

ISSN 1318-9670



NARAVOSLOVNA

zima 2022 • letnik XXVI • št. 2

solnica

revija za učitelje, vzgojitelje in starše



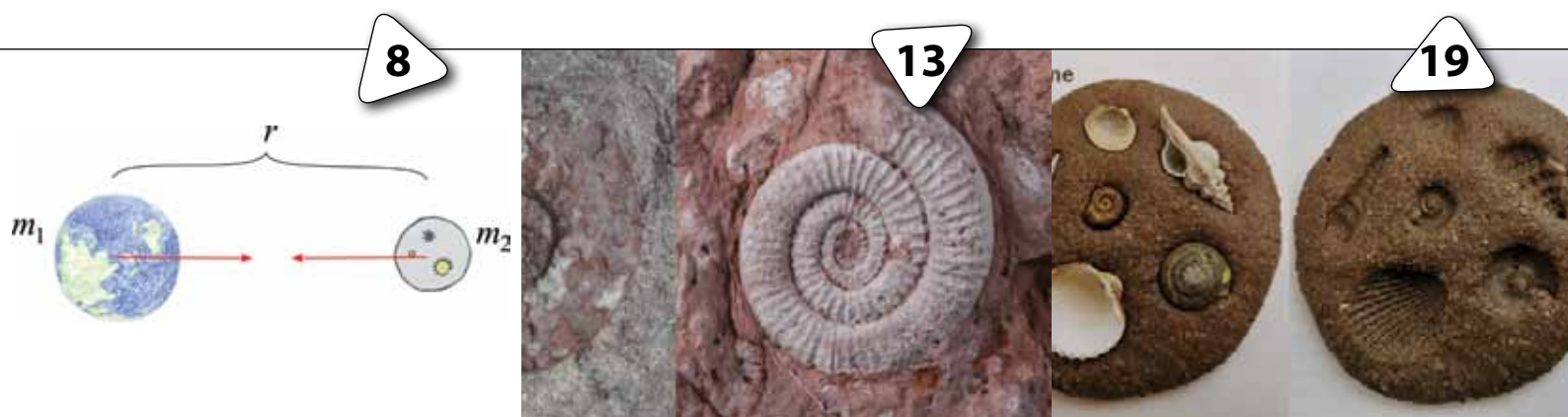
Univerza v Ljubljani
Pedagoška fakulteta



Življenje in delo Jožefa Stefana

Izdelaj svoj fosil

Bakterije, virusi in maske



Spoštovane bralke in spoštovani bralci!

Biti učitelj v današnjem času pomeni še posebno velik izziv. Nikoli si nisem mislila, da me bo ob prihodu v razred najbolj razveselilo dejstvo, da so prisotni čisto vsi učenci. To pomeni, da mi ne bo potrebno snemati razlage, pripravljati gradiva za tiste v karanteni ali pa se priklapljati v živo. Hibridni sistem poučevanja je res izziv, za učitelja pa tudi velik napor.

To, da so v šoli vsi učenci, pomeni tudi, da lahko pouk izvedem, kakor mi v tistem trenutku zadiši. Seveda smo prvi tak dan izkoristili za sprehod po okolici. Z velikim zanimanjem sem opazovala učence, ki so presenečeno ugotavljali, da je še zima, pa so vseeno pred šolo že zvončki, da slišijo ptice, ki so bile pozimi tiho, da tudi tiste najmanjše zaplate snega, ki je še samevala za šolo, ni več.

Zelo rada izvedem pouk na prostem, sploh pouk naravoslovja, kjer je tudi veliko tehničnih vsebin. V reviji tako najdete prispevek o prevesni gugalnici, namenjen sicer petošolcem, a ima uporabno vrednost že prej. S tehtanjem in ravnovesjem se srečamo že v

prvem vzgojno-izobraževalnem obdobju. Otroke zelo pritegnejo teme, ki so skrivnostne. Tudi tokrat je nekaj tem zbranih v reviji. Sem vsekakor spadajo netopirji, breztežnost, vzgon, kako ribe lebdi pod vodo. Tudi otroci želijo oprijemljive dokaze o tem, ali nas maske ščitijo ali ne. Take izzive si nekateri zastavljajo v raziskovalnih nalogah. Ena izmed njih je predstavljena tokrat. Ustanova, kjer je naravoslovje doma, je tudi Inštitut Jožefa Stefana. V članku najdete kar nekaj informacij o življenju našega znamenitega znanstvenika, po katerem je inštitut poimenovan.

Verjamem, da nas čaka v prihodnje veliko pouka na prostem in v živo. Naravoslovje je izkušnja, pristen odnos z naravo, ki ga ne moremo nadomestiti s predavanji na daljavo.

Živa Škrinjar, članica uredniškega odbora

Revijo Naravoslovna solnica v letih 2021 in 2022 sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost republike Slovenije (ARRS).

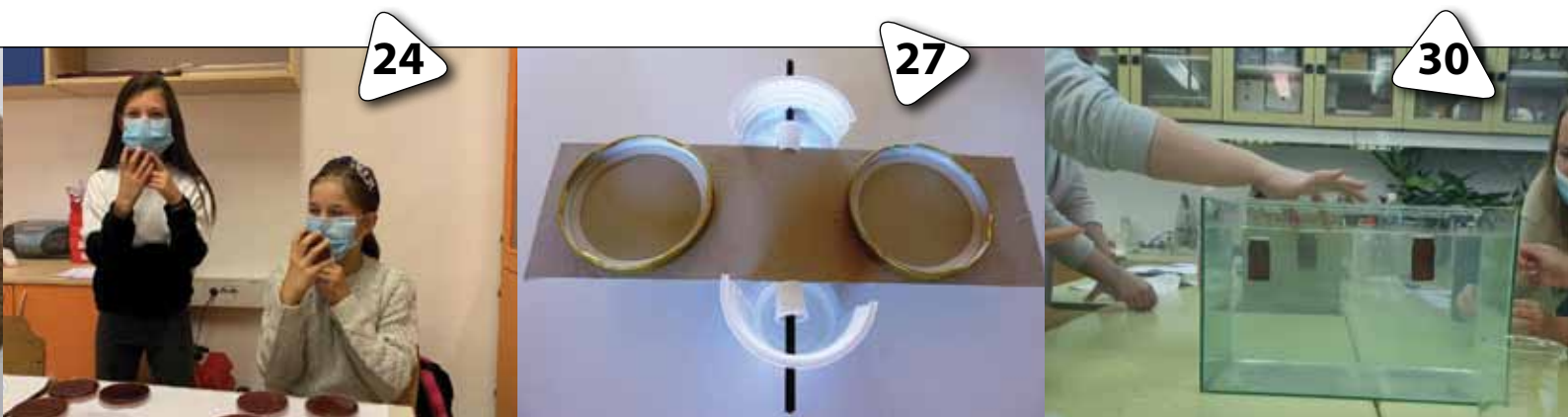
Revija izhaja trikrat na leto – jeseni, pozimi in spomladi. Cena posamezne številke je 7,20 €. Letna naročnina znaša 23,10 €. Plačuje se enkrat letno in sicer novembra. Študentje imajo 10-odstotni popust. Šole, ki bodo naročile po 2 ali več izvodov revije, imajo pri naročilu 10-odstotni popust.

Naslov uredništva, naročanje in oglaševanje:

Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani, Kardeljeva ploščad 16, 1000 Ljubljana

tel.: 01/5892 312, faks: 01/5892 233 (pripis: za dr. Gregor Torkar), e-pošta: naravoslovna.solnica@pef.uni-lj.si, www.pef.uni-lj.si

NARAVOSLOVNA SOLNICA *Založnik:* Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani ▪ *Dekan:* dr. Janez Vogrinc ▪ *Odgovorni urednik:* dr. Gregor Torkar ▪ *Urednica:* dr. Jerneja Pavlin ▪ *Jezikovni pregled:* dr. Darija Skubic ▪ *Oblikovanje:* Andreja Globočnik ▪ *Fotografija na naslovnici:* Dekleta testirajo prepustnost maske (foto: Lota Gasser Vončina) ▪ *Prelom:* Igor Cerar ▪ *Tisk:* Para d. o. o., Ljubljana ▪ *Uredniški odbor:* dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Darja Skribe - Dimec, dr. Barbara Bajd, dr. Dušan Krnel, Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani, Zvonka Kos, Nataša Jeras, OŠ Šmartno pod Šmarno goro, Eva Lederer, Živa Škrinjar, OŠ Spodnja Šiška, Ana Gregorac, OŠ Loka Črnomelj



4 Življenje in delo Jožefa Stefana

Sašo Dolenc

8 Breztežnost in kaj ima s tem Newton

Barbara Rovšek

13 Najbolj prepoznavni in pogosti fosili na Slovenskem

Matija Križnar

IZ ŠOL IN VRTCEV

19 Izdelaj svoj fosil

Hana Pečar

24 Bakterije, virusi in maske

Lota Gasser Vončina

27 Izdelava gugalnice prevesnice v 5. razredu

Tina Šifrer Gazvoda

IZ ŠOL IN VRTCEV

30 Lebdenje v vodi: uporaba modela 5R

Gregor Torkar, Luka Praprotnik, Žan Rode

ZRNO SOLI

34 Kartezijev plavač

Jerneja Pavlin

5 MINUT ZA BIODIVERZITETO

35 Prhutanje pod skupno streho

Aja Zamolo, Primož Presetnik

IZ ZALOŽB

38 ELEKTRIKA

Kaj naredi, da stvari delujejo?

Učiteljicam in študentkam, katerih prispevki so objavljeni v tej številki, bosta Modrijan izobraževanje in Mladinska knjiga podarila knjige iz svojega založniškega programa.

Veseli smo, da nam pošiljate svoje prispevke in tako sooblikujete revijo. Hvala za zaupanje.

Uredništvo



Življenje in delo Jožefa Stefana

Ko uporabimo katerega od izrazov, kot so algoritem, dolomit in pasterizacija, se le redkokdaj vprašamo, kdo so bili znanstveniki, katerih imena so postala splošni strokovni pojmi. Podobno se s Stefanovim zakonom in Stefanovo konstanto med študijem srečajo številni študenti naravoslovja in tehnike, a tudi med njihovimi profesorji je le malo takih, ki o učenjaku, ki je za časa svojega življenja veljal za enega najpomembnejših znanstvenikov avstrijskega cesarstva, vedo kaj več kot to, kako mu je bilo ime.

Revna mladost na Koroškem

Jožef Stefan se je revnim, nepismenim in neporočenim staršem rodil 24. marca 1835 v vasi Šentpeter pri Celovcu. Mati Marija Startinik je bila ob sinovem rojstvu stara vsega 19 let in je delala kot dekla, oče Aleš Stefan pa je bil mlinarski pomočnik.

Čeprav je bil Jožef že v mladosti zelo nadarjen za učenje, je moral kot otrok opravljati tudi veliko fizičnega dela. Ker je za očeta prenašal težke vreče z moko, je imel kasneje v življenju eno ramo malo povešeno. Tudi hrana, ki je bila na voljo doma, je bila zelo preprosta, se je spominjal v svojem prvem javno objavljenem sestavku v nemščini leta 1857, ko je za *Klagenfurter Zeitung* poročal o poljedelski in gozdarski razstavi na Dunaju.

Kot bister otrok je želel po štiriletni osnovni šoli izobraževanje nadaljevati na gimnaziji, a so mu bila vrata šole kot nezakonskemu otroku najprej zaprta.

Oče si je k sreči sčasoma dovolj gmotno opomogel, da je lahko odprl svojo pekarno v Celovcu, kar je staršem omogočilo, da so se leta 1844 poročili in sinu omogočili nadaljevanje izobraževanja. Ob poroki staršev je Jože po očetu prevzel priimek Stefan oziroma po slovensko Štefan. Dokler so bili starši živi, se je Jožef vsako poletje za dlje časa vračal na Koroško, hodil po hribih in veliko energije namenil temu, da je nepismene starše učil brati in pisati.

Šolanje in pisanje v slovenščini

Po burnem letu 1848 so v Avstriji izvedli reformo šolstva. Prejšnja šestletna gimnazija in dvoletni licej sta se združila v osemletno gimnazijo. Z reformo so na gimnaziji kot samostojen učni predmet uvedli tudi slovenščino, ki je za slovenske učence postala obvezna, za nemške pa je bila na voljo kot izbirni predmet. Slovenščino je v Celovcu poučeval Anton Janežič, ki je imel najprej sicer dovoljenje le za učenje na šoli, ne pa tudi, da bi prejemal plačilo za delo, ki ga je opravljal. Med njegovimi prvimi učenci je bil prav Jože, ki je tečaj slovenščine končal z zelo dobro učiteljevo opisno oceno: »Rojen Slovenec, obiskuje tečaj tretje leto, popolnoma točno znanje literature, okusno pismeno oblikovanje, združeno s pohvalnim razumevanjem ilirščine in stare slovenščine.«

Kot najstnik je začel v slovenščini objavljati pesmi in razne druge spise, v katerih se je dotaknil romantičnih, domoljubnih in znanstvenih tem. Vendar njegovo pisanje v slovenski kulturni skupnosti žal ni bilo preveč dobro sprejeto. S svojim literarnim talentom se je sicer odkrito soočil v pesmi z naslovom Avtokritika, v kateri se nekako poslovil od pesnjenja: »Kaj hudiča na Parnasu/ matematičar počenja/ ..., saj se vidi, da navajen/ je le iksa, ipsilona.«

A bistveno bolj kot njegove mladostne pesmi so z današnjega vidika zanimivi njegovi poljudnoznanstveni spisi. Takole je v reviji *Šolski prijatelj* leta 1855 ob pojasnjevanju, zakaj je nebo modro, spotoma omenil tudi mavrico: »Sončna luč je bela in sestavljena je iz več drugih barvenih luči. Sestavljena je iz tistih barv, ki se nam prikazujejo, kader se razpenja po nebu mavrica ali božji stol, iz ravno tistih barv, ktere vidimo gledajoči skoz trioglato steklo.«

Stefanovi poljudnoznanstveni sestavki bi gotovo zelo popestrili skromno ponudbo slovenske literature v sredini devetnajstega stoletja, vendar nekateri vplivni lokalni intelektualci nad strokovnim pisanjem niso bili ravno navdušeni. Fran Levstik je na primer menil, da Slovenci še niso dovolj zreli za branje zahtevnih člankov o znanosti in da je treba naš narod najprej

izobraziti in pritegniti h knjigi s povestmi, šele nato ga seznanjati tudi z dosežki naravoslovja.

V polemичnem sestavku iz leta 1859, v katerem se je odzval na članek študenta medicine Valentina Janežiča z naslovom Potrebe Slovencev glede prirodnih ved, se je Levstik ponorčeval iz poskusov, da bi zabite Slovence že takrat morili s prirodoslovjem: »Preden končam, naj še opomnim, da čeravno je morda res jako treba ljudstvu 'razlagati redivnost in vrednost njegovega živeža, imenitnost železnih cest' itd., vendar menim, da bi narodu za zdaj mnogo bolj koristile dobre povesti, kratkočasnega in podučnega zapopadka, in druge take reči, pisane v domačem govoru in domačem duhu.«

Stefana so takšni posmehljivi komentarji prizadeli, čeprav niso leteli neposredno nanj. Odzval se je s sestavkom, v katerem je opozoril na težave, s katerimi se je srečal, ko je poskušal pisati članke o znanosti v domačem jeziku: »Stojim pred vami znabiti s celim košem nemškega znanja in s pestjo slovenskih besed. Iz koša bi bilo lahko jemati, a težko je vselej iz njega vzetej stvari najti prikladnega oblačila v skerčenej pesti. In nagih jih vendar ne morem pošiljati v svet. Zakaj Slovenci so zdaj močno sramežljivi, in jezične nesramnosti jim bodejo serca slovničarske. Studijo se jim besede, katerih prosti kmet v domovini slovenskega duha ne nosi na jeziku zjutra in večera.«

Kmalu po Levstikovem zafrkljivem sestavku na račun primernosti poljudnoznanstvenih sestavkov za



Slika 1: Jožef Stefan (risba: Žan Rode)

Slovence je Stefan v starosti nekaj čez dvajset let javno povsem prenehal pisati v svojem maternem jeziku. Osredotočil se je predvsem na akademsko kariero in postal vodilni fizik svojega časa.

Študij na Dunaju in začetek znanstvene kariere

Stefan se je na dunajsko univerzo vpisal jeseni 1853. Že v gimnaziji so ga zelo zanimala naravoslovne vede in ker se pri pouku ni naučil dovolj, je veliko bral strokovne knjige. Med študijem na univerzi je spoznal še, da ga navdušuje raziskovalno delo v laboratoriju. Po diplomi leta 1857 je sprva poučeval fiziko študente farmacije, hkrati pa učil dijake na realki.

Za Stefanovo znanstveno kariero po študiju na Dunaju je bilo izjemno pomembno predavanje, ki ga je imel decembra 1857 na dunajski akademiji. Med poslušalci je bil namreč profesor fiziologije in pomemben dunajski znanstvenik Karel Ludwig, ki ga je Stefanovo delo navdušilo. Ko je izvedel, da se mlad učenjak težko preživlja s poučevanjem in da nima dostopa do laboratorija, mu je ponudil zaposlitev na Inštitutu za fiziologijo Univerze na Dunaju, ki ga je vodil. Po predavanju je Stefan v svoj dnevnik zapisal: »Znabiti pojde od tega dne z menoj boljše, obrazi se mi bolj prijazni kažejo, vendar pa Bog ve, ali bode kaj pomagalo, vsi me vabijo, da bi delal z njimi, pa še nobeden mi ni rekel, da bi jedel z njim.«

Čeprav je bilo delo na fiziološkem inštitutu naslednja leta za Stefana pomemben vir sredstev za preživljanje, si je vseeno želel zaposlitev, ki bi bila bolj povezana s fiziko. Po spletu okoliščin je že zelo hitro ponovno dobil možnost, da se izkaže. Januarja 1863 je postal najmlajši redni profesor v državi, zaradi prezgodnje smrti enega od raziskovalcev pa se je odprlo še mesto na fizikalnem inštitutu dunajske univerze.

Dve leti kasneje se je direktor fizikalnega inštituta upokojil in Stefan je prevzel njegovo mesto. V le nekaj letih se je tako s solidne zaposlitve na fiziološkem inštitutu povzpел na mesto vodje najbolj priznanega centra za fizikalne znanstvene raziskave v državi. Med nadaljnjo znanstveno kariero je to veliko priložnost, ki se mu je ponudila, zelo dobro izkoristil.

Vrhunski znanstvenik in priljubljen profesor

Stefan je na dunajski univerzi opravljal različne upravne funkcije, med drugim je bil med letoma 1869 in 1870 dekan filozofske fakultete, med letoma 1876 in 1877 pa rektor univerze. Bil je tudi tajnik in

podpredsednik avstrijske akademije znanosti. Stanovanje je imel v isti hiši, v kateri je bil inštitut, tako da velikokrat zatopljen v delo tudi po več dni ni zapustil zgradbe. Čeprav je dobil več povabil za profesuro na uglednih evropskih univerzah, jih je vse zavrnil in raje ostal na Dunaju. V znanstveni skupnosti je postal posebej poznan, ko je leta 1865 prejel prvo nagrado Ignaza L. Liebena, ki so jo vsaka tri leta podeljevali mladim državljanom avstrijskega cesarstva za najboljšo znanstveno razpravo.

Stefan ni postal le odličen znanstvenik in sposoben organizator, temveč se je uveljavil tudi kot priljubljen učitelj. Slovel je kot zanimiv predavatelj, ki je znal študente navdušiti, kar se je kazalo tudi v tem, da je bil po koncu predavanj pogosto vidno izčrpan. Njegovi študenti se ob njem niso le dobro počutili, ampak so bili tudi motivirani za poglobljeno znanstvenoraziskovalno delo na visoki ravni.

V Zborniku *Slovenske matice* so leta 1902 objavili zapis Ivana Šubica, ki se je spominjal vzdušja na Stefanovih predavanjih: »Leta 1878. sem prvič sedel med slušatelji dr. Josipa Stefana na dunajski univerzi. Predaval je v svojem fizikalnem inštitutu. Bil sem jako radoveden na moža, ki je slovel poleg Miklošiča kot najodličnejši član dunajskega vseučilišča. Kmalu je vstopil; mirno in živo je gledal po avditoriju in pričel govoriti. Beseda mu je tekla počasi, in izgovor je takoj spominjal na rojenega Slovenca. Glas mu je bil srednje krepek in jako simpatičen. Kar je izgovoril, je bilo po vsebini in obliki formalno dovršeno, kot za takojšen tisk prirejeno. Tuintam mala zabavljica, pikra opazka ali fina šala, navidezno brez namena in suhoparno izgovorjena, a ravno zato tem večjega učinka. Imel je poseben dar, obravnavati znanstvene predmete na lahko umljiv način. Z neprispodobno jasnostjo je razvijal najtežje probleme; vse matematične dedukcije je znal prilagoditi doumljivosti svojih slušateljev ter jih tako razvrstiti, da jih je moral vsakdo umeti. Stefanova predavanja so bila v vsakem oziru vzorna in naravnost klasična. Njegov mirni in premišljeni, od plemenite samozavesti in dobrohotnosti pronicani nastop mu je pridobil srca slušateljev, in čestokrat so z burnim ploskanjem izrekli svoje navdušenje, ko je končal.«

Vodenje fizikalnega inštituta in znanstvene raziskave

Druga polovica devetnajstega stoletja in začetek dvajsetega je bilo obdobje, ki je bilo za fiziko na dunajski univerzi posebej plodovito. Začelo se je z revolucionarnim letom 1848, ko se je država odločila,

da bo bolj strateško podpirala izobraževanje in znanost, zaradi pospešene industrializacije pa so vse pomembnejša postajala tudi inženirska znanja. Inštitut za fiziko na dunajski univerzi je postal pomemben element tehnično-znanstvenega prebujenja monarhije in prav Jožef Stefan je postal ključna oseba, ki je odlično vodila to znanstveno ozaveščanje.

Prvi vodja dunajskega fizikalnega inštituta je leta 1850 postal Christian Doppler, ki je leta 1842 zaslovel s razpravo, v kateri je obravnaval spreminjanja frekvence vira svetlobe ali zvoka, če se ta premika, a je že pri 49 letih umrl zaradi pljučne bolezni. Nasledil ga je Andreas von Ettingshausen, ki je leta 1862 zaradi starosti in zdravstvenega stanja predlagal, da imenujejo še namestnika direktorja. Leta 1863 je za to mesto predlagal perspektivnega Stefana, saj je njegov takratni pomočnik in zet leta 1859 umrl za tuberkulozo. Tako se je Stefan postopoma seznanil z nalogami direktorja in od leta 1866 do svoje smrti leta delal kot direktor, raziskovalec in učitelj na fizikalnem inštitutu dunajske univerze.

Stefan je raziskovalno zanimanje poneslo na številna področja fizike. Eden od njegovih najpomembnejših dosežkov je bila prva natančna meritev toplotne prevodnosti plinov. Takrat so namreč fiziki debatirali o tem, ali plini sploh lahko prevajajo toploto ali ne. Leta 1872 mu je uspelo z napravo, ki jo je sam izdelal in poimenoval diatermometer, kot prvemu izmeriti toplotno prevodnost zraka in nekaterih drugih plinov.

Leta 1864 je John Tyndall objavil meritve infrardečega sevanja žarnice iz platine. Na osnovi teh meritev je Stefan leta 1879 izpeljal zakon o sevanju črnega telesa, katerega bistvo je, da je izsevana energija črnega telesa sorazmerna s četrto potenco njegove absolutne temperature. Odkritje je objavil v daljšem članku z naslovom »O povezavi med toplotnim sevanjem in temperaturo«, s pomočjo zakona pa je lahko med drugim zelo dobro ocenil temperaturo površine Sonca. Ker je Ludwig Boltzmann, eden Stefanovih najbolj znanih in najuspešnejših študentov, pet let kasneje razmerje še teoretično izpeljal, se sedaj imenuje Stefan-Boltzmannov zakon, konstanta v enačbi pa Stefan-Boltzmannova konstanta. Gre za edini fizikalni zakon, ki ima ime po kakem Slovencu.

Kasneje se je sicer izkazalo, da so bile meritve, na osnovi katerih je Stefan izpeljal zakon, deloma napačno interpretirane, a se je več napak medsebojno izničilo, tako da je uspel z veliko sreče dobiti ravno pravi rezultat. Zakon sevanja pa je zelo skrbno obravnaval z raznolikih vidikov in prispeval pomembne teoretske uvide, tako da brez njegovih bogatih izkušenj, znanja in intuicije iz danih podatkov zakona

ne bi bilo mogoče izpeljati. Med drugim je na podlagi svojih meritev toplotne prevodnosti in študija kinetične teorije razumel, da je za merjenje prenosa toplote zaradi sevanja pomembno uporabljati absolutne temperaturne enote in ne tistih, ki temeljijo na poljubno izbrani temperaturni lestvici.

Velika elektrotehniška razstava

Manj znano kot Stefanove raziskave toplote je njegovo delo na področju elektrotehnike, ki je v drugi polovici 19. stoletja vzbudila veliko svetovno znanstveno in tehnično zanimanje ter vse bolj prodirala v vsakdanje življenje. Bil je velik občudovalec Maxwellovih enačb in je imel pomembno vlogo pri njihovem uveljavljanju v celinski Evropi, saj je bil eden prvih, ki so v celoti razumeli Maxwellovo teorijo elektromagnetnega polja. Že od šestdesetih let se ukvarjal s problemi na področju izmeničnega toka in indukcijskega koeficienta tuljav.

Ker se je uveljavil tudi kot odličen elektroinženir, so ga imenovali za predsednika tehnično-znanstvene komisije za mednarodno elektrotehnično razstavo na Dunaju leta 1883. Na tej razstavi so ustanovili tudi Elektrotehniško društvo na Dunaju, ki se je pozneje preimenovalo v Avstrijsko društvo za elektrotehniko, Stefana pa so izvolili za njegovega prvega predsednika.

Ob ustanovitvi elektrotehniškega združenja so zapisali, da je namen društva »vnesti jasnost v kaotično zmedo stvari in idej; tehnikom zagotoviti nove številke in podatke, laikom navodila in razumevanje, poleg tega pa razširiti prejete vtise in predloge prek lokalnih in časovnih meja«.

Jožef Stefan je te cilje vzel zelo resno. Pod njegovim vodstvom je bila ustanovljena elektrotehniška revija, ki je sprva izhajala dvakrat tedensko in je bila namenjena obveščanju znanstvenikov in elektroinženirjev o strokovni praksi in aktualnem razvoju, bila pa je tudi platforma za objavo novih znanstvenih spoznanj. Poleg tega je Stefan podpiral prizadevanja za pripravo smernic za varno uporabo električne energije, kar je bil še eden od ustanovnih ciljev združenja. Tako velja leto 1883 tudi za začetek elektrotehnične standardizacije v avstrijskem cesarstvu.

V časopisu *Slovenec* so takole povzeli vtise z razstave: »Električna razstava odprla je strmečemu svetu čuda, o katerih si svoje dni veleumni še mislili niso! Davno gojene nade spolnile so se fizikom in mehanikom v mnogo večji meri, kakor so se sami nadejali. Skrivne in silne moči elektrike, povezane in vklenjene, so v človeških rokah na razpolaganje tovarnam, prometu, razsvitljavi in zdravnikom. ... Basen pripoveduje o

Prometeju, da je iz solnca ognja ukradel, ter ga na zemljo prinesel: Franklin spravi se je nad strašno moč nebeško, nad žarni blisk, ter mu po strelovodu pot predpisal; naši tehniki so pa to nebeško silo vklenili v stroje in jo prisilili, da človeku služi mesto konja, ker mu vozove vlačijo, mesto olja ali plina, ker mu temno noč razsvetljuje in mesto neznatnih mazil, ker mu trganje ozdravlja. Kje je na svetu še kaka druga reč, ki bi za toliko raznovrstnih opravil sposobna bila in vrh tega pa še iz kraja v kraj govorila in pisma pisala!«

Poroka in smrt

Leta 1891, pri 56 letih, je Stefan končal svoje dolgoletno samsko življenje in se poročil z Marijo Neumann, vdovo po inšpektorju državne železnice na Koroškem. Po poroki je postal ponovno bolj vesel, žal pa novo prijetno družinsko življenje, ki so ga bogatili tudi obiski ženinih vnukov, ni trajalo dolgo.

Približno leto po poroki ga je 18. decembra 1892 zadela možganska kap, po kateri si ni več opomogel. Do tragedije je prišlo med obiskom najboljšega prijatelja na Dunaju. Ko se je odpravljal domov, ga leva noga ni hotela ubogati, saj je ni mogel več dvigniti. Zaradi neubogljive noge se je najprej še šalil, nato pa se je zgrudil po tleh.

Omrtničenje telesa zaradi kapi je naslednje tedne napredovalo, tako da je 7. januarja 1893, star manj kot 60 let, umrl. Pogreba na dunajskem osrednjem pokopališču se je udeležilo veliko ljudi, saj je bil kot vodilni znanstvenik takratne države znan širšemu krogu ljudi, ne le kolegom iz akademskih krogov.

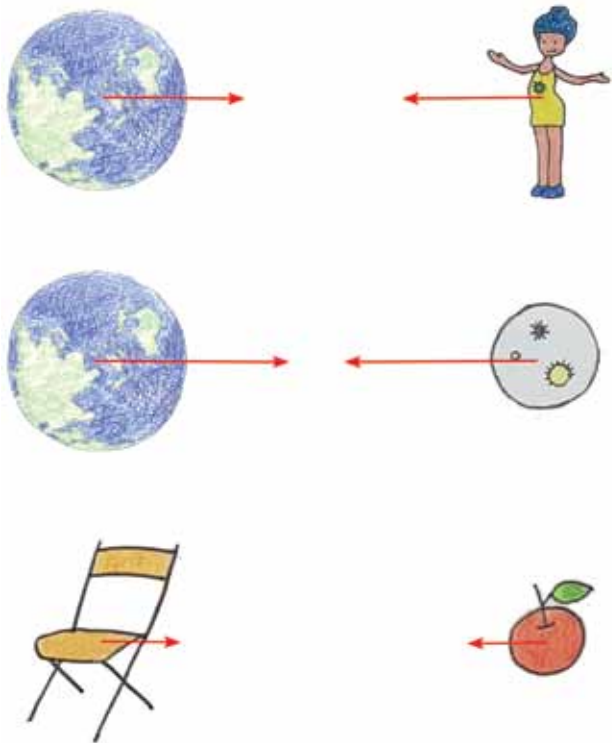
Fizik Albert von Obermayer se je na skupni žalni seji več znanstvenih društev od svojega učitelja, mentorja in sodelavca poslovil z naslednjimi besedami: »Tako je za vedno odšel ne le eden najodličnejših duhov, marveč tudi redko plemenit človek. Upognjeni od bolečine žalujemo poleg njegovih najbližjih tudi vsi, ki nam je kot svojim učencem pokazal pot v znanost, nam stal ob strani z razsvetljenim nasvetom in ki nam bo ostal zgled resnično predanega in na žrtve za domovino zmeraj pripravljenega učitelja ... Njegov spomin bo dalje živel v srcih njegovih učencev, v univerzitetnih analih in zgodovini znanosti.«



Breztežnost in kaj ima s tem Newton

Breztežnost oziroma brez-težnost je pojav, ko telesom manjka teža ali pa občutenje teže. Občutenje breztežnosti je nasprotje občutenja težnosti. Težo mi, Zemljani, občutimo skoraj neprestano. To je tako popolnoma vsakdanje in normalno občutje, da se ga niti ne zavedamo. Zavestno občutenje breztežnosti pa je redkejši pojav. Da bi lahko razumeli, kaj povzroči občutek breztežnosti, pogledajmo najprej, kaj pomeni, če rečemo, da občutimo težo. Spotoma se bomo spomnili vseh treh Newtonovih zakonov, pa še gravitacijskega, ki je tudi Newtonov.

Ko pri pouku fizike omenimo težo, imamo praviloma v mislih silo teže. S silo teže Zemlja privlači telesa, ki so na njej (telesa pa Zemljo, kot ubesedi 3. Newtonov zakon o vzajemnem delovanju teles, ki se ga spomnimo iz šole). Sila teže oziroma gravitacijska sila je sila, s katero na daljavo delujeta eno na drugo dve telesi zaradi svoje mase. Slika 1 prikazuje primer



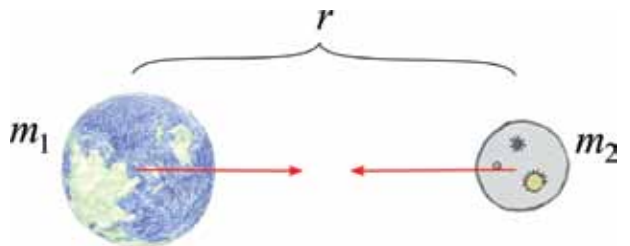
Slika 1: Dve telesi, ki imata maso, se medsebojno privlačita z gravitacijsko silo.

parov teles, ki medsebojno delujejo z gravitacijsko silo.

Velikost gravitacijske sile med dvema telesoma, ki imata maso m_1 in m_2 , opiše gravitacijski zakon

$$F_g = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2},$$

kjer je r razdalja med težiščema teles (glej sliko 2) in G gravitacijska konstanta ($G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$). Ko nas zanima privlak Zemlje na telesa na Zemlji (torej teža teles), je $m_1 = M_Z = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ masa Zemlje, $m_2 = m$ pa je masa telesa, katerega teža nas zanima.



Slika 2: Gravitacijska sila med dvema telesoma je tem večja, čim večja je masa teles, in tem manjša, čim večja je razdalja med njima (oziroma njunima težiščema).

Razdalja med težiščema Zemlje in telesa na Zemlji je približno enaka polmeru Zemlje, tj. $r \approx R = 6.400 \text{ km}$. Teža telesa na Zemlji je sorazmerna njegovi masi in jo lahko zapišemo

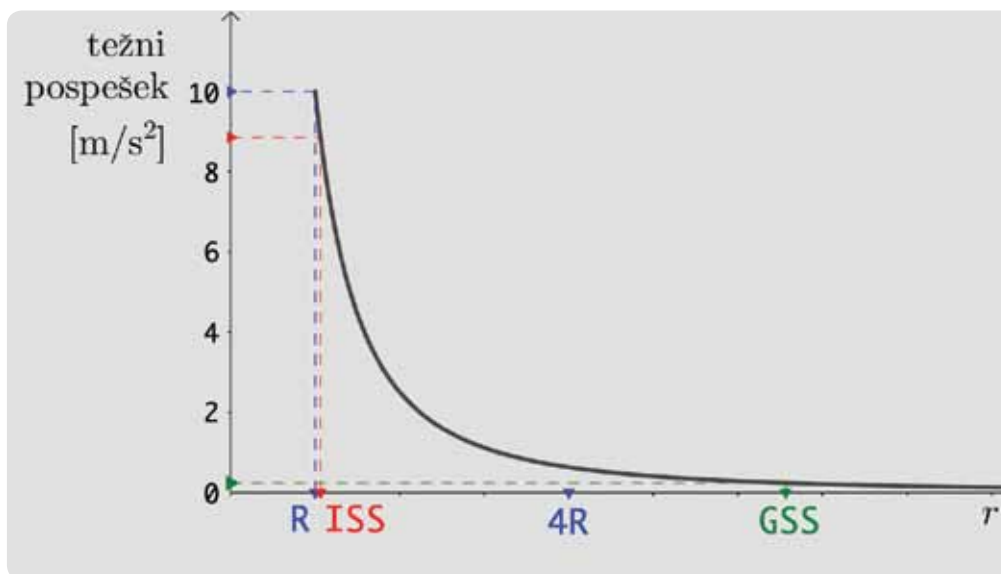
$$F_g = G \cdot \frac{M_Z \cdot m}{R^2} = g \cdot m,$$

kjer je

$$g = G \cdot \frac{M_Z}{R^2} = 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

težni pospešek¹ na površini Zemlje. Še ko se Tone vzpne na Mt. Everest, se njegova oddaljenost od težišča (središča) Zemlje spremeni le za 9 km; kar se na težnem pospešku in Tonetovi teži pozna le neznatno.

.....
1 Težni pospešek je pospešek, s katerim padajo vsa telesa na Zemlji, ko nanje ne delujejo druge sile (oziroma so druge sile v primerjavi s težo zanemarljive). Takemu padanju rečemo prosti pad. V zapisu $F_g = g \cdot m$ prepoznamo 2. Newtonov zakon prav v povezavi s prostim padom.



Slika 3: Z oddaljenostjo od površine Zemlje (pri $r = R$) se težni pospešek zmanjšuje, kot prikazuje graf.

Na Mednarodni vesoljski postaji (ISS, International Space Station), ki kroži okoli Zemlje na povprečni višini 400 km oziroma oddaljenosti 6.800 km od središča Zemlje, je težni pospešek $8,7 \text{ m/s}^2$, v oddaljenosti 42.000 km od središča Zemlje, kjer okoli Zemlje krožijo geostacionarni sateliti (GSS), pa le še $0,22 \text{ m/s}^2$. Povprečni polmer Lunine tirnice je 384,400 km in težni pospešek², s katerim Luna pada³ proti Zemlji⁴, je komaj $0,0027 \text{ m/s}^2$. Slika 3 prikazuje, kako se težni pospešek, s katerim padajo telesa proti Zemlji, spreminja z oddaljenostjo r od središča Zemlje.

Že zdaj vidimo, kam to vodi, ko se oddaljujemo od Zemlje: ko r narašča, se gravitacijski pospešek g in sila teže F_g zmanjšujeta in približujeta 0; težnost prehaja v breztežnost.

Ali to pomeni, da se moramo izstreliti v vesolje po ubežni tirnici, da po njej uidemo Zemljinemu privlaku in se približamo občutju breztežnosti? Ne nujno, obstajajo še druge možnosti. A preden povemo, katere, se posvetimo vprašanju, kako težo občutimo v vsakdanjem življenju na Zemlji.

Zamislimo si enostavno držo človeškega telesa ali pa jo celo preizkusimo: mirno stojmo na trdnih tleh. Zaprimo oči in se vprašajmo, kaj nam o silah, ki iz

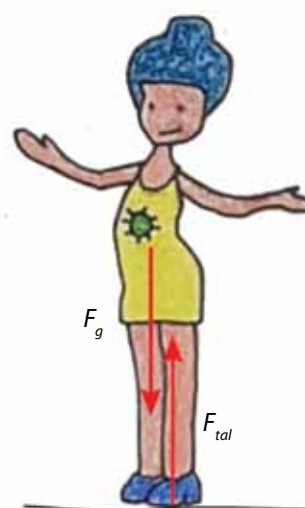
.....

2 Pozor! Ne zamenjajmo težnega pospeška, s katerim Luna pada proti Zemlji, s težnim pospeškom, ki določa težo astronavta na Luni (silo, s katero Luna privlači astronavta). Težo astronavta določa $g_L = G \cdot (M_L/R_L^2) = 1,6 \text{ m/s}^2$, kjer sta M_L in R_L masa in polmer Lune.

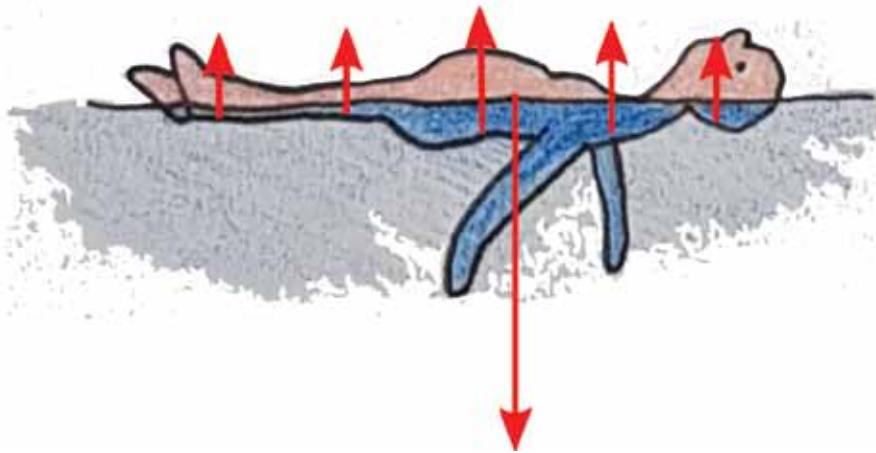
3 Luna neprestano pada proti Zemlji, a jo vedno znova zgreši.

4 Če smo natančnejši, Luna in Zemlja obe krožita – padata – proti skupnemu težišču Zemlje in Lune, ki pa je v Zemlji, in sicer dobrih 1.700 km pod njeno površino (in oddaljeno slabih 4.700 km od središča Zemlje). Skupno težišče v vsakem trenutku leži na premici, ki povezuje težišči Zemlje in Lune. S kolikšnim pospeškom proti skupnemu težišču pada Zemlja?

okolice delujejo na nas, pripoveduje naše telo. Začnimo pri stopalih: čutimo, da tla pritiskajo na naša stopala. Spet ne gre brez Newtona; tokrat potrebujemo njegov 1. zakon, ki pravi, da telo (mi, naše telo) miruje (ali se giblje premo enakomerno), ko je vsota sil, ki nanj delujejo, enaka 0. Občutimo silo tal, s katero tla na naša stopala delujejo v smeri navzgor. Sila tal uravnovesi silo, s katero na nas deluje drugo telo iz okolice, Zemlja, kot prikazuje slika 4. Trdna tla preprečijo, da se ne vdremo vanje in nas teža ne zvleče proti središču Zemlje. Smo kot v primežu, kjer nas stiskata po velikosti enaki sili (teža in sila tal) in smo v povprečju s celim telesom pod vzdolžno tlačno



Slika 4: Micko proti tlom (središču Zemlje) vleče teža. Tla, na katerih stoji in se pod njo ne vderejo, pa delujejo nanjo s silo tal v obratni smeri. Obe sili, ki sta po velikosti enaki, Micko vzdolžno stiskata. Da ohrani pokončno držo na kopnem, Micka nujno potrebuje kosti in mišice.



Slika 5: Ko lebdimo na vodni gladini, nas voda nežno podpira po vsem pod vodo potopljenem delu naše površine.

obremenitvijo kot v stiskalnici. V eno smer nas potiska teža (proti tlam, središču Zemlje), v drugo smer delujejo na nas tla.

Občutenje teže je občutenje sil, ki nas stiskajo, in upiranje temu, da nas te sile stlačijo. Če se osredotočimo na posamezne dele telesa, ki so v stiku s podlago, se tega dobro zavemo: ko odložimo roke na mizo, čutimo, da miza pritiska na roke; ko sedimo na stolu, čutimo stol, ki podpira našo zadnjico; ko ležimo na postelji, občutimo enakomerno porazdeljeno podporo vzmetnice.

Kosti in mišice nam omogočajo, da je naša drža na Zemlji pokončna in da se lahko po Zemlji premikamo. Kosti, ki so trdne, se stiskanju upirajo in hkrati prenašajo sile po našem telesu; podobno kot palica, s katero bi potiskali in premikali (če bi to želeli) zaboj po tleh, prenaša silo naših rok na zaboj. Mišice pa poskrbijo, da ostanejo kosti postavljene, kot morajo biti, če želimo mirno stati. Tudi takrat, ko mirno stojimo, imamo napete (aktivirane) mišice telesa (na primer stabilizatorje trupa, pa tudi skoraj vse ostale). Ker so med kostmi sklepi, lahko kosti premikamo eno glede na drugo, kar počnemo z mišicami, in lahko se premikamo tudi po Zemlji.

Napetost mišic nam pripoveduje o silah, ki delujejo na naše telo. Še vedno stojimo, roke odročimo. Spočetka jih držimo brez napora, čez čas pa občutimo, da se mišice utrudijo in roke le stežka obdržimo v začetni legi. Navzdol jih vleče teža (rok), navzgor sila mišic v ramenih.

Ko ležimo na postelji, so naše mišice lahko sproščene. Našo težo uravnoveša po veliki površini našega hrbta, glave, zadnjice, rok in nog porazdeljena sila vzmetnice.

Težo občutimo nežno, kot nas nežno podpira postelja na polovici telesa, na katerem ležimo.

Še bolj nežno in enakomerno z vseh strani nas podpira voda, ko smo potopljeni vanjo. Potopljeni v vodo se že skoraj približamo občutku breztežnosti; vse naše mišice so lahko ob podpori vode (ki na nas s silo vzgona ali na kratko kar z vzgonom pritiska enakomerno po vsej pod vodo potopljeni površini telesa, kot približno prikazuje slika 5) povsem sproščene. Živali, ki živijo v vodi, ne potrebujejo kosti, ki bi jim dajale oporo. Oporo jim daje okolje, voda. A to ne pomeni, da v potopljenem telesu ni tlačnih obremenitev, da nas teža in vzgon ne stiskata; nas stiskata, a se sile porazdelijo po večjih površinah in jih zato ne občutimo izrazito. Lebdenje v vodi je zato le približek občutenju breztežnosti.

Pravi način za doseganje občutka breztežnosti je prosti pad. Prosti pad ni le navpično padanje; povsem enako dobra za doseganje občutka in razmer breztežnosti so tudi vsa druga gibanja, pri katerih na telesa ali nas deluje le sila teže. To so tudi vodoravni, navpični in poševni meti.

Ko prosto padamo (navpično ali po paraboli, ki je tirnica pri vodoravnem in poševnih metih), se v navpični smeri gibljemo s težnim pospeškom pod vplivom edine sile, ki deluje na nas med padanjem, teže. Ker ni nasprotnih sil, ki bi uravnovešala težo in nas skupaj z njo stiskala, v telesu ne občutimo tlačnih obremenitev, ker jih ni. Na vsak delček našega telesa deluje je njegova teža, sosednji delčki pa med seboj delujejo s silami toliko, da nas držijo skupaj, da ne razpademo.



Slika 6: Iztekanje vode skozi luknjico. V plastenki v ozadju, kjer je gladina vode višje nad luknjico, voda skozi luknjico potiska večji tlak in ima curek pri iztekanju iz posode večjo hitrost kot v plastenki v ospredju, kjer je gladina vode nižje nad luknjico in voda izteka z manjšo hitrostjo.

Enostaven poskus s plastenko nam jasno prikaže, da se med prostim padanjem telesa sile, ki jih povzroči teža, po telesu ne prenašajo. Telo, ki ga spustimo, da prosto pade, je polna in naluknjana plastenka z vodo. Iz odprte naluknjane plastenke, ki stoji na mizi, voda izteka v curku. Voda v plastenki zaradi svoje teže pritiska na vodo ob luknjici in ker te vode z druge strani nič ne zadržuje, s curkom izteka iz plastenke. Čim višje je gladina vode v plastenki nad luknjico, tem večja je hitrost iztekanja, kot prikazuje slika 6.

To isto naluknjano plastenko, polno vode, lahko spustimo, da prosto pade, in med njenim padanjem opazujemo iztekanje vode skozi luknjico (kar prikazuje

slika 7). Med padanjem plastenke voda skozi luknjico ne izteka, kar lepo opazimo že s prostim očesom, še lažje pa na počasnem posnetku⁵.

Curka med padanjem plastenke ni, iz česar sklepamo, da znotraj plastenke med njenim prostim padanjem med delčki vode ne delujejo sile, ki bi povzročile iztekanje. Na vsak delček vode deluje teža (sila Zemlje), a se ta sila ne prenaša na sosednje delčke, ker se sosednji delčki temu delovanju sile ne zoperstavljajo, ampak tudi sami prosto padajo. Ni potisnih sil, ni povečanega tlaka. Podobno se zgodi s trdnim telesom, ki pada.

Sateliti, ki krožijo okoli Zemlje, so na tolikšnih oddaljenostih od Zemlje, da je, prvič, njihova teža znatno manjša kot tedaj, ko so še na Zemlji, in drugič, padajo na Zemljo⁶ (a jo vedno znova zgrešijo). Edina sila, ki deluje na satelit in potnike v njem, je teža. Ne obstaja sila, ki bi skupaj s težo satelit in astronave tlačno obremenjevala, zato občutijo breztežnost.

Občutek breztežnosti doživljajo med prostim padom v začetnih fazah svojih skokov – ko nanje še ne deluje velika sila zračnega upora – padalci, skakalci v vodo in akrobati na trampolinih⁷ (ti tudi tedaj, ko letijo navzgor), v posebej prirejenih letalih pa tudi astronauti med pripravami na bivanje v vesolju in na vesoljskih postajah med bivanjem v vesolju. Navadni ljudje pa lahko približek občutja breztežnosti za kratek čas doživimo med začetkom spuščanja⁸ s hitrim dvigalom z visoke stolpnice (ko se nam zdi, da se nam tla dvigala umikajo izpod nog) ali pa pri vožnji z vlakcem smrti v zabaviščnem parku.

Astronavti na Mednarodni vesoljski postaji živijo v pogojih breztežnosti dolgo časa, kar vpliva na fiziologijo njihovega telesa. O vplivu dolgotrajne breztežnosti bomo nekaj napisali v prihodnji številki Naravoslovne solnice.

.....

5 Počasni posnetki:

<https://www.youtube.com/watch?v=fzFhoC41pMw>

ali https://www.youtube.com/watch?v=Gc_EQBFNoZw

ali <https://youtu.be/HRqL8XhXuyU>

6 Padanje krožečega satelita na Zemljo je vodoravni met. Kot pri vodoravnem metu se zaradi delovanja sile teže neprestano spreminja smer hitrosti satelita. Ker pa je hitrost satelita zelo velika (ravno pravšnja, sicer), njegova oddaljenost od tal – Zemlje – pa tudi, se sočasno in povsem enako spreminja tudi nagnjenost podlage (Zemljine površine), nad katero je. Kroženje je posebno gibanje, ko je hitrost telesa vedno pravokotna na premico, ki povezuje središče kroženja in telo, ki kroži.

7 Skakalci na trampolinih občutijo breztežnost v celotnem času svojega leta, tudi ko se gibljejo navzgor. Če kdo v to dvomi, naj izvede poskus s preluknjano plastenko, polno vode, tako da plastenko vrže navzgor in naj opazuje curek vode, ki izteka iz plastenke, med letenjem plastenke v obe smeri, navzgor in navzdol.

8 ... in tudi med ustavljanjem dviganja ...



a)



b)

Slika 7: a) Ko plastenko držimo v roki, voda skozi luknjico izteka v curku. b) Ko plastenko spustimo, curek vode presahne.

Če povzamemo: občutek breztežnosti je posledica umanjkanja tlačnih obremenitev v telesu. Tlačnih obremenitev ni, kadar na telo ne deluje nobena zunanja sila ali pa se telo pod vplivom gravitacijske sile giblje z gravitacijskim pospeškom. O plimskih silah pa kdaj drugič.



Slika 8: Občutek breztežnosti med akrobacijami na trampolinu.



Najbolj prepoznavni in pogosti fosili na Slovenskem

Uvod

Skozi dolgo geološko zgodovino Zemlje so na njej prebivali različni organizmi, ki so za seboj pustili izjemno raznoliko in pestro združbo fosilnih ostankov. Tudi v Sloveniji je mogoče najti mnoge okamenle ostanke, ki so se ohranili bodisi v devonskih, okoli 360 milijonov let starih apnencih pri Jezerskem ali pa v ledenodobni mehki glini pri Bobovku blizu Kranja. Fosile lahko odkrijemo skoraj povsod in z nekaj sreče in znanja jih lahko tudi hitro prepoznamo. V nadaljevanju vam bomo predstavili le nekatere najpogostejše skupine fosilov, ki jih najdemo v različno starih kameninah (in sedimentih) Slovenji. Tukaj se bomo osredotočili zgolj na s prostim očesom vidne fosilne ostanke (makrofosile), ki jih lahko vsakdo najde in opazuje v naravi tudi sam.

Rastlinski fosili

Čeprav so rastline izjemno stara skupina organizmov, pa njihove makrofosile najdemo zgolj v določenih kamninah od poznega paleozoika naprej. V Sloveniji so pogoste karbonske kopenske rastline (stare približno 295 milijonov let), ki so uspevale v takratnih velikih močvirjih in gozdovih. Njihove dokaj slabo ohranjene ostanke prištevamo k preslicam (rod *Calamites* in *Annularia*), pečatnikovcem (*Sigilaria*), luskavcem (*Lepidodendron*) in raznolikim praprotim podobnim vrstam (*Pecopteris*, *Neuropteris* in vrsta drugih rodov). Vse omenjene fosilne rastline so paleontologi našli v okolici Litije, Ljubljane, Škofje Loke in v Karavankah, predvsem na območju med Jesenicami in Planino pod Golico. V mlajših paleozojskih kamninah bomo le težko našli podobne ostanke.

Iz mezozojskih kamnin prav tako poznamo nekaj zanimivih najdišč. Ta so najpogostejša v okolici Idrije, kjer so našli ostanke triasnih (stare 230 milijonov let) rastlin rodov *Sagenopteris* in *Chiropteris*. V nekoliko mlajših kamninah pa so odkrili celo veje pterofilov (rod *Pterophyllum*) in iglavcem podobnim ostankov

voltcij (rod *Voltzia*). V mlajših kamninah jura in krede so rastlinski ostanki še redkejši. Največ jih je bilo odkritih v ploščastih apnencih na Krasu, kjer prevladujejo aravkarije (rod *Araucaria*).



Slika 1: Karbonska preslica okolice Škofje Loke (levo) ter oligocenski list cimetovca in vejica sekvoje iz Zasavja (foto: Matija Križnar, Robert Lorencon)

V zadnji geološki eri kenozoiku so rastlinski ostanki kopenskih rastlin pogostejši. Seveda jih lahko odkrijemo na območjih nekdanjih premogovnikov v Zasavju in tudi drugje. Najstarejše ostanke so našli v Karavankah in sodijo v skupino palm (rod *Sabal*). Izjemno raznolika in pestra združba fosilnih listov, vejic iglavcev, semen in plodov je bila zbrana na odprtih kopih nekdanjih premogovnikov pri Trbovljah in Hrastniku. V približno 25 milijonov let starih kamninah je mogoče najti že rodove današnjih dreves od hrastov (rod *Quercus*), javorjev (rod *Acer*), kostanjev (rod *Castanea*) do bolj eksotičnih lorvorovcev (rod

Laurus) in dokaj pogostih cimetrovcev (rod *Cinnamomum*). Med iglavci pa so takrat in še tudi kasneje rastle velike sekvoje in mamutovci, katerih prisotnost so potrdili tudi na osnovi fosilnega lesa.

Živalski fosili

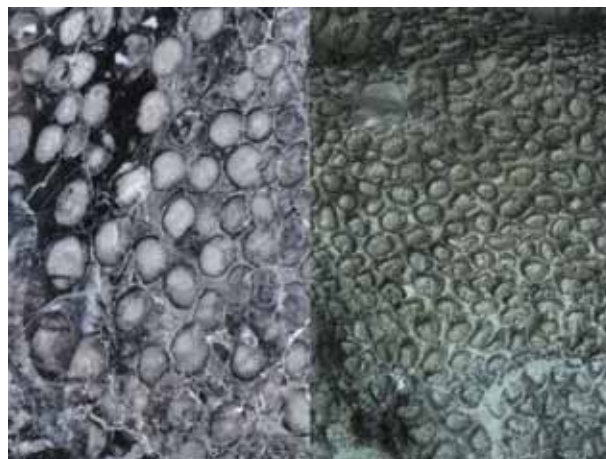
V geološki zgodovini srečamo ogromno raznolikih živalskih oblik. Nekatere so pogoste še danes, medtem ko so mnoge izmed njih izumrle. Za paleontologe so zelo koristne in zanimive večje oblike **foraminifer** ali **luknjičark**. Njihove ostanke lahko najdemo skoraj v vseh sedimentnih kamninah, na nekaterih območjih pa so izjemno pogoste celo kamninotvorne. V Karavankah, predvsem v okolici Jesenic in Tržiča, so v karbonskih in permskih apnencih značilne fuzulinidne foraminifere. Njihove hišice so lahko podolgovate kot pšenična zrna ali okrogle. Med slednjimi so najbolj znane foraminifere iz rodu *Pseudoschwagerina*, kjer ena nosi celo ime po Kranjski, torej *Pseudoschwagerina carniolica*. V mezozoiku so foraminifere redkejše, toda še vedno uporabne za določevanje starosti kamnin. Posebno pogoste pa postanejo foraminifere v nekdanjih tropskih morjih eocena in tudi kasneje. Te fosile najlažje odkrijemo v okolici Črnega Kala, Ospa ali celo na obali. Ponovno so tukaj različno oblikovane hišice, kjer imajo numuliti (rod *Nummulites*) bolj diskasto hišico, medtem ko imajo alveoline (rod *Alveolina*) porcelanasto, riževemu zrnu podobno hišico.



Slika 2: Okrogla hišica permske fuzulinidne foraminifere (*Pseudoschwagerina carniolica*) iz Karavank (levo) in apnec z numuliti pri Črnem Kalu (foto: Matija Križnar)

Tudi **korale** sodijo med zelo starodavne organizme. Za raziskovanje in prepoznavanje paleozojskih kamnin so seveda najkoristnejše **rugozne** in **tabulatne korale**. Ti dve skupini z značilno zgradbo sept in pregrad je mogoče najti na območju med Jezerskim in Dovjim v Karavankah. Zadnje predstavnice rugoznih koral, ki

so tudi najbolj prepoznavne, pa so uspevala z poznem permu. To so vejaste korale vagenofiliji (rod *Waagenophyllum*) in jih lahko najdemo v Škofjeloškem in Polhograjskem hribovju. Predniki današnje skupine **heksakoral** pa so se razvili šele v mezozoiku in so že pred približno 220 milijoni let rastle na grebenih. Nekoliko mlajše jurske korale so uspevale na obsežnem koralnem grebenu, katerega del je tudi današnji Trnovski gozd. Na tej planoti lahko ob gozdnih vsekah opazujemo masivne razvejene korale ali posamezne koralite. V kasnejših geoloških obdobjih pa v Sloveniji srečamo le redke koralne grebene. Najbolj znane so raznovrstne korale iz okolice Gornjega Gradu in Podnarta, kjer ob lokalnih potokih ali preperini odkrijemo masivne korale hidronofilije (rod *Hydnophyllia*) ter posamične korale trohosmilije (rod *Trochosmia*).



Slika 3: Zgornjepermska korala rodu *Waagenophyllum* (levo) in oligocenska kolonijska korala iz okolice Podnarta (foto: Matija Križnar, Jure Nastran)

V fosilnem zapisu med najpogostejše najdbe gotovo štejejo prav **mehkužci**. **Polži** s svojimi hišicami gotovo najbolj izstopajo, saj so ponekod zelo raznolike in pestro oblikovane. V Sloveniji jih poznamo vse od devonskih plasti na Jezerskem do danes. Največje oblike polžev srečamo v triasnih plasteh na Koroškem in v eocenskih apnencih pri Črnotičih. Še največ jih bomo odkrili v okolici Kamnika, Moravčah in na Dolenjskem. Tam ostanki miocenskih polžev, starih približno 15 milijonov let, ležijo na sveže preoranih poljih. Tako lahko pobiramo hišice miocenskih vretenc ali turitel (rod *Turritella* in rod *Protoma*), pelikanova stopalca (rod *Aporrhais*), klavatule (rod *Clavatula*), natike (rod *Natica*). Med njimi pa gotovo izstopajo večje in lepo ornamentirane hišice pereiraje (vrsta *Pereiraia gervaisi*), ki so danes že zelo redke najdbe. Nekoliko več sreče pa moramo imeti, da jih najdemo tudi marsikje v Slovenskih goricah.



Slika 4: Značilni fosilni polži iz Slovenije, ena izmed najbolj prepoznavnih in najpogostejših *Ampullina crassatina* (levo) iz oligocenskih plasti (foto: Matija Križnar)

Druga skupina mehkužcev so **školjke** in imajo po dve lupini. Če so školjke v paleozoiku še dokaj redke, pa to ne velja za mezozojske vrste. Že kmalu v začetku triasa, pred približno 245 milijoni let, se pojavijo mnoge predstavnice, ki pa so še vedno majhne. Kasneje najdemo tudi večje in tudi značilne predstavnike školjk, kot so daonele (rod *Daonella*), mioforije (rod *Myopohoria*), trigonodusu (rod *Trigonodus*). Vse omenjene triasne školjke lahko najdemo v okolici Drenovega Griča, Idrije in Polhovega Gradca. Posebno zanimive so megalodontidne školjke (družina *Megalodontidae*), ki predstavljajo poznotriasne prebivalce plitvih morij. Njihove prereze, ki spominjajo na kravje parklje, lahko opazimo marsikje v Julijskih Alpah ali v podobno starih apnencih pri Dešnu nad

Kresnicami, Lubniku pri Škofji Loki in drugod. Zanimivo pa je tudi dejstvo, da so v Dolomitih ohranjena zgolj kamena jedra megalodontidnih školjk in so jih odkrili pri Ljubljani, Gorenji vasi in Idriji. Fosilne školjke pa so pogoste tudi v krednih plasteh in so najbolj poznane kot predstavnice še ene nenavadne skupine rudistov. Te školjke imajo obliko rogov in so uspevale v toplih krednih morjih. Veliko predstavnikov školjk pa najdemo tudi v terciarnih plasteh Slovenije, od miocenskih pektinidnih školjk (rodov *Aequipecten*, *Gigantopecten* in *Amusium*) do velikih ostrig (rod *Crassostrea*).

V mezozoiku so živeli še eni najpogostejših predstavnikov mehkužcev, to so bili **amoniti**, ki sodijo med glavonožce. Ti so sorodniki današnjih sip, hobotnic



Slika 5: Fosilne školjke iz Slovenije – miocenska pektinidna školjka (levo), spodnjetriasna školjka *Costatoria costata* (desno zgoraj) in kamena jedra megalodontidnih školjk (desno spodaj) (foto: Matija Križnar)



Slika 6: Mezozojska amonita – triasni amonit iz Polhograjskega hribovja (levo) in jurski amoniti iz okolice Mežice (foto: Matija Križnar)



Slika 7: Fosilna členonožca – trilobit iz okolice Javorniškega Rovta (levo) in miocenska rakovica *Tasadia carniolica* iz okolice Izlake (foto: Matija Križnar)

in brodnikov. Amoniti so imeli običajno spiralno zavito hišico z bivalno kamrico. Njihove ostanke najdemo tudi v Sloveniji, kjer so iz triasnih plasti pogosti tiroliti (rod *Tirolites*), kasneje pa se razvijejo še druge vrste zelo pestrih oblik. Iz osrednjega in poznega obdobja triasa poznamo balatonitese (rod *Balatonites*), fleksoptihitese (rod *Flexoptychytes*), kelneritese (rod *Kellnerites*) arcestese (rod *Arcestes*), tropitese (rod *Tropites*), trahicerase (rod *Trachyceras*) in mnoge druge rodove z številnimi vrstami. Prek kratkim so paleontologi pri Prevaljah na Koroškem našli tudi kredne heteromorfne amonite, katerih zavoji hišice se ne stikajo. Amoniti so izumrli ob koncu krede pred 65 milijoni let skupaj z mnogimi drugimi skupinami organizmov (belemniti, dinosavri, ihtiozavri). Od fosilnih glavonožcev pa v Sloveniji poznamo le redke ostanke sip (fosilne sipine kosti) in navtilide.

Členonožci so zelo raznolika skupina živali, med katerimi gotovo izstopajo žuželke. Njihovi najbolj znani in že izumrli predstavniki so paleozojski **trilobiti**. Ti tridelni členonožci so kraljevali v vseh svetovnih morjih vse do približno 250 milijonov let. Ostanke trilobitov so našli paleontologi v Karavankah in nekaterih mestih Polhograjskega hribovja ter okolici

Bleda. Najpogostejši so predstaniki psevdofilipsij (rod *Pseudophillipsia*). Drugi predstavniki členonožcev so še **raki ostvarji** in **pravi raki** ter mnogi njihovi sorodniki. Tudi fosilni ostanke rakov so v Sloveniji pogosti v nekaterih plasteh iz obdobja eocena in miocena. **Žuželke** prav tako sodijo med členonožce, toda njihovi fosili so dokaj redki. Poznani so le iz okolice Kamnika in Zasavja, kjer so našli različne muhe, mravlje in celo kačjega pastirja.

Bolj nevsakdanji prebivalci morij so bili **ramenonožci** ali **brahiopodi**. Te školjkam podobne živali so bile zelo pogoste in značilne za paleozojska morja, kjer se ponekod pojavljajo v velikih množinah. Najbolj znana najdišča ramenonožcev v Sloveniji ležijo v Javorniškem Rovtu nad Jesenicami in v Dolžanovi soteski nad Trzičcem. Od najbolj prepoznavnih lahko izpostavimo martinije (rod *Martinia*), diktioklostuse (rod *Dictyoclostus*) in karavankine (rod *Karavankina*). Mnogi ramenonožci so izumrli ob koncu paleozoika in prav med zadnjimi vrstami so tudi linoproduktusi (rod *Linoproductus*), katerih lupine so bile med največjimi odkritimi primerki v Sloveniji. Kasneje pa se ramenonožci



Slika 8: Produktidni ramenonožec iz Karavank in jurska ramenonožca z obrobja Trnovskega gozda (foto: Matija Križnar)



Slika 9: Fosilni iglokožci – ploščice permskih morskih lilij iz okolice Dovja (levo), miocenski morski ježek iz Zasavja (sredina) in triasni kačjerepi, odkriti med Idrijo in Žirni (foto: Matija Križnar)

pojavljajo še v triasnih in jurskih plasteh pri Tolminu, Baški grapi ter v Trnovskem gozdu.

Za **iglokožce** je značilno sestavljeno ogrodje iz ploščic in peterostrana simetrija. Med najbolj prepoznavne iglokožce sodijo **morski ježki**. Ti so se pojavili že sredi paleozoika, saj so njihove bodice našli tudi nad Jesenicami. Pogostejši pa so njihovi ostanki v

terciarnih plasteh. Njihove korone so našli pri Šentilju, Podsredi, Izlakah, Trbovljah in Tunjiškem gričevju. V podobnih plasteh so odkrili še druge predstavnike iglokožcev, kot so **kačjerepi** in **morske zvezde**. Veliko bolj razprostranjene so bile **morske lilije**, še ene izmed neobičajnih predstavnic iglokožcev. Tudi te so za seboj pustile ploščice v velikih količinah in jih danes



Slika 10: Fosilne ribe – skelet triasne ribe iz okolice Belce v Karavankah (levo zgoraj), oligocenska riba iz Zasavja in zob megalodona (*Megaelachus megalodon*) iz miocenski plasti Rogaške Slatine (foto: Matija Križnar)



Slika 11: Ostanke dveh najbolj prepoznavnih ledenodobnih prebivalcev Slovenije – spodnja čeljustnica jamskega medveda (levo) in okostje mamuta, odkritega pri Nevljah, na ogled v Prirodoslovnem muzeju Slovenije (foto: Matija Križnar)

najdemo v permskih apnencih v okolici Dovjega, Pristave nad Jesenicami in Solčave. Podobno so se peterokrake ploščice morskih lilij ohranile v plasteh v Trnovskem gozdu in ponekod v Julijskih Alpah.

Fosilni vretenčarji so gotovo zelo obsežna skupina, saj so prvi predstavniki živeli že pred približno 500 milijoni let. Če izpostavimo zgolj nekatere, pa med fosilne vretenčarje sodijo ribe (kostnice in hrustančnice, plazilci, dvoživke, ptice in sesalci. Najstarejši ostanki vretenčarjev v Sloveniji so zobje **morskih psov** (ribe hrustančnice) iz Karavank. Od morskih psov so se najbolje ohranili njihovi zobje, ki so jih našli v triasnih plasteh ter še pogosteje v oligocenskih in miocenskih plasteh vzhodne Slovenije. Največje in najbolj prepoznavni so nazobčani zobje velikega morskega psa megalodona (vrsta *Megaelachus megalodon*). Tudi skeletni ostanki drugih **rib** (rib kostnic in njihovih prednikov) so danes znani iz triasnih plasti Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp. Še več ribjih fosilov so odkrili v Zasavju in Tunjskem gričevju, kjer so našli celo najstarejše odkrite morske konjičke na svetu. Posebno mesto zasedajo tudi kredne ribe iz okolice Komna, ki so znane že več kot dve stoletji in so jih raziskovali mnogi svetovni paleontologi. Tako so iz komenskih najdišč znane ribe, kot je freyerjeva riba *Saurorhamphus freyeri* ali nedavno opisana vrsta saksidove ribe *Slovenitriacanthus saksidai*. Fosilni **plazilci**, čeprav zelo znani dinosavri, so v Sloveniji zelo redki. Plazilske fosile so našli le pri Kozini in Stranicah pri Zrečah, medtem ko so morski plazilci najdeni tudi v okolici Komna. Podobno so tudi fosilni ostanki dvoživke redki. **Ptičjih ostankov** je bilo največ odkritih v geološko zelo mladih pleistocenskih plasteh nekaterih jam, razen izjemno redkih odtisov peres iz krednih in terciarnih plasti.

Najpogostejše ostanke fosilnih vretenčarjev lahko pripišemo **sesalcem**. Te lahko pripišemo raznovrstnim

nosorogom, trobčarjem, konjem, antilopam, zverem, glodavcem in drugim. Najstarejše ostanke sesalcev so našli pri Motniku in Zasavju in so jih pripisali primitivnim nosorogom in antrakoterijem. Pogostejši so zobje različnih trobčarjev (slonov) od prodeinoterijev (rod *Prodeinotherium*) do anankusov (rod *Anacus*). Vse te redke najdbe izvirajo iz neogenskih plasti vzhodne Slovenije. Zagotovo pa med sesalci izstopajo ledenodobni predstavniki, kamor sodijo jamski levi, jamske hijene, gozdni in stepski nosorogi, losi, orjaški jeleni, mamut in izjemno pogost jamski medved (*Ursus spelaeus*). Vse omenjene ledenodobne ostanke so večinoma našli v kraških jamah in brezni.

Zaključek

Čeprav je tukaj predstavljena zgolj peščica najzanimivejših in najpogostejših fosilnih organizmov (rastline, nevretenčarji in vretenčarji), pa se v mnogih kamninah lahko še vedno skriva izjemno raznolika in pestra združba. Tudi paleontologi vsako leto vedno znova in znova odkrivamo in opisujemo nove primerke ter običajno danes že izumrle vrste. Za to je potrebno veliko terenskega dela, marljivega laboratorijskega prepariranja in proučevanja ter seveda tudi nekaj sreče. Tako lahko tudi širša javnost поблиže spoznava mnoga starodavna, a hkrati čudovita življenjska okolja, ki pričajo o neverjetno raznolikem življenju na naši Zemlji.

LITERATURA:

- Jurkovšek, B. in Kolar - Jurkovšek, T. (2021). *Fosili Slovenije: pogled v preteklost za razmislek v prihodnost*. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.
- Križnar, M. (2021). *Paleontologija na Slovenskem: sprehod skozi čudovit svet okamnin*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
- Pavšič, J. (1995). *Fosili, zanimive okamnine iz Slovenije*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.



HANA PEČAR, študentka Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani

IZDELAJ SVOJ FOSIL



Fosili ali okamnine so sledovi in ostanki organizmov, ki so stari vsaj 10.000 let. S fosili spoznavamo okolja in življenje v geološki preteklosti. Veda, ki raziskuje in proučuje fosile se imenuje paleontologija. Obstajajo različne oblike fosilov:

- a) odtis telesa živali ali njenega dela,
- b) kameno jedro,

- c) dejanski organizem v ledu,
- č) dejanski organizem v smoli,
- d) sled delovanja živali (fosilne sledi),
- e) dejansko telo živali ali njen del, ki se je fosiliziral.

Z dejavnostmi bomo spoznali prve štiri nastanke fosilov ter znanje utrdili s priloženim delovnim listom.

ODTIS TELESA ALI DELA ŽIVALI

Potrebščine za izvedbo:

- 100 g moko,
- 35 g soli,
- 30 mL ohlajene kave,
- 50 g kavne usedline,
- lupine školjk in polžje hišice.

Postopek:

Maso pripravimo tako, da v posodo dodamo moko, sol, kavno usedlino ter ohlajeno kavo. Dobro pregnetemo, da dobimo gladko testo. Nato izoblikujemo podlago, na katero odtisnemo različne lupine školjk in polžjih hišic.



Odtisnemo različne lupine školjk in polžjih hišic.

Slika 1: Postopek izdelave odtisov polžjih hišic in lupin školjk



Slika 2: Pravi fosil z odtisi školjk

KAMENO JEDRO

Potrebščine za izvedbo:

- pripravljena masa iz prejšnje aktivnosti,
- belo tekoče lepilo za les,
- majhne lupine školjk in polžje hišice.

Postopek:

Del pripravljene mase iz prejšnje aktivnosti oblikujemo v podlago, v katero odtisnemo školjko ali polžjo hišico. Nato ta odtis zalijemo s tekočim lepilom za les. Bodoči fosil pustimo sušiti vsaj dva dni, da se lepilo posuši.



Slika 3: Postopek izdelave kamenega jedra



Slika 4: Primer pravega kamenega jedra školjke

ORGANIZEM V LEDU

Potrebščine za izvedbo:

- kadička,
- igrača mamuta,
- voda.

Postopek:

Igračo mamuta položimo v kadičko z vodo ter ohlajamo v zamrzovalniku toliko časa, dokler ne dobimo ledu.



Slika 5: Izkopan mladiček mamuta iz ledu



Slika 6: Dejanski organizem v ledu

ORGANIZEM V SMOLI

Potrebščine za izvedbo:

- čaša,
- želatina,
- jedilna barva,
- voda,
- model členonožca (pajek, žuželka ...),
- žličke.

Postopek:

V čašo z vodo dodamo kapljico jedilne barve ter raztopimo želatino. V še nestrjeno želatino potopimo členonožca ter čašo ohlajamo nekaj ur. Žival, ki jo potopimo v želatino, je lahko igrača ali mrtev členonožec (npr. hrošč).



Slika 7: Postopek izdelave



Slika 8: Žuželka v smoli

IZDELAJ SVOJ FOSIL: KAJ SMO SE NAČUILI?

Odgovori na vprašanja.

1. Pravilno poveži vrste fosilov s primeri na fotografijah.

Fosil

Fotografija

žuželka v smoli



kameno jedro



dejanski organizem v ledu



odtis telesa živali ali njenega dela



2. S svojimi besedami pojasni razliko med odtisom in kamenim jedrom.

3. Zakaj se organizem tako dobro ohrani v ledu ali v jantarju?

4. Katera izdelava fosila ti je bila najbolj všeč?

- a) Odtis.
- b) Kameno jedro.
- c) V smoli.
- č) V ledu.



Bakterije, virusi in maske

Živimo v posebnem obdobju, ko je v ospredju skrb za higieno in je poleg umivanja rok, pomena higiene kašlja, brisanja nosu v nekaterih okoliščinah priporočljivo tudi nošenje maske. Dve četrtošolki iz OŠ Spodnja Šiška sta se pod mentorstvom učiteljice Lote Gasser Vončina odločili, da raziščeta, koliko nas maska zaščiti.

V raziskovalni nalogi ju je zanimalo:

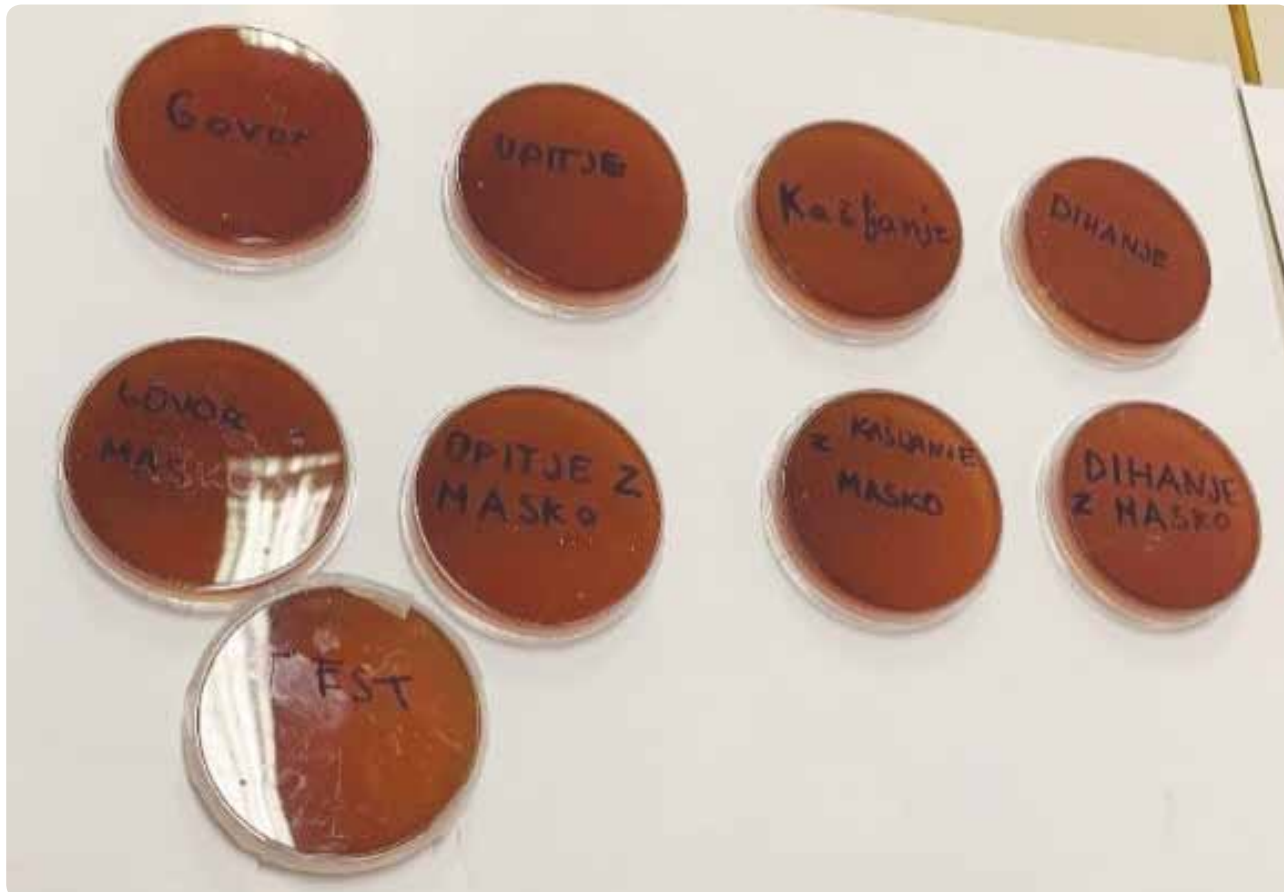
- kako, pri katerih dejavnostih nas maske ščitijo,
- kaj maske preprečujejo,
- koliko otrok nosi maske,
- katere maske nosijo,
- kako jih hranijo
- in kakšno je mnenje staršev o nošenju mask.

Izvedli sta anketo in z raziskavo ugotavljali, kako nas maske ščitijo.

Anketa

Anketo je izpolnilo 158 učencev, od tega 93 deklic in 67 dečkov. Iz rezultatov ankete sta ugotovili, da:

- večina učencev uporablja medicinske maske, to je kar 72 %, 18 % jih uporablja plastični vezir, 10 % platnene maske;
- večina je prepričana, da se največ bakterij nabere na maski po celodnevni uporabi;
- 93 % učencev uporablja masko;
- največ učencev masko hrani v posebni vrečki, škatlici ali jo nosi v žepu;
- 87 % staršev podpira nošenje mask pri otrocih.



Slika 1: Petrijevke z agar ágarjem

Raziskava

Pri poskusu sta uporabili petrijevke, v katerih je agar agar. Agar ágar je želatini podobna snov iz agaroze in agaropektina. Pridobljena je iz rdečih morskih alg, predvsem iz rodov *Gelidium* in *Gracilaria*. Opazovali sta, kako hitro so se na agarju namnožile bakterije. Opazovali sta razmnoževanje bakterij, ko sta govorili, vpili, dihali in kašljali v agar z masko ali brez nje.

Ena izmed petrijevk je bila testna, ki je ostala neodprta. V ostale petrijevke sta vpili, govorili, kašljali in dihali. Vsak poskus sta naredili z masko in brez nje.

Mentorica jima je pomagala, da sta bila položaj in oddaljenost petrijevk pri vseh poskusih enaka.

Petrijevke sta opazovali en teden. V vmesnem obdobju sta jih hranili na istem mestu, kjer niso bile izpostavljene svetlobi in dodatnemu zraku. Ob začetku poskusa sta jih zalepili in jih tako pustili cel teden.

Pričakovali sta, da se bodo bakterije in posledično glive razmnožile predvsem na petrijevki s kričanjem in kašljanjem.



Slika 2: Priprava na raziskovanje

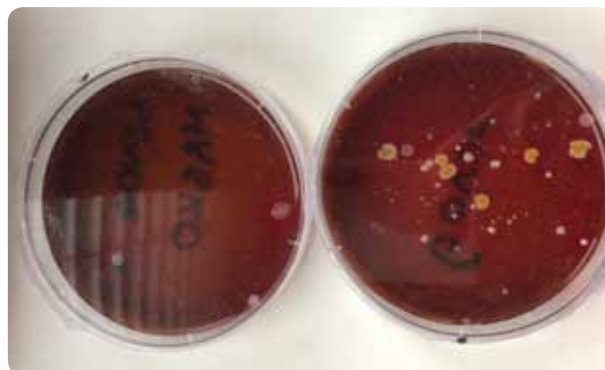
DIHANJE



Slika 3: Petrijevke, v katere sta dihali po enem tednu; levo: dihanje z masko, desno: dihanje brez maske.

Ugotovili sta, da so v izdihanem zraku prisotne bakterije, saj so se začele množiti. To se je zgodilo le na posodici, v katero sta dihali brez maske. **Sklepali sta, da maska okolico ščiti pred bakterijami iz izdihanega zraka.**

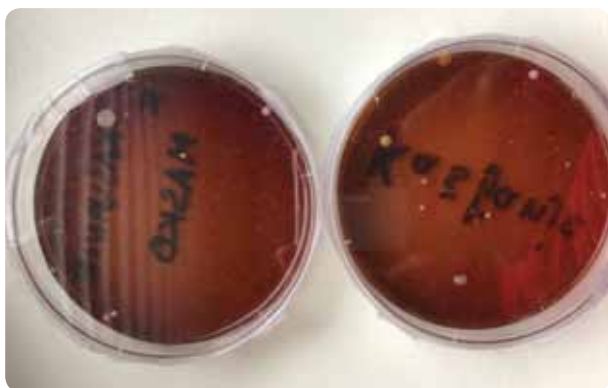
GOVOR



Slika 4: Petrijevke, v katere sta govorili po enem tednu; levo: govorjenje z masko, desno: govorjenje brez maske.

Pri posodicah, v katere sta govorili, se je namnožilo več bakterij in gliv kot pri dihanju. Tudi v petrijevki, v katero sta govorili z masko, se jih je namnožilo nekaj, kar pomeni, da verjetno maska okolice ne ščiti popolnoma, kadar govorimo. **Sklepali sta, da je to zato, ker pri govoru iz naših ust v ozračje preide skozi masko več kapljic z bakterijami kot pri dihanju.**

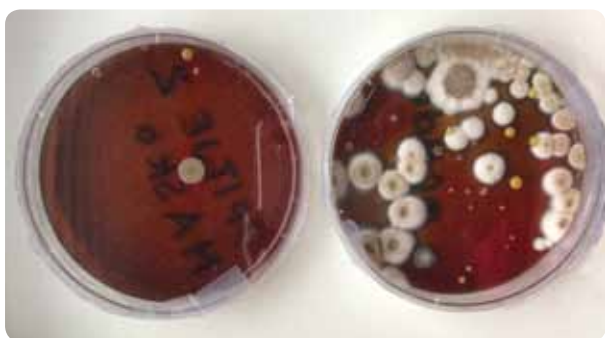
KAŠLJANJE



Slika 5: Petrijevke, v katere sta kašljali po enem tednu; levo: kašljanje z masko, desno: kašljanje brez maske.

Rezultati kašljanja so ju zelo presenetili. Pričakovali sta, da se bodo bakterije namnožile bolj, kot so se. Rezultati so zelo podobni kot pri govorjenju. Morda je do tega prišlo, ker je bila tista izmed njiju, ki je kašljala v petrijevke, med izvajanjem poskusa zdrava in je bilo bakterij v izkašljanem zraku podobno veliko kot v izdihanem zraku.

VPITJE

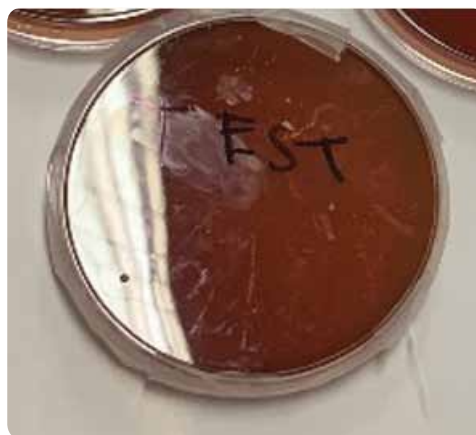


Slika 6: Petrijevke, v katere sta vpili po enem tednu; levo: vpitje z masko, desno: vpitje brez maske.

Bakterije in glive v petrijevkah, v katere sta vpili, so se namnožile najbolj. Zelo sta bili presenečeni, da so se namnožile v tako velikem številu. Velika razlika je bila tudi med obema posodicama. **Maska je zelo dobro preprečila bakterijam in glivam, da bi se razširile v okolje in nabrale na površini agarja.**

V testni petrijevki ni prišlo do nobenih sprememb.

Vse petrijevke sta po uporabi vrgli v zabojnike za nevarne odpadke.



Slika 7: Testna petrijevka

Ugotovitev

Ker se je v njunem poskusu pokazalo, da je velika razlika med količino bakterij in gliv, ki so se namnožile na petrijevkah, kjer sta uporabljali masko, in tistimi, kjer je nista, je nošenje maske zelo priporočljivo. Okolico varuje pred bakterijami v izdihanem zraku. Verjetno to velja tudi v obratni smeri in maske ščitijo tudi nas pred bakterijami in virusi v izdihanem zraku tistih, ki nas obkrožajo. Potrdila se je tudi njuna napoved, da se bodo bakterije in posledično glive, razmnožile predvsem na petrijevki s kričanjem, rezultat poskusa s kašljanjem pa ju je presenetil.

Hranjenju mask med dvema uporabama bi morali nameniti več pozornosti, saj je pomembno, da jih hranimo na posebnem mestu, kjer se bakterije ne raznašajo na ostale površine. Pomembno je, da masko po uporabi zavržemo ali redno peremo, če je temu namenjena.

LITERATURA IN VIRI:

- Enders, G.: *Čarobno črevesje*, 2015, Ljubljana: Mladinska knjiga Založba, d.d.
- Baeuerle, P. A.: *V svetu celic in genov*, 1998, Ljubljana, Tehniška založba Slovenije
- Bricelj, M. in sodelavci: *Leksikon Cankarjeve založbe*, 1982, Cankarjeva založba
- Treays, R.: *Osnove biologije*, 1993, Tehniška založba Slovenije
- <https://english.elpais.com/society/2020-10-28/a-room-a-bar-and-a-class-how-the-coronavirus-is-spread-through-the-air.html>
- <https://www.termania.net/slovarji/mikrobioloski-slovar/5384312/agar>
- <https://www.nijz.si/sl/splosna-uporaba-zascitnih-mask>



Izdelava gugalnice prevesnice v 5. razredu

Uvod

Učenci v petem razredu pri predmetu naravoslovje in tehnika spoznavajo zelo raznolike vsebine, med njimi tudi zahtevnejše. Lažje jih razumejo, če se učitelj ob razlagi opira tudi na eksperimentalne metode. Poskusi in praktični izdelki učence izdatno motivirajo za delo, z njihovo pomočjo lažje razumejo učno vsebino, kot tudi spoznajo, da je za delovanje naprav potrebnega veliko načrtovanja. Priprava pouka za takšne učne vsebine je za učitelja zahtevnejša, od njega terja veliko priprav in pri pouku veliko potrpljenja pri usmerjanju učencev. V članku je opisano, kako smo z učenci izdelali gugalnico prevesnico in ovrednotili njeno funkcionalnost.

Izhodišča za učitelje

V ospredju poučevanja je učni cilj iz učnega načrta za naravoslovje in tehniko, in sicer želimo doseči, da znajo učenci graditi model gugalnice, ga preizkusiti in vrednotiti. Tudi minimalni standard znanja je, da zna učenec izdelati model gugalnice in ga preizkušati (Vodopivec idr., 2009).

Preden se lotimo načrtovanja pouka, moramo sami sprejeti dejstvo, da težko izpeljemo kvaliteten pouk naravoslovja in tehnike brez praktičnih prikazov. Učitelji se temu skušamo izogniti, ker je potrebnih veliko priprav materialov in vnaprejšnjega predvidevanja, poleg tega pa tudi veliko potrpljenja, saj so učenci (vedno manj) spretni pri uporabi orodij – včasih se ustavi že pri rezanju s škarjami. A ko enkrat začnemo v pouk implementirati eksperimentalne metode, se zaradi odzivov učencev verjetno ne bomo vrnili k poučevanju samo s podajanjem teorije.

Preverimo predznanje

Z gugalnicami imajo učenci izkušnje, saj so te najpogostejše igralo na otroških igriščih. Potrebujemo pa naše usmeritve, da razvijajo in usvojijo ustrezne

naravoslovne pojme ter jih ustrezno vključijo v obstoječe predstave o gibanju. Verjetno bodo znali sami najti besede za poimenovanje delov gugalnice, a bodo ti pogosto narečni. Na primer na Gorenjskem so vsi deli neke vrste »štanga«, kot so: »štanga za sedež«, »štanga za držanje« in podobno. Pri pouku se naučijo poimenovanj delov gugalnice, kot so breme, vrtilšče, nihajni drog, stojalo ipd. Spodbudimo jih, da z uporabo teh pojmov pojasnijo, kako poteka guganje na gugalnici. Tak način izražanja morajo učenci čim pogosteje izvajati, saj je treba veliko vaje, da znajo suvereno in samostojno razložiti pojme. Če se bodo urili v ustreznem tvorjenju povedi tudi pri naravoslovju in ne samo pri slovenščini, se bodo znali dobro naravoslovno izražati.

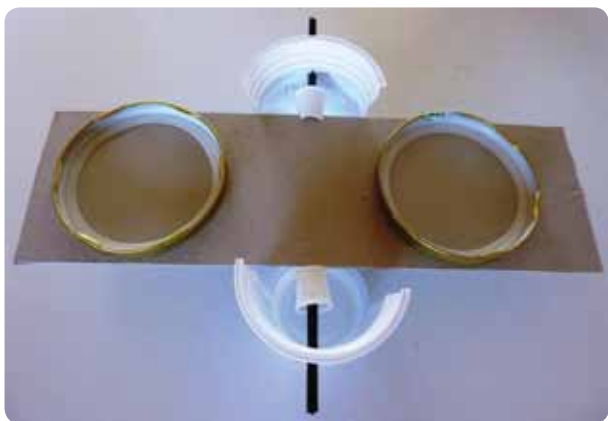
Učenci v petem razredu že vedo, da jih teža vleče k tlom. Prav tako jim je jasno, da se gugati začnemo samo, če se odrivamo oz. nas potiska nekdo drug. Na tem mestu uvedemo pojma nihanje in sunek, ki je potreben za začetek gibanja. Prav tako razumejo, da se na gugalnici prevesnici ob guganju dveh različno težkih otrok doseže ravnovesje tako, da breme (uvedemo tudi ta pojem) prestavimo bližje vrtilšču. To lahko storimo na dva načina: premaknemo breme ali pa premaknemo ročico. Vedo, da se na gugalnici nihalki običajno gugamo sami, da se ob močnem odzivanju lahko nihajni drog, če gre za vrv, trga in na gugalnici zabavno poskakujemo in imajo izkušnje, kdaj se lažje oziroma težje gugamo.

Ko razjasnimo teoretične vsebine, se lotimo preizkušanja v praksi. Po mojih izkušnjah se s takojšnjim odhodom na igrišče (pred pojasnjevanjem vsebin) učenci težje zberejo, saj igrišče podzavestno povezujejo z igro. Zato učencem raje najprej pojasnim teorijo na podlagi njihovih izkušenj, potem pa odidemo na igrišče, kjer vse povedano preizkusimo. Tam na svoj račun pridejo tudi tisti učenci, ki so bili v razredu tiho, ker niso prav dobro razumeli, o čem govorimo. Na igrišču uvedem samo še zadnji pojem – ravnovesje. To storim tako, da dam učencem izziv zadržati gugalnico prevesnico v vodoravni (ravnovesni) legi. Učenci se pri tem zabavajo, ponovijo pa tudi

teorijo o premikanju težjega bremena k vrtilšču. Izziv lahko nadgradimo s tem, da na gugalnico povabimo več otrok, potem pa vsi skupaj skušajo ohraniti ravnovesje. Te dejavnosti lahko povežemo tudi s poukom športa ali uro oddelčne skupnosti.

Izdelava gugalnice prevesnice

Gugalnica prevesnica deluje po enakem načelu kot ravnovesna tehtnica, kar nam bodo učenci verjetno sami od sebe povedali. Izdelamo jo lahko na zelo različne načine. Izdelave se lahko lotimo tako, da učencem prepustimo proste roke. S tem lahko povzročimo stisko pri učencih, ki so šibkejši na tehničnem področju, zato jim raje predlagam, kako jo izdelati, hkrati pa dovolim, da posamezne dele prilagodijo sami. Najraje načrtujem izdelavo gugalnice iz odpadnega materiala (slika 1). Učencem pokažem sliko iz e-učbenika in primer izdelane gugalnice, ki sta izhodišči za samostojno načrtovanje in izdelavo modela. Ob tem poudarim, da mora gugalnica delovati, torej je na njej mogoče prikazati prevesanje na stran gugalnice s telesom z večjo maso, pri čemer gugalnica na nosilcih ohrani stabilnost, ob enakih bremenih na enakih oddaljenostih na obeh straneh pa je gugalnica v ravnovesni legi. Z uporabo odpadnega materiala za izdelavo se dotaknem pomembnosti skrbi za naravo, saj je tudi to del pouka naravoslovja in tehnike. Zdi se mi prav, da skušamo ekologijo vključiti povsod, kjer je to mogoče, ne le v tiste učne ure, ko se učimo prav o njej.



Slika 1: Gugalnica prevesnica iz odpadnega materiala (Bajramović idr., 2014)

Učencem en teden prej napovem, kaj bomo izdelovali, da lahko postopoma nabirajo odpadne materiale in se z mislimi usmerjajo v izdelavo izdelka. Pomagam jim z vprašanji: Kateri deli gugalnice morajo biti nepremični in kateri gibljivi? Kako boste gugalnico naredili stabilno? Katera orodja/pripomočke potrebujete? V katerem delu moramo posebej

poskrbeti za trdnost? Iz česa bi lahko izdelali nihajni drog? Učenci se bodo po vsej verjetnosti začeli samoiniciativno pogovarjati tudi s starši in skupaj iskati rešitve za izdelavo gugalnice prevesnice. S tem ni nič narobe, saj jim bo to pomagalo dodati še kakšen vidik, na katerega v šoli nismo bili pozorni.

Na dan izdelave učenci s seboj prinesejo materiale. Ocenjujem, da jim veliko pomeni, če jim damo nekaj trenutkov, da si jih med seboj pokažejo in se s tem spodbudijo k razmišljanju o izdelavi. Nato jim dam napotke, kako naj gugalnico izdelajo. Pustim jim, da izrazijo svojo ustvarjalnost in dodajo kakšno svojo rešitev oz. nadomestijo manjkajoče elemente (če so jih pozabili prinesiti ali pa jih niso našli). Obvezno se pred izdelavo tudi pogovorimo o varnosti in pravilni uporabi olfa nožev – režemo stran od sebe in ne v smeri prstov.

Evalvacija

Po izdelavi je potrebno preizkusiti funkcionalnost izdelanih modelov gugalnice prevesnice. Pogovorimo se in jo preizkusimo. Neobtežena gugalnica je v ravnovesju, torej v vodoravni legi, ob obremenitvi pa se prevesi na stran s težjim bremenom. Če ni tako, potem spodbujam učence, da sami ugotovijo, kako bi delovanje izboljšali. Povem jim tudi, da včasih stvari ne uspejo tako, kot smo si jih zamislili in se zdijo preproste za izdelavo, ko pa se jih lotimo, se nam zatakne. Večina otrok je to dejstvo sposobno sprejeti. V nasprotnem primeru jim ponudim pomoč, vendar le toliko, kot je res nujno. Skušajmo biti le opazovalci in jih z vprašanji usmerjati k samostojno ugotovljenim rešitvam.

Težave, s katerimi so se soočali moji učenci, so bile: premehak karton za nihajni drog, nestabilno stojalo, negibljiv nihajni drog, najpogosteje pa so imeli težave, ker so prinesli materiale, ki so jih zelo težko rezali (npr. predebele ali pretrde plastične pokrovčke za nosilce vrtilšču). Spodbudila sem jih, da so težave rešili, čeprav nam to ni vedno uspelo. Primeri izdelkov učencev so na slikah 2–5.

Model prevesne gugalnice prve učenke (slika 2) je imel zelo nestabilno stojalo iz plastičnih lončkov, zato se je gugalnica ves čas prevračala. Učenka se je znašla in v lončke dala predmete, ki so lončke obtežili. Gugalnica je nato delovala.

Druga učenka (slika 3) je uporabila premehko lepenko za nihajni drog, ki se je upogibal, zato gugalnica ni bilo mogoče. Utrdila ga je z dodatnimi slamicami ob robovih. Gugalnica je nato delovala.

Tretji učenec je prinesel zelo debele plastične zamaške, v katere je precej težko izvrtati luknje za slamico, ki predstavlja vrtilšču. Vsak po malo smo vrtali v sredino zamaškov (pomagali so mu tudi drugi



Slika 2: Model prevesne gugalnice z nestabilnim stojalom iz plastičnih lončkov

učenci) in skupaj dosegli, da je nastala dovolj velika luknja, kot razvidno nas sliki 4.

Nekaterim učencem pa je v prvem poskusu uspelo izdelati delujočo gugalnico prevesnico. Primer je na sliki 5.

Zanimivo je, da so bili učenci sicer zadovoljni s svojimi izdelki, a jih je motilo, da so bili videti tako preprosto. Nekateri so celo uporabili izraz nametano. Zato smo se pogovorili še o tem, da je bilo bistvo izdelovanja gugalnice prevesnice v tehničnem postopku in preverjanju funkcionalnosti. Pri pouku likovne umetnosti se lahko posvetimo zunanjemu, estetskemu vidiku izdelkov. S tem učenci razvijajo ustvarjalne likovnoizrazne zmožnosti in negujejo individualni likovni izraz; ob likovnem izražanju razvijajo socialne, emocionalne in estetske osebnostne kvalitete; razvijajo motorično spretnost in občutek pri delu z različnimi materiali (Kocjančič idr., 2011). Nekateri učenci so takšne gugalnice celo sprejeli z olajšanjem, da tokrat ni treba, da je bilo vse videti lepo, druge je kljub pogovoru zunanost gugalnice motila, zato so jo doma prebarvali in okrasili.



Slika 4: Model prevesne gugalnice, pri katerem je učenec imel težave z vrtnjem lukenj



Slika 3: Model prevesne gugalnice s premekho lepenko za nihajni drog

Zaključek

Razvidno je, da učenci pri pouku naravoslovja in tehnike radi izdelujejo modele in pri tem razvijajo spretnosti in poglobljajo znanja. Za izdelavo zahtevnejših modelov, izdelkov lahko namenimo tudi cel dan. Gugalnico najraje izdelujem z učenci na tehničnem dnevu, da bi imeli dovolj časa v enem dnevu dokončati izdelek. Če bi ga delali po delih ob različnih dnevih, bi se gotovo izgubili posamezni deli in tudi zbranost bi bila manjša. Ne smemo pozabiti tudi na raznolikost izdelkov, da ne izdelujemo vedno takšnih, kjer se uporabijo isti obdelovalni postopki (npr. rezanje), isti postopki spajanja gradiv (npr. lepljenje) kot tudi ista gradiva (npr. papir). S tem damo učencem možnost, da razvijajo različne spretnosti, naš pouk pa bo pester in zanimiv.

LITERATURA:

- Bajramović, N. idr. (2014). *Matematika 5 – I-učbenik za matematiko v 5. razredu osnovne šole*. Zavod RS za šolstvo. (<https://eucbeniki.sio.si/nit5>)
- Kocjančič, N. F. idr. (2011). *Učni načrt – Likovna vzgoja*. Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo.
- Vodopivec, I. idr. (2009). *Učni načrt – Naravoslovje in tehnika*. Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo.



Slika 5: Primer delujoče prevesne gugalnice



Lebdenje v vodi: uporaba modela 5R

Uvod

S predlagano učno enoto o lebdenju rib v vodi, ki temelji na učenju z raziskovanjem, se osredotočamo na zmotno prepričanje, da so za plovnost rib odgovorne le njihove parne in neparne plavuti. V osnovni šoli je učna enota najprimernejša za obravnavo pri predmetu naravoslovje in tehnika (učenci znajo razložiti zunanjo zgradbo živali.; razlikovati med nevretenčarji, tj. polži, školjkami, žuželkami, pajki, kolobarniki, in vretenčarji, tj. ribami, dvoživkami, plazilci, ptiči in sesalci.; povezati zunanji videz živali z njenim načinom življenja, spolom, okoljem ipd. in predmetu naravoslovje (spoznajo osnovno zgradbo glavnih gradbenih tipov živali.; razumejo povezavo med telesno zgradbo omenjenih živalskih skupin in prilagoditvami, povezanimi s premikanjem).

Uporabili bomo model 5R, ki smo ga v Naravoslovni solnici že obravnavali (Krnal in Torkar, 2019). Sledimo petim korakom (razvnemi, razišči, razloži, razdelaj, reflektiraj) poučevanja. Ob uvedbi vsak korak najprej predstavimo. Sledi predstavitev predlaganih dejavnosti za učence.

Razvnemi

V prvem koraku učence uvajamo v nove pojme s pomočjo krajših dejavnosti, ki razvijajo radovednost, odpirajo naravoslovni problem in omogočajo odkrivanje njihovih prvotnih zamisli. Dejavnosti naj omogočajo povezovanje novih in starih izkušenj, izpostavijo učenceve prvotne zamisli in organizirajo razmišljanje o učnih izidih.



Slika 1: Opis raziskovalnega problema

1. Naloga za učence

S svojimi besedami opiši naravoslovni problem, ki so ga otroci izpostavili v pogovoru.

Razišči

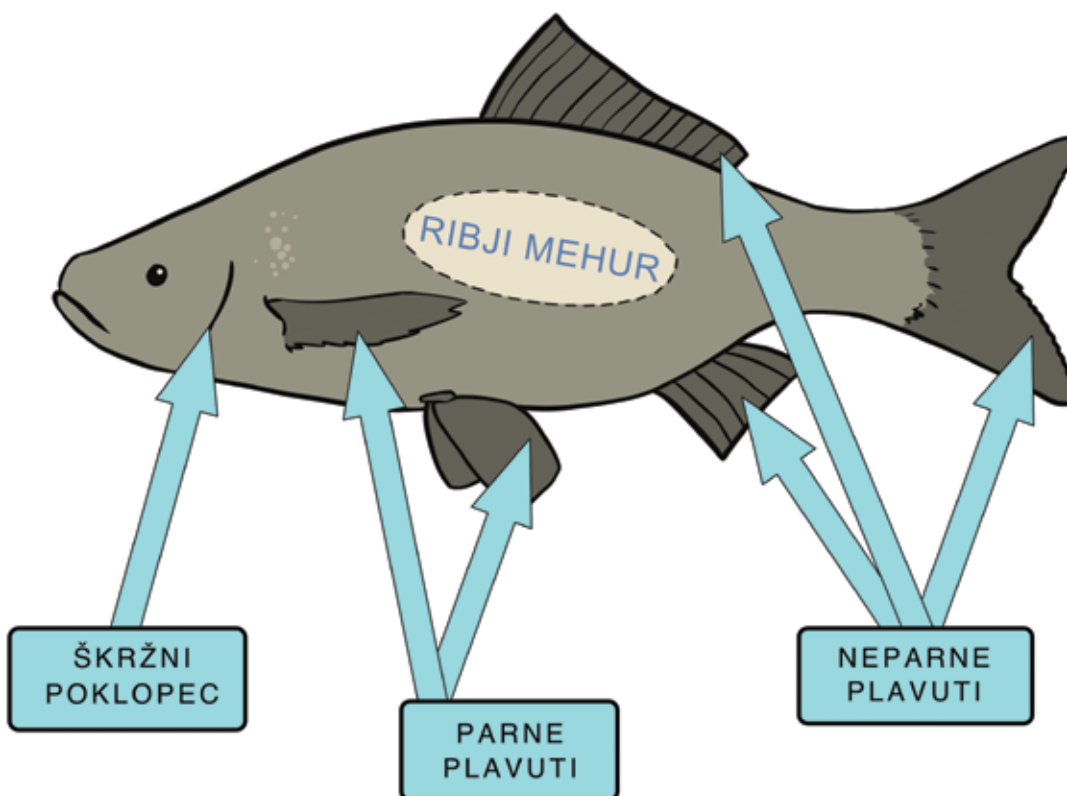
Drugi korak naj sestavljajo dejavnosti, ki omogočajo identifikacijo prvotnih zamisli (napačnih ali pomanjkljivih) in olajšajo njihovo rekonstrukcijo oziroma konstrukcijo novih. Učenci izvajajo dejavnosti, ki sprožajo nove zamisli in vprašanja, raziskujejo vprašanja, različne možnosti ter načrtujejo in izvajajo poskuse.

2. Naloga za učence

Opazuj plavanje ribe v akvariju ali ribniku. Bodi posebej pozoren na njene plavuti in usta. Ali riba ves čas plava? Ali riba med mirovanjem tone na dno?

3. Naloga za učence

Oglej si anatomsko skico ribe ali seciraj ribo iz ribarnice. Na spodnji skici je označeno mesto ribjega mehurja. Označi tudi škržni poklopec, parne in neparne plavuti ter usta.



Slika 2: Ribji mehur (risba: Žan Rode)

Razloži

V tem koraku so dejavnosti usmerjene v posamično področje učenčevih izkušenj in v zagotavljanje priložnosti, da učenci svoje novo razumevanje, razvite spretnosti in stališča prikažejo in preizkusijo. Obenem je to tudi priložnost, da učitelj neposredno vpelje nov pojem ali postopek. Oboje vodi h globljemu razumevanju in predstavlja kritični del te sekvence korakov.

4. Naloga za učence

Zlate ribice in njim podobne ribe žarkoplavutarice imajo ribji mehur, ki povečuje njihovo plavnost. Hrustančnice ribjega mehurja nimajo, zato morajo neprestano plavati, da ne tonejo na morskno dno. Morski pes kot izjema med hrustančnicami pa namesto mehurja uporablja jetra, kamor nalaga maščobo, ki povečuje njegovo plavnost.

Z naslednjimi eksperimenti preizkusi, kako deluje ribji mehur zlate ribice in kako plavnost uravnavajo morski psi.

Raziskovalni vprašanji:

- Kako plavnost regulirajo morski psi?
- Kako ribji mehur pomaga ribam pri plavanju?

Kaj potrebujemo za izvedbo poskusa?

- Vodo,
- olje,
- plastične kapalke,
- manjši akvarij/večja steklena posoda,
- plastenka 1,5 l,
- stekleničke ali lončki s pokrovi.

Izvedba poskusa: NEVTRALNA PLOVNOST

1. V večjo stekleno posodo ali akvarij natoči vodo.
2. Nato v manjšo stekleničko dodaj nekaj vode in stekleničko zapri s pokrovčkom.
3. Stekleničko položi v vodo v veliki posodi in preizkusi, če steklenička plava, potone ali lebdi. V stekleničko dodajaj ali iz nje odvzemaj vodo toliko časa, dokler ne dosežeš nevtralne plovnosti, ko zaprta steklenička lebdi v vodi (slika 3).

Ugotovitev: lebdeča steklenička predstavlja delovanje ribjega mehurja rib kostnic, ki ribam kostnicam omogoča nevtralno plovnost v vodi. V steklenički je zrak, zato je povprečna gostota stekleničke, vode in zraka enaka gostoti vode, zato steklenička lebdi. Ribe in druga telesa plavajo ali lebdi, če je vzgon enak njihovi teži.

Enak poskus ponovimo še z oljem namesto vode, s čimer simuliramo uravnavanje plovnosti pri morskih

psih. Ko je v steklenički le olje, je povprečna gostota zopet enaka gostoti vode.

Razdelaj

Učitelj preizkuša in razširja učenčevo razumevanje pojmov in obvladanja postopkov. Ob novih primerih in dejavnostih učenci razvijajo globlje razumevanje, pridobivajo nove informacije, razvijajo spretnosti in generalizirajo novo znanje.

5. Naloga za učence

Z naslednjim eksperimentom preizkusi, kako na ribe in delovanje ribjega mehurja vpliva tlak vode ter kako ribe lebdi v vodi pri večjih in manjših globinah.

Raziskovalno vprašanje:

- Kako tlak v vodi vpliva na ribji mehur?

Kaj potrebujemo za izvedbo poskusa?

- Vodo
- plastične kapalke,
- manjši akvarij/večjo stekleno posodo,
- plastenka 1,5 l,
- stekleničke ali lončki s pokrovi.



Slika 3: Nevtralna plovnost rjave stekleničke v akvariju



Slika 4: Izdelava kartezijevega plavača

Izvedba poskusa: KARTEZIJEV PLAVAC

1. Pri poskusu moraš ponovno doseči nevtralno plovnost male stekleničke z odvzemanjem in dodajanjem vode, tokrat ne da bi stekleničko zaprla s pokrovčkom.
2. Lebdečo stekleničko previdno prestavi v plastenko z vodo (slika 4). Steklenička mora biti obrnjena navzdol. Plastenko popolnoma napolni z vodo in jo zapri.
3. S stiskanjem plastenke lahko premikaš stekleničko po vodnem stolpcu. Stekleničko, ki sedaj predstavlja ribo, s pritiski rok premikaš po plastenki navzgor ali navzdol. Opazuj, kaj se dogaja z zrakom v steklenički, kdaj ima manjšo in kdaj večjo prostornino.

Ugotovitev: na različni tlak vode v globinah morij in jezer se ribe prilagajajo z dodajanjem in odvzemanjem plinov iz ribjega mehurja. Razlago lahko posplošujemo na druge primere lebdečih predmetov, kot je podmornica, ki z vodo polni in prazni balastne tanke tako, da je povprečna gostota podmornice enaka gostoti vode.

Reflektiraj

Učence spodbujamo k preverjanju svojega razumevanja in sposobnosti, hkrati je to priložnost za oceno učitelja o napredku in doseganju učnih ciljev.

6. Naloga za učence

S pomočjo literature dopolni besedilo, ki opisuje ribe: Ribe so obsežna skupina vodnih vretenčarjev. Okostje imajo hrustančasto (HRUSTANČNICE) ali okostenelo (KOSTNICE). Plavajo s parnimi in neparnimi PLAVUTMI. Dihajo s ŠKRGAMI. Sluzasta koža je običajno prekrita z luskami. Večina rib kostnic ima ribji MEHUR, ki je napolnjen s plini in jim omogoča lebdenje v vodi.

Odgovoriš lahko še na naslednji vprašanji. Lahko si pomagaš z literaturo.

1. Zakaj je pomembno, da se ribji mehur nahaja v težišču ribe?
2. Zakaj morajo ribe hrustančnice neprestano plavati?

LITERATURA:

- Krnel, D., Torkar, G. (2019). 5R ali pet korakov veni učni uri. *Naravoslovna solnica*, 23 (3), 8–13.
- Sket, B., Gogala, M. in Kuštor, V. (Ur.). (2003). *Živalstvo Slovenije*. Tehniška založba Slovenije.
- Vodopivec, I., Papatnik, A., Gostinčar Blagotinšek, A., Skribe Dimec, D. in Balon, A. (2011). *Program osnovna šola. Naravoslovje in tehnika. Učni načrt*. [Primary school program. Science and Technology. Syllabus]. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_naravoslovje_in_tehnika.pdf



Kartezijev plavač

Kartezijev plavač je klasična fizikalna igrača/pripomoček, ki jo uporabimo pri eksperimentalni predstavitvi vzgona in lastnosti idealnih plinov. Prvi opis pripomočka je podal Galilejev učenec Raffaello Magiotti leta 1648 (Ackerson, 2020). Pripomoček je sicer poimenovan po francoskemu matematiku in filozofu Renéju Descartesu (Descartes → cartesian diver), ki je živel med letoma 1596 in 1650, a v njegovih delih ni zaslediti opisa slednjega. Francozi pripomočka ne poimenujejo kartezijev plavač, ampak »ludion«, kar izhaja iz latinščine in pomeni igralec, norček, zabavljač. Zaslediti je, da poimenovanje »kartezijev« morada izhaja iz tega, ker ti da misliti, saj je znameniti izrek Descartesa: »Mislim, torej sem.«. Hkrati obenem pa je prve zapise o kartezijevem plavaču zaslediti ravno v obdobju Descartesa (Frazier, 1995).

Danes kartezijeve plavače izdelujemo pri pouku naravoslovja. Ob pregledu virov ugotovimo, da so bili prvi kartezijevi plavači stekleni (slika 1). Izdelovali so jih potujoči steklarji z namenom zabavanja občinstva. Eden najzgodnejših zapisov o teh steklarjih je oglas za šov nizozemskega steklarja na Poljskem okoli leta 1670. Na podlagi opisa pod sliko na plakatu je steklar eksperiment s kartezijevim plavačem promoviral kot čarovniški trik in ne kot naravoslovni eksperiment. Trdil je, da lahko vsaki figuri ukaže, da se premakne gor ali dol v štirih različnih jezikih in figura bo ubogala (slika 1) (Hopman, 2019).

Kartezijevi plavači so ostali priljubljen del dogodkov potujočih steklarjev, ne glede na to, ali so jih označili kot magijo ali znanost. V 19. stoletju so se mnogi Američani srednjega razreda želeli izobraževati, medtem ko so jih zabavali, in so množično hodili na naravoslovne šove, predavanja in muzejske razstave. Steklarji so zato v svoje šove vključevali vse večje število eksperimentov in predavanj in kartezijevi plavači so bili pogosto med njimi (Hopman, 2019).

O kartezijevem plavaču je bilo v našem prostoru prelitega že nekaj črnila, pa vendar slednji kot zanimiva igrača vedno znova navduši (Čepič, 2006; Čepič, 2007; Planinšič idr., 2004). V prispevku *Lebdenje v vodi* v tej številki Naravoslovne solnice je predstavljena tudi izdelava kartezijevega plavača, ki je model ribe z ribjim mehurjem in z njim lahko pojasnimo njihovo plavanje.



Slika 1: Primer skice kartezijevega plavača iz leta 1670, ki jo hranijo v Rakow Research Library, The Corning Museum of Glass

Preprost kartezijski plavač si lahko izdelamo doma; npr. epruveto z mehurčkom zraka potopimo v plastenko vode, ki jo zamašimo. Namesto epruvete lahko uporabimo tudi vžigalico, slamico in sponke za papir (Čepič, 2006; Grosu in Baltag, 1994). Najprej plavač plava, vendar potone, če plastenko stisnemo. Plavač priplava nazaj na površje, če pritisk popustimo. Plavači so živahni in jih ni lahko obdržati na izbrani globini. Podobno svoje gibanje z zračnim mehurjem regulirajo ribe z ribjim mehurjem. Če smo pozorni na mehurček v epruveti ujetega zraka, opazimo tudi, da se s spreminjanjem pritiska na plastenko, spreminja njegova prostornina. Seveda pa se moramo zavedati omejitev kartezijevega plavača kot modela ribjega mehurja (npr. ne omogoča spreminjanja količine plina v mehurčku), saj so naravni procesi in organizmi mnogo kompleksnejši kot preprosti fizikalni modeli (Čepič, 2006).

LITERATURA

- Ackerson, B. (2020). Cartesian Diver Plus. *The Physics Teacher*, 58, 84-85. 10.1119/1.5144783.
- Čepič, M. (2006). Praktični pouk naravoslovja – Kartezijev plavač. V Devetak, Iztok (ur.), Strgar, J. (ur.), Naji, M. (ur.), *Naravoslovje v teoriji in šolski praksi: pogledi in izkušnje*. Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo, str. 137–143.
- Čepič, M. (2007). Kartezijev plavač. *Presek: list za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje* 2006/2007, 34 (5), 18–19.
- Frazier, R. (1995). *A Philosophical Toy*. https://docs.google.com/document/d/1UsTa11r7XT9l_Zx3RBdzpmbbnHZO7Az-kQvRvICg-R2E/edit?usp=sharing
- Grosu, I. in Baltag, O. (1994). A simple but tricky experiment. *Physics Education*, 29(3), 184–185.
- Hopman, R. (2019). How it works: Cartesian diver experiment. <http://gatheringacrowd.com/2019/08/12/how-it-works-cartesian-diver-experiment/>
- Planinšič G., Kos, M. in Jerman, R. (2004). Two liquid Cartesian diver. *Physics education*, 39, 58–64.



Prhutanje pod skupno streho

Če želite videti netopirje, te edine aktivno leteče sesalce, se jih zlahka opazi prhutajoče zvečer ali ponoči, ko lovijo bodisi ob bregovih voda, gozdnih robovih, v odprtih mozaičnih pokrajinah, travnikih in mejicah ali pa mnogo bliže ljudem – ob uličnih svetilkah vasi in večjih mest. Drugače je podnevi, ko se netopirji, vseh 32 pri nas živečih vrst, skrivajo v zatočišča, ki so v duplih, skalnih razpokah, špranjah v hišah, pod mostovi, v jamah in drugih podzemnih prostorih kot so kleti, umetni rovi in podobno. Najpogosteje se podnevi srečamo z vrstami, ki tvorijo skupine pod strehami in tako svoj dom nemalokrat delijo s človekom. Podstrehe stavb so pogosto poletna zatočišča, neredko pa tudi ketišča netopirjev, medtem ko jih v neizoliranih delih stavb pozimi ni, saj si prezimovališče najdejo drugje – tam, kjer je temperatura stalna in nad ničlo. Pri nas so najbolj poznana prezimovališča jame, pa tudi drugi

podzemni prostori, kot so na primer kleti, le redke pa so zimske najdbe netopirjev v duplih in drugi špranjah, saj jih tam težko zaznamo.

Stavbna zatočišča so zaradi relativno lahkega dostopa, pa tudi zaradi njihove ogroženosti, eden izmed bolj raziskanih habitatov netopirjev. Na podstrehah, zvonikih, ostalih zapuščenih prostorih ali po kletih netopirji kotijo, prezimujejo in se pariyo. Stavbe so za netopirje nadomestki naravnih zatočišč – jamoljubne vrste izbirajo večje prostore, medtem ko vrste, ki bi se v naravi zadrževale npr. v skalnih razpokah, izbirajo podobne strukture tudi na stavbah – špranje v fasadah, prostore ob stikih različnih materialov ali kar za polkni. Neobljudenost, velikost prostorov in ustrezne preletne odprtine oz. preletnice so tudi lastnosti, ki pogosto sovpadajo s stavbami, ki so zaščitene tudi kot kulturna dediščina.



Slika 1: Mešana porodniška skupina velikih podkovnjakov (*Rhinolophus ferrumequinum*) in vejicatih netopirjev (*Myotis emarginatus*) v zapuščenih prostorih gradu Podčetrtek (foto: Aja Zamolo)

Preglednica 1: Stavbe kulturne dediščine s ketišči, na katerih se lahko zbere več kot 500 odraslih netopirjev (več informacij najdete v prosto dostopni knjižici »Netopirji v stavbah kulturne dediščine«)

Stavba	Vrsta	Mali podkovnjak	Navadni netopir	Vejicati netopir	Pozni netopir	Dolgokrili netopir
Cerkev Mati dobrega sveta, prosi za nas, Završe		14	2150	-	35	550
Cerkev sv. Antona Padovanskega, Trnovec		-	1330	-	-	-
Cerkev sv. Marjete, Dolenja Planina		-	1275	-	-	-
Cerkev Imena Marijinega, Briše		120	775	410	-	-
Cerkev sv. Lovrenca, Lovrenc na Pohorju		60	-	1080	-	-

V zadnjih 20 letih smo zanesenjaki in strokovnjaki za netopirje skupaj pregledali prek 1700 stavb s statusom kulturne dediščine. Podatke smo analizirali v sklopu projekta »LIFE integrirani projekt za okrepljeno upravljanje Nature 2000 v Sloveniji«, ki govori o varstvu stavbnih zatočišč netopirjev in skuša odpraviti morebitna navzkrižja med ohranjanjem zatočišč netopirjev in vzdrževanjem stavb kulturne dediščine. Izkazalo se je, da smo netopirje našli v kar 82 % pregledanih stavb, v 37 % pa smo potrdili skoraj 780 porodniških skupin različnih vrst. Stavbe kulturne dediščine potrjeno uporablja vsaj 23 od 32 v Slovenji živečih vrst netopirjev, kar pomeni, da te stavbe vsaj občasno gostijo skoraj tri

četrtine vseh vrst te skupine sesalcev ali nad 20 % vseh naših domorodnih vrst sesalcev. Na zatočiščih se lahko najde od posameznikov do več sto, v skrajnih primerih tudi več tisoč netopirjev, kot je razvidno iz preglednice. Pri nas na stavbah najpogosteje kоти mali podkovnjak, za katerega smo poznali kar 573 kotešč, vendar jih mnogo ne obstaja več.

Vsi netopirji pri nas so zavarovani, kar ne pomeni le, da jih ne smemo poškodovati, usmrtiti, odvzeti iz narave, ujeti ali zadrževati v ujetništvu, temveč tudi, da ni dovoljeno poškodovati ali uničevati njihovih življenjskih prostorov, kjer kotijo ali prezimujejo, torej zatočišč. Celoten spekter zatočišč – od prezimovališč,



Slika 2: Samica malega podkovnjaka (*Rhinolophus hipposideros*) objema mladiča (foto: Aja Zamolo)

poletnih zatočišč, parišč ter vmesnih zatočišč – je ključen za obstoj teh letočih sesalcev, ki lahko med zatočišči preletijo po nekaj, nekatere vrste pa tudi več sto kilometrov. Iz zatočišč pa se netopirji vsakodnevno odpravijo na lov na prehranjevališča, ki so lahko pri nekaterih vrstah oddaljena manj kot 1 km, spet pri drugih pa tudi do 30 km daleč. Iz teh podatkov je jasno razviden tudi pomen ohranjanja letalnih poti med različni habitati, ki jih netopirji uporabljajo in ki se raztezajo ob mejicah, gozdnih robovih, cestah, dolinah ali nad strugami potokov, rek.

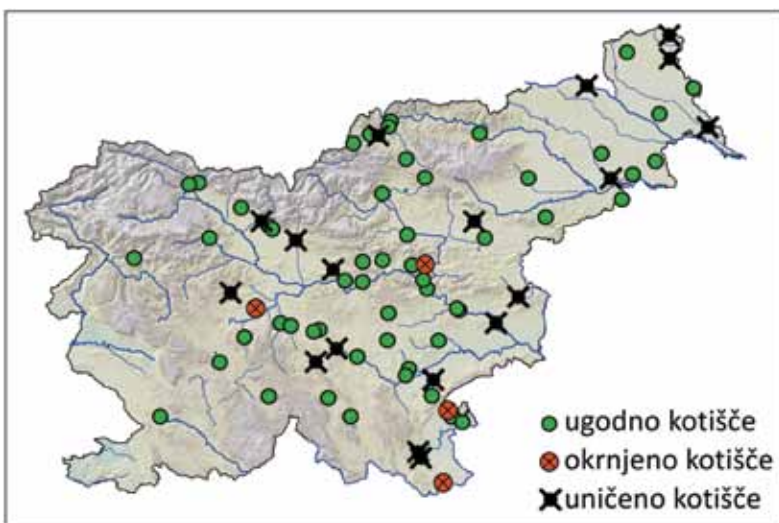
Kljub zakonski zaščiti je veliko stavbnih kotišč netopirjev že uničenih ali okrnjenih, še mnoga pa ogrožajo nepremišljene obnove ali nezadovoljstvo upravljalcev zaradi kopičenja gvana – netopirskih iztrebkov. Kadar se v porodniško skupino združi večje število netopirjev, se res lahko na zatočišču na leto nabere nekaj 10 kilogramov gvana. Upravljalci se tudi iz tega razloga odločajo za izločitev netopirjev (še pogosteje pa golobov) iz stavbe, kar običajno dosežejo z zapiranjem preletnic. Netopirjem je s tem onemogočen dostop, zato je to zatočišče uničeno. Še huje je, če zaprejo preletne odprtine, ko so živali na zatočišču, saj tako poginejo v iskanju izhoda. Izrazito negativen vpliv na možnost preživetja imajo tudi poletne obnove, saj gre za občutljiv čas, ko so netopirke visoko breje, ko kotijo ali vzrejajo svojega edinega mladiča v sezoni. Tretji pomemben dejavnik ogrožanja v stavbah bivačih netopirjev je osvetljevanje preletnih odprtin, saj lahko netopirji te ob osvetlitvi prenehajo uporabljati ali pa iz njih izletavajo kasneje in s tem zamujajo večerni višek žuželk.

Zaradi vsega naštetega so ogrožene vse vrste netopirjev, ki uporabljajo stavbe kulturne dediščine. Uničevanje kotišč pa ne vodi le v slabšanje stanja populacij netopirjev, temveč lahko povzroči tudi regionalna izumrtja določene vrste. Naj ilustriramo z

lanskoletnim (2021) uničenjem največjega od le dveh stavbnih kotišč dolgokrilih netopirjev, ki vzdržujeta celo severovzhodno populacijo (Štajerska, Prekmurje, Koroška). Kje, če sploh, so uspeli kotiti in vzrediti mladiče, ne vemo in samo upamo lahko, da se bodo letos vrnili na obnovljeno podstreho. Uničenje kotišča je bilo škodljivo tudi za navadne netopirje, ki imajo pri nas malo število kotišč, na katerih pa se združuje večje število netopirk, ki so v zadnjih 20 letih izgubile blizu 20 % kotišč (slika 3).

Nujno je pospešiti ukrepe za ohranjanje stavbnih zatočišč netopirjev, sicer bo prepozno. Na voljo je mnogo enostavnih tehničnih rešitev za lažje odstranjevanje gvana (podesti, folije, police) ali preprečevanja obremenjenosti z gvanom (npr. zapiranje prostorov, ki jih netopirji ne potrebujejo). Tudi golobe se lahko odvrne od vstopanja v stavbo tako, da je za netopirje še vedno možen prehod. Treba je le najti pravi način in včasih večkrat poizkusiti, saj vsaka stavba terja svoj pristop. Redno odstranjevanje gvana, ki se lahko ob koncu čistilne akcije uporabi kot gnojilo za njive in vrtove pridnih pometačev, pa je seveda najboljšo jamstvo za dobro sobivanje netopirjev in upravljalcev stavb. Pri teh aktivnostih je zelo pomemben pogovor in ustrezen dogovor upravljalcev, strokovnjakov za kulturno dediščino in strokovnjakov za netopirje oz. širše naravovarstvenikov, saj lahko stavbe predstavljajo dom tudi drugim živalim, kot so hudourniki ali sove. Zainteresirani domačini pa lahko z izkazanim interesom za ohranjanje in varstvo netopirjev tak dogovor in ukrepe, ki mu sledijo, močno olajšajo.

Mnoge starodavne stavbe tako postanejo več kot le kot kulturno izročilo – prepoznamo jih tudi kot naravne vrednote in vir vrstne pestrosti. Namesto zaključka pa še domača naloga: Ali veste, ali kaj prhuta pod streho vam najbližje stavbe kulturne dediščine?



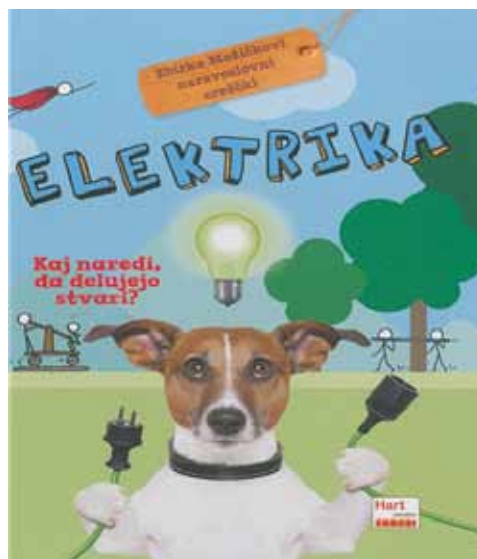
Slika 2: Poznana stavbna kotišča navadnih netopirjev in njihov ohranitveni status (stanje 2021) ter cerkev v Breznici, ki še gosti porodniško skupino navadnih netopirjev (foto: Primož Presetnik)

EMILY KINGTON

ELEKTRIKA

Kaj naredi, da stvari delujejo?

- Prevod: Maja Jug Hartman
- Založba Hart
- Ljubljana, 2021
- 24 strani
- 18,00 €



Knjiga *Elektrika* je ena od štirih knjižic iz zbirke Možičkovi naravoslovni oreščki. Gre za knjigo, ki je v izvirniku prvič izšla v Veliki Britaniji pri založbi Hungry Tomato Ltd. leta 2020, leta 2021 pa je bila prevedena v slovenski jezik in izdana pri Založbi Hart, d. o. o. Zbirka Možičkovi naravoslovni oreščki sestoji iz knjižic za zgodnje spoznavanje naravoslovnih vsebin – elektrike, materialov, svetlobe in zvoka ter sil in gibanja. Otroci so povabljeni, da se pridružijo navdušenim možičkom pri odkrivanju naravoslovja. Zbirka je namenjena otrokom v vrtcu in predvsem prvem vzgojno-izobraževalnem obdobju osnovne šole.

Brez elektrike si danes ne moremo predstavljati življenja, saj je potrebna za delovanje električnih naprav, npr. od luči, s katero osvetlimo prostor, pečice, v kateri si spečemo kruh, in telefona, s katerim pokličemo prijatelje. Elektrika je zelo pomembna v našem življenju, a razumevanje ključnih pojmov v povezavi z elektriko je zahtevno. V knjigi so poenostavljeno razloženi pojmi elektrika, žarnice, baterije, stikala, električni krog, prevodniki, izolatorji in električno omrežje. Tudi dvostranska poglavja nosijo taka imena. Vsebinsko knjige sestavljajo še poglavja, ki vključujejo odgovore na možičkove izzive, slovarček manj pogostih besed in stvarno kazalo.

Posamezno vsebinsko poglavje vključuje razlago pojmov, ki so krepko izpisani, večinoma velika slikovna ponazorila (fotografije in ilustracije) in duhovite fotografije živali. V vsakem poglavju je rubrika Možičkov izziv: zdaj si ti na vrsti ..., katerega cilj je spodbuditi interes otrok za vsebino. Primer možičkovega izziva v poglavju o prevodnikih (stran 15): *Če uporabiš samolepilni trak za povezavo žarnice in baterije v električni krog, žarnica ne bo svetila. Kaj se zgodi, če za povezavo*

uporabiš kovinsko žico? Odgovori na možičkove izzive so zbrani v poglavju Odgovori. Zapis odgovora na navedeni možičkov izziv otrok zlahka najde, saj je nazorno označen: Npr. *Če uporabiš kovinsko žico, bo žarnica svetila, ker je kovina dober prevodnik električnega toka. Kovinska žica = dober prevodnik* (str. 15). Obenem se kaže težnja, da otroci ob knjigi bogatijo naravoslovni besednjak.

Naravoslovno besedišče na področju elektrike je kompleksno in besede imajo zelo specifične pomeni. V knjigi je razvidno, da je včasih pojem elektrika diferenciran – uporabljena sta izraza električni tok in električna energija. Omenjeno bi bilo smiselno uporabiti še kje, npr. na str. 7: »Ko elektrika teče po žici ...« Obenem so ponekod razlage zelo poenostavljene, fizikalno na trhljih temeljih, kar lahko vodi do napačnih predstav, npr. navedeno je, da žarnica proizvaja svetlobo (str. 6), kar ni korektno. Bolj bi lahko bila poudarjena raba besedne zveze električni prevodniki/izolatorji in ne le prevodniki/izolatorji, saj poznamo tudi toplotne prevodnike/izolatorje. V knjigi opazimo tudi izrazita velikostna nesorazmerja objektov in živali, ki se čudijo, ter prekrivanje slik.

Vsekakor je knjiga prispevek k opusu otroške literature na področju naravoslovja in bi bilo zanimivo preveriti, v kolikšni meri raba tovrstnih knjig prispeva k interesu otrok za naravoslovje kot tudi k razvoju obravnavanega naravoslovnega besedišča. Ob ponatisu knjige pa velja premisliti o navedenih možnostih izboljšanja besedila.

*dr. Jerneja Pavlin,
Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani*

POPUSTI

NAROČNIŠKO
DARILO

BREZPLAČEN
DOSTOP DO
INTERAKTIVNIH
NALOG na portalu
www.ucimse.com

Moj čas z mojo revijo. Za moje veselje.



© Mladinska knjiga. Vse materialne avtorske pravice so last Mladinske knjige.

Naročanje:  080 11 08  www.mladinska-knjiga.si/revije

 Mladinska knjiga

Vejica je, vejice ni? To ni več vprašanje!

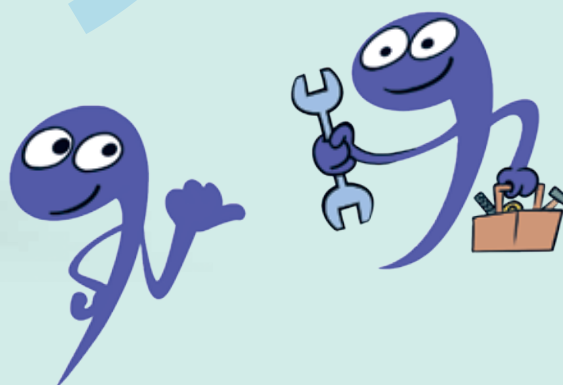
PREPROSTA PRAVILA Z JASNI MI PRIMERI
OPOZORILA IN NASVETI
ŠTEVILNE VAJE Z DODANIMI REŠITVAMI



NOVO



96 strani + snopič z rešitvami
8,50 EUR



NAROČILA www.knjigarna.com | 080 19 22

ROKUS
Klett