paralelogram. Ena od bolj zanimivih zvezd tega ozvezdja je ϵ Lire, ki jo najdemo malo nad Vego. S prostim očesom jo vidimo kot dvojno zvezdo, pogled skozi teleskop pa nam razkrije še dodatni dve zvezdi, kar pomeni, da je ϵ Lire četverni sistem. Ozvezdje Lire v sebi skriva še eno zanimivost. To je planetarna meglica M57. Planetarne meglice nastanejo ob koncu življenja manj masivnih zvezd, kot je na primer naše Sonce. Megličasti oblak je ostanek zvezdine atmosfere, ki se je močno napihnila. M57 najdemo na zveznici med zvezdama γ in β Lire.

Drugo ozvezdje v poletnem trikotniku je ozvezdje Laboda, ki ga nekateri imenujejo tudi Severni križ. Njegova najsvetlejša zvezda je Deneb, ki se nahaja v Labodovi glavi. Ker ozvezdje prečka tudi Rimska cesta, lahko skozi daljnogled uzremo v njem kar nekaj zanimivosti. Ena med njimi je prav gotovo razsuta zvezdna kopica M39.

Zadnje ozvezdje poletnega trikotnika je Orel. Njegova najsvetlejša zvezda se imenuje Atair in je od našega Sonca oddaljena 16,5

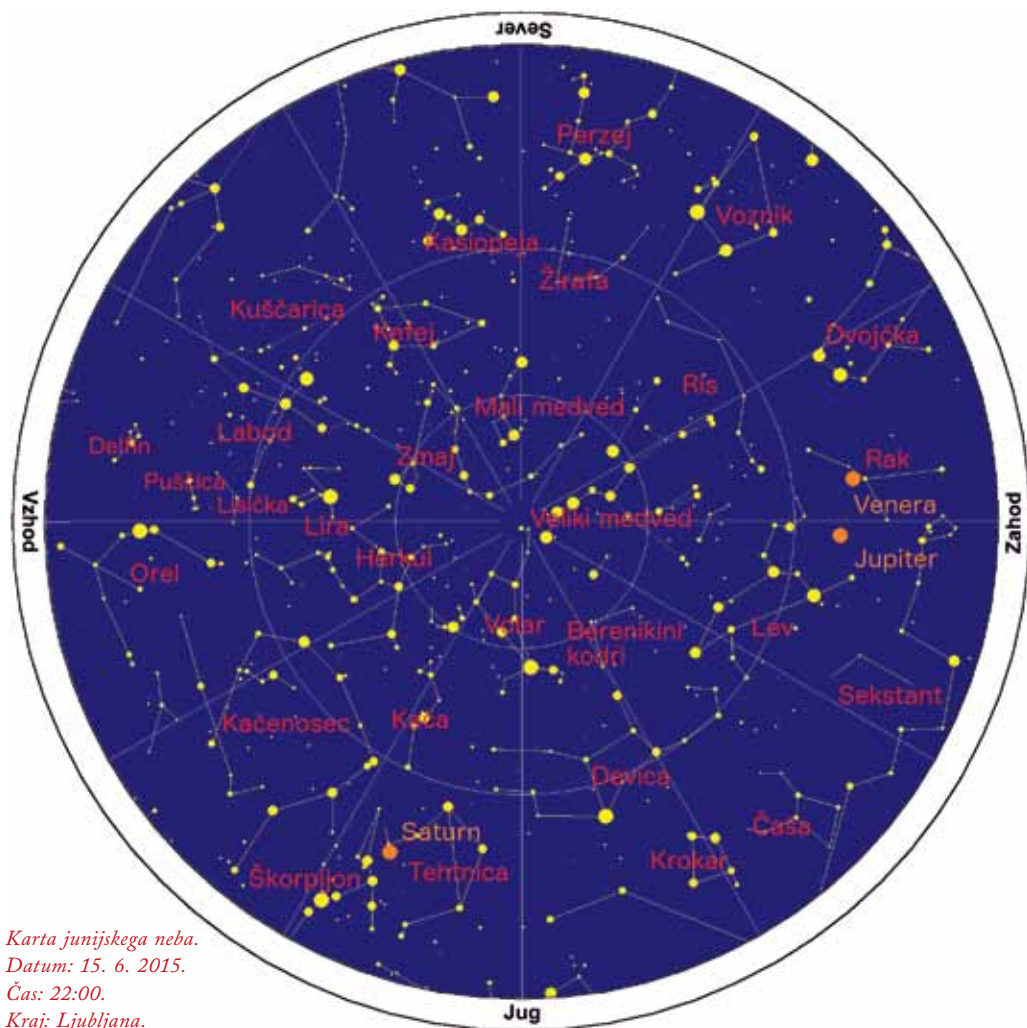
svetlobnega leta. Je desetkrat svetlejša od Sonca in je podobnega tipa kot Sirij. Zanimivo je, da se zelo hitro vrti okoli svoje osi. En obrat opravi v 6,5 ure, kar je v primerjavi s Soncem, ki potrebuje 25 dni, zelo hitro. Ozvezdje Orla po svoji obliki tudi v resnici spominja na ptico v letu.

Nad južnim obzorjem

Če pogled obrnemo še proti južnemu obzorju, tam najdemo ozvezdji Strelca in Škorpijona.

Strelca najlažje prepoznamo, če si ga predstavljamo v obliki čajnika. Kadar gledamo v

njegovo smer, gledamo proti središču naše galaksije, Rimske ceste. Ozvezdje Strelca je kar posejano z različnimi nebesnimi objekti. Najzanimivejša je razsuta zvezdna kopica M24. Njej sledi prav tako razsuta zvezdna kopica M23, ki ima magnitudo 5,5 in vsebuje približno sto zvezd. Pogled nanjo je še posebej zanimiv z daljnogledom. Razsutim zvezdnim kopicam sledi meglica Trifid z oznako M20. Ta meglica je kombinacija sevajoče in odbojne meglice. Meglici Trifid sledi zvezdna kopica M22, ki je ena najlepših. Kopica ima skupno magnitudo 5,1, kar pomeni, da je svetlejša od velike kro-



Karta junijskega neba.

Datum: 15. 6. 2015.

Čas: 22:00.

Kraj: Ljubljana.

glaste kopice M13 v ozvezdju Herkula. Ob zelo lepem vremenu in temni noči jo lahko vidimo tudi s prostim očesom. Najdemo jo nekoliko vzhodneje od zvezde λ Strelca, ki predstavlja vrh čajnikovega pokrovčka.

Škorpion je eno od tistih redkih ozvezdij, ki s svojo obliko resnično spominja na škorpiona. Na žalost ga je v naših krajih težko videti, ker potrebujemo neoviran pogled proti obzorju. Najsvetlejša zvezda Škorpiona je Antares. Škorpionov rep je posejan z razsutimi zvezdnimi kopicami, najdemo pa

tudi dve lepi kopici, M80 in M4, ki imata magnitudi 7,2 in 5,9.

Poleg planetov in zanimivih ozvezdij poleti ne smemo pozabiti tudi na utrinke. Sredi avgusta bodo dejavni Perzeidi, ki so eden najlepših meteorskih rojev. Najbolj dejavni bodo 12. avgusta, ko bomo lahko videli tudi do sto ali več utrinkov na uro. Čeprav so poleti noči najkrajše, je na nočnem nebu toliko zanimivosti, da jih lahko opazujemo vse do jutra.

Odmevi

Odziv

Gospod dr. Božidar Voljč se je prijazno odzval na članek Lare Anje Lešnik in Lucije Vesenjaka z naslovom *Transfuzija krvi – od zamisli do prvih izvedb*, ki je izšel v šesti številki *Proteusa*, in prispeval za Slovence in zgodovino slovenske medicine sledeči pomembni podatek:

»Z dr. Landsteinerjem je v času odkritja krvnih skupin sodeloval dr. Janez Plečnik, ustanovitelj slovenske medicinske fakultete. Kot je razvidno iz članka, ki ga je z naslovom *Über Agglutinationserscheinungen normalen menschlichen Blutes* leta 1901 objavil v *Wiener Klinischen Wochenschrift*, je dr. Landsteiner krvne skupine preizkušal kar pri svojih sodelavcih, med katerimi je bil tudi dr. Plečnik. Za odkritje, objavljeno v tem članku, je dr. Landsteiner več kot četrto stoletja kasneje dobil Nobelovo nagrado za medicino.

Tako je naš dr. Plečnik prvi človek, pri katerem je bila ugotovljena njegova krvna skupina. V predverju Zavoda za transfuzijsko medicino v Ljubljani je tej podrobnosti v čast postavljeno njegovo poprsje. Prof. dr. Mateja Bohinjec, ki je v Sloveniji vpeljala tipizacijo tkiv HLA, pa je pri organizaciji tradicionalnih mednarodnih srečanj o tipizaciji tkiv, ki so potekala v Ljubljani pod okriljem Zavoda za transfuzijsko medicino, za njihov simbol kot posebljenje mostov med ljudmi in strokami izbrala ljubljansko Tromostovje, stvaritev brata, arhitekta Jožeta, in tako na duhovni ravni povezala dediščini, ki sta nam jo oba zapustila.« Dr. Božidarju Voljču se za dragoceni podatek v imenu bralk in bralcev, avtoric in mentorice prof. dr. Zvonke Zupanič Slavec iskreno zahvaljujemo.

Uredniški odbor

Table of Contents

Editorial

Tomaz Sajovic

Medicine

When the Dead Teach the Living – Anatomy through Time

On the 500th birth anniversary of the pioneer of scientific anatomy Vesalius (1514–1564)

Zvonka Zupanič Slavec

Andreas Vesalius (1514–1564), son of a court apothecary, was born in Brussels and soon decided to become a physician. His study of medicine began in Louvain and continued in 1533 in Paris. When attending his third public dissection as a student he got the opportunity to demonstrate his skills – these were so good that he performed the next dissection on his own. In 1536 his teacher published a book in which he described Vesalius as a skilled anatomist.

With the war breaking out Vesalius enrolled in the medical school in Padua and received his medical degree in 1537. His talent for anatomy was rewarded with his appointment as professor of surgery at the University of Padua. Thus his research into the anatomy of the human body began. For the next five years he was deeply involved in research and teaching. He dissected many bodies, by then no longer hard to find, and focused mainly on the course of the nerves, veins and arteries. It is not known exactly when Vesalius first became aware that Galen's anatomy was based on animal rather than human anatomy. Having realised that, most likely around 1540, Vesalius started to *systematically compare all Galen's findings* with the results of his dissections. That same year he conducted three public dissections in Bologna in which he consistently corrected Galen. In his further work Vesalius no longer took Galen's findings into consideration, but followed his own, which

created considerable resentment among reactionary circles. His personality made a big impression on Titian's pupil *Jan Stephan van Calcar* (1499–1546), who illustrated anatomical studies that accompanied Vesalius's work. Calcar prepared three hundred exceptional woodcuts that continue to impress with their perfection to this day. In August 1542 he completed his *opus magnum* and prepared it for publication in a series of seven books entitled *De humani corporis fabrica libri septem* (*On the fabric of the human body in seven books*). He also prepared a summary or *Epitome* that was intended for a wider circle of readers and was published also in German. The work was published in Basel, Switzerland, and Vesalius also donated one of his preparations, an entire human skeleton, to the University of Basel. In June 1543 his major work, known in scientific circles as *Fabrica*, was published in Latin. Vesalius's contribution to the anatomy of the 16th century was truly revolutionary. He dealt a fatal blow to *Galen's* authority when he identified around two hundred mistakes in his *anatomy*. Even though there are errors in Vesalius's anatomy as well, some that could not have been eliminated before his successors, his work pushed medicine from scholastic reading of old authors to scientific investigations and research. His *Fabrica* remained the standard in the study of anatomy for another two hundred years.

Geology

Geological Walk in Northwestern Sardinia

Matija Križnar

Sardinia is slightly bigger than Slovenia in terms of size, but in terms of geology our country can well compare. However, with a variety of igneous and metamorphic rocks and its geomorphology Sardinia is very different from Slovenia. A large part of Sardinia, especially the northeast, is composed of igneous rocks dating back to the Paleozoic Era. These are mainly granites, especially grayish granodiorites and similar quartz diorites, reddish leucogranites and monzonites and some other intrusive igneous rocks. All these rocks sometimes cut through pegmatite and aplite dikes. Especially interesting are hydrothermal dikes dominated by quartz, while the dikes comprise also commercially important ores such as gold and silver. Weather resistant as they are, these rocks can be seen anywhere in Sardinia. They are extracted on wide mountain ridges of the northern part of the island, between Luogosanto and Bassacutena. That's where we can see large quarries and already excavated rock blocks ready to be used. Some granite blocks show manganese and iron oxide dendrites. More rarely you can see large cracks with quartz crystals adhered to mica minerals (muscovite, biotite ...).

Physics

Interference and Diffraction

Janez Strnad

In the International Year of Light we remember how physicists became aware of new light phenomena. Having discussed the *Origins of the Discovery of Diffraction* we should have a closer look at diffraction in connection with interference. A diffraction grating is one of the most important devices in optics. The extract is the next sequel in the *Brief History of Light*.

Biology

Ultraviolet Radiation – a Significant Factor in the Life of Plants

Alenka Gaberščik, Alan Jones, Marcel Jansen

Solar radiation is crucial to our planet and its radiation

spectrum includes the ultraviolet range. Ultraviolet radiation is one the key factors that have contributed to the diversity of the Earth's biocoenosis. Nevertheless, the public still views ultraviolet radiation as mainly negative. Most people associate it with burns and skin cancer and remain largely unaware of the positive role that the ultraviolet radiation plays in our lives. The article presents the benefits and threats of ultraviolet radiation, from reduced crop yields to improved quality of edible plants and increased drought resistance, fewer pest problems and tolerance to different plant diseases. It's up to us how we will utilize this knowledge to prevent any harmful effects of ultraviolet radiation on people, animals and plants that are exposed to it. It's also important to utilise what's good for our own benefit, similarly to what many organisms did during evolution.

Ecology

To the Memory of the Passenger Pigeon, a Reminder to Man

Tom Turk

The death of any last specimen in any wretched nook of a zoo is also the death of its species, thus sunk into oblivion. But the death of the last of the last is no more than the last act of the tragedy that had begun long ago, before people even became aware of it. What's more, and usually more likely to be true, this tragedy was also our doing, for we have furthered and acted it out carelessly, minding only our own petty benefits. The tombstone and the epitaph that we dedicated to the last of the Mohicans is only a memento to our own stupidity and unbridled greed. Martha has such a tombstone. Martha was a female passenger pigeon (*Ectopistes migratorius*). She died on 1 September 1914 at around 1 pm at the Cincinnati Zoo in the USA and was the last of once the most numerous bird species on the planet, a species whose population was estimated to comprise billions of birds. Two out of five birds in North America used to be passenger pigeons. Still, it only took the last fifty years of the 19th century for this species to become extinct. It's been almost exactly 100 years since the death of the last passenger pigeon and the last generation of people who saw these birds in their youth are also long gone. The memory of the passenger pigeon now lives in written testimonies, drawings and a handful of black and white photographs, so it seems only right that *Proteus* readers should learn something about it as well. This record serves also as a reminder that its extinction as well as the extinction of many other species should be understood also in terms of the destiny of our own species.

A tribute to Slovenian natural scientists

A Memorial Plaque to Dr. Angela Piskernik in Železna Kapla

Nada Praprotnik

New book

Branko Dolinar: Kukavičevke v Sloveniji (Orchids of Slovenia)

Tinka Bačič

Our sky

Night Sky in Summer

Mirko Kokole

Echoes

Table of Contents

Razpis tekmovanja iz znanja biologije za Proteusovo priznanje

v šolskem letu 2015/2016

Prirodoslovno društvo Slovenije organizira tekmovanje iz znanja biologije za osnovne šole za Proteusovo priznanje. Tekmovanje je organizirano na dveh ravneh – šolskem in državnem.

Na šolsko tekmovanje se lahko prijavijo učenci 8. in 9. razredov osnovnih šol. Več o pogojih udeležbe na državnem tekmovanju in ostala pravila tekmovanja si preberite v Pravilniku tekmovanja, ki je objavljen na spletni strani www.proteus.si.

Tema tekmovanja v naslednjem šolskem letu bo **Metulji Slovenije**, učenci pa naj poznajo sledečo tematiko:

- morfološko zgradbo metuljev, razvoj, življenjska okolja, prilagoditve na okolje,
- ogroženost: kaj jih ogroža in zakaj,
- posamezne vrste in njihove značilnosti: velerilec (*Macroglossum stellatarum*), jamamaj ali japonska sviloprepka (*Antharaea yamamai*), črtasti medvedek (*Euplagia quadripunctaria*), navadni gobar (*Lymantria dispar*), strašničin mravljinčar (*Phengaris/Maculinea teleius*), rdeči apolon (*Parnassius apollo*), barjanski okarček (*Coenonympha oedippus*), lastovičar (*Papilio machaon*), citronček (*Gonepteryx rhamni*) in lorkovičev rjavček (*Erebia clacaria*).
- **Latinskih imen ni treba poznati!**

Dodatna gradiva in priporočeno literaturo za pripravo na tekmovanje bomo objavili na naših spletnih straneh.

Šolsko tekmovanje bo v sredo, 21. oktobra leta 2015, ob 13. uri,
državno pa v petek, 4. decembra leta 2015, ob 15. uri.

Šolsko tekmovanje bo trajalo 45 minut, državno pa 90 minut.

Lokacije državnega tekmovanja bomo objavili konec meseca septembra na naši spletni strani.

Rezultati državnega tekmovanja bodo objavljeni najkasneje v 10 dneh po izvedenem tekmovanju na spletnih straneh društva.

Kotizacija za učenke in učence za sodelovanje na tekmovanju: višina kotizacije znaša 2,44 evra (všet je 22-odstotni DDV) na posameznega učenca, ki se bo udeležil tekmovanja na šolski ravni. Račun za kotizacijo bomo na šole poslali po končanem tekmovanju.



■ *Geologija*

Geološki sprehod po severozahodni Sardiniji

Neprestani rahli vetrič, beli pesek na plaži in trume turistov so odsev počitniškega utripa na drugem največjem sredozemskem otoku. To je otok Sardinija. Seveda je poletni obisk tega »uporniškega« otoka tudi prijetno doživetje. Naravoslovci tukaj lahko opazujemo marsikaj, od rožnatih plamencev, botaničnih posebnosti do izjemne geološke raznolikosti. In prav slednje bomo poskušali približati še širši publiki, tako da bo svoje morebitne obiske Sardinije lahko obogatila tudi z geološkimi vsebinami.



■ *Fizika*

Interferenca in uklon

V Mednarodnem letu svetlobe obudimo spomin na to, kako so v zavest fizikov vstopali novi pojavi s svetlobo. Po Začetku uklona je vredno obdelati uklon še v povezavi z interferenco. Uklonska mrežica je eno od pomembnih orodij optike. Opis nadaljuje Malo zgodovino svetlobe.



■ *V spomin slovenskih naravoslovk in naravoslovcev*

Spominska plošča dr. Angeli Piskernik v Železni Kapli

29. maja letos je na avstrijskem Koroškem, v Železni Kapli, v bližini svojega rojstnega kraja, botaničarka, pobudnica varstva narave, glasnica spoštovanja ženskih pravic, zagovornica pravične družbe in jetnica v taborišču Ravensbrück dr. Angela Piskernik dobila svojo spominsko ploščo na zidu farne dvorane. Želimo in upamo, da se bomo Angele Piskernik spomnili tudi na slovenski strani meje ter po njej imenovali ulico in ji odkrili ploščo.

ISSN 0033-1805

