

ISSN 1318-9670



pomlad 2016 • letnik XX • št. 3

NARAVOSLOVNA

Solnica

revija za učitelje, vzgojitelje in starše

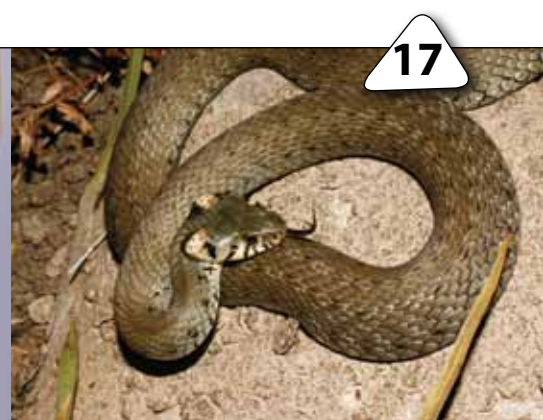


PEDA
GOŠKA
FAKUL
TETA

Preprosti biološki ključi

Kresnička 2016 – naloge

Kdo je komu hrana in kako
nastane prehranjevalna veriga
in prehranjevalni splet



Spoštovane bralke in bralci Naravoslovne solnice,

minilo je dvajset let, odkar je začela izhajati naša revija. Ves ta čas smo se trudili, da bi objavljali čim bolj zanimive in raznolike prispevke. Tako so bili objavljeni strokovni članki in zanimivosti s področja naravoslovja, bralce smo seznanjali z naravoslovnimi projekti, ki so se odvijali v Sloveniji. Večkrat smo pisali tudi, kako poučujejo v nekaterih osnovnih šolah in vrtcih v tujini.

Pomembno vlogo pri objavljanju ste imeli tudi vi, učiteljice in učitelji ter vzgojiteljice in vzgojitelji, ki ste pisali o svojih izkušnjah in delu v vrtcu ali šoli. Objavljali smo tudi recenzije knjig z naravoslovno vsebino, bodisi domačih avtorjev ali pa prevodov. Trudili smo se, da bralce seznanimo z novimi metodami učenja. Posebno pozornost smo namenjali prednostim ali slabostim novosti, ki se uvajajo v šole in vrtce.

Kot zagovornica uporabe preprostih ključev v osnovni šoli želim tokrat opozoriti tudi na članek v tej številki revije, ki utemeljuje, v čem je prednost uporabe takih ključev v šoli. Pri tem naj spomnim, da sem v eni od prvih številk Naravoslovne solnice prav zaradi

izrednega posluha urednice Zvonke Kos na njeno povabilo pripravila plakat, na katerem je bil predstavljen preprost ključ za določanje živali, ki živijo v mlaki. Pokojni profesor Janez Ferbar mi je takrat rekel: »Strinjam se, da so preprosti ključki zelo uporabni in koristni didaktični pripomoček za delo v osnovni šoli, vendar ne bo šlo tako hitro. Potrebni bo vsaj deset let, da se bodo učitelji navadili uporabljati take ključke. Poleg tega pa jih pri nas še ni in treba jih bo napisati.« No, od takrat je minilo dvajset let in sedaj se lahko pohvalimo, da imamo kar nekaj preprostih ključev, s katerimi lahko določamo različne živali in rastline, ki živijo pri nas. Upam, da se bo še več učiteljev odločalo za uvajanje takih ključev v pouk.

Ob dvajsetletnici izhajanja Naravoslovne solnice želim vsem njenim ustvarjalcem in bralcem, da bodo še naprej ostali zvesti bralci naše revije vsaj še naslednjih dvajset let.

*Članica uredniškega odbora:
dr. Barbara Bajd*

Revija izhaja trikrat na leto – jeseni, pozimi in spomladi. Cena posamezne številke je 5,80 €. Letna naročnina znaša 16,90 €. 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 341, faks: 01/5892 233 (pripis: za dr. Dušan Krnel), e-pošta: dusan.krnel@pef.uni-lj.si, www.pef.uni-lj.si

NARAVOSLOVNA SOLNICA Založnik: Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani ▪ Dekan: dr. Janez Krek ▪ Odgovorni urednik: dr. Dušan Krnel ▪ Urednica: Zvonka Kos ▪ Jezikovni pregled: dr. Darija Skubic ▪ Oblikovanje: Andreja Globočnik ▪ Fotografija na naslovnici: Darja Skribe Dimec ▪ Prelom: Igor Cerar ▪ Tisk: Birografika BORI d. o. o. ▪ Uredniški odbor: dr. Ana Gostinčar Blagotinšek, dr. Darja Skribe – Dimec, dr. Barbara Bajd, Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani, Lota Gasser, OŠ Spodnja Šiška, Ljubljana, Vladka Mladenovič, OŠ Ledina, Ljubljana

27



28



32



4 Preprosti biološki ključi

Barbara Bajd

10 Kresnička 2016 – naloge

Barbara Rovšek, Gregor Torkar, Dušan Krnel, Sašo Žigon

VPOGLED

16 Tekoči kristali

Katarina Susman

17 Nekaj predlogov uporabe slik v sredici revije

Gregor Torkar

23 Nekatera pomembna izhodišča za poučevanje biotske pestrosti v šoli

Gregor Torkar

MISLIL SEM, DA JE ...

27 Kako otrokom demonstrirati odzivanje rastlin na dražljaje iz okolja?

Gregor Torkar

KVARKADABRA

28 Prihodnost poljedelstva

Sašo Dolenc

IZ ŠOL IN VRTCEV

32 Kdo je komu hrana in kako nastane prehranjevalna veriga in prehranjevalni splet

Mojca Bizjak, Marjan Juvan

IZ ZALOŽB

38 Od genov do zvezd, osupljive zgodbe iz sveta znanosti

ZAVODOVA ZALOŽBA

39 Postopno uvajanje tujega jezika v prvo vzgojno-izobraževalno obdobje

Tematska številka revije Razredni pouk

Učiteljem/učiteljicam in študentom/šudentkam, katerih prispevki so objavljeni v tej številki, bosta Modrijan založba, d. o. o. in Pedagoška fakulteta Univerze v Ljubljani podarili knjige iz svojega založniškega programa.

Nagrado prejmeta:

Mojca Bizjak in Marjan Juvan, OŠ Polhov Gradec.

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

Uredništvo



Preprosti biološki ključi

V učnem načrtu za 6. razred osnovne šole je zapisano: »Učenci razvrstijo rastline v bližnjem ekosistemu v širše sistematske kategorije z uporabo določevalnih ključev.«

V učnem načrtu za 7. razred pa je zapisano: »Učenci razvrstijo živali v bližnjem ekosistemu v širše sistematske kategorije z uporabo določevalnih ključev.«

Pri tem ni mišljeno, da bi učenci uporabljali strokovne ključe za določanje organizmov, ki so včasih za branje in razpoznavanje različnih organizmov celo za strokovnjake zelo zahtevni, ampak je mišljeno, da se učenci seznanijo, kako so sestavljeni ključi in kako jih beremo.

Učenci ne spoznavajo samo imen različnih organizmov, ampak razvijajo tudi naravoslovne postopke in spoznavajo pestrost živega sveta.

Kaj so preprosti biološki ključi, kako jih uporabljamo in zakaj so pomembni?

Z uvajanjem preprostih ključev v učbenike smo v Sloveniji začeli že pred skoraj tridesetimi leti. Strokovni ključi so za nepoznavalce zelo zapleteni in zahtevajo poglobljeno strokovno znanje. So tudi zelo obsežni, ker je v njih opisanih veliko organizmov in vsebujejo mnogo strokovnih izrazov, po katerih prepoznamo različne organizme in jih ločimo med seboj. V nekaterih deželah,

na primer, v Veliki Britaniji, uporabljajo preproste ključe že več desetletij (Bayne in dr.). Pri nas smo jih začeli uvajati v šolo z začetkom devetletne osnovne šole. Že v učbeniku za drugi razred *Okolje in jaz* so se učenci seznanili s preprostim shematskim ključem (slika 1).

Še preden smo začeli uvajati v šole preproste ključe za določanje organizmov, smo imeli v Sloveniji nekaj preprostih ključev, ki pa so bili prevodi in so vsebovali tudi organizme, ki pri nas ne živijo. Leta 1996 so pri nas začeli izhajati preprosti ključi v obliki knjižic, ki so vsebovale izbor samo naših organizmov. Prva med njimi je



Slika 1: Preprosti shematski ključ

bila *Moje prve školjke in polži*, ki je izšla pri DZS. Od takrat je izšlo še 16 drugih preprosti ključev pri različnih založbah (DZS, Modrijan, Mohorjeva družba in Založba Hart). Mnoge od njih smo preizkusili tako v vrtcih kot v osnovnih šolah in rezultati so bili zelo pozitivni.

Preprosti biološki ključi so poenostavljeni ključi, ki vsebujejo le določeno število organizmov, ki živijo v nekem okolju. To je lahko morje, mlaka, na kopnem, na travniku, v gozdu, v prsti ali v gorah. Pri vsakem ključu je napisan seznam, katere organizme lahko z določenim ključem določimo. Tako mora učitelj ponuditi učencem le tiste organizme, ki so na seznamu, tako da niso preveč razočarani, če ne pridejo do rešitve. Vsekakor pa moramo učencem povedati, da je v naravi še veliko drugih organizmov, ki niso opisani v teh preprostih ključih. V ta namen je treba uporabiti strokovne ključe, ki pa so za nestrokovnjake težko razumljivi.

Besedilo preprostega ključa je zapisano v obliki dveh trditvev (a ali b) in vedno se odločimo za eno. Pri tem se nam zopet odpreta dve novi trditvi. Zopet se odločimo za eno, dokler ne pridemo do končne rešitve. Z uporabo ključev se učenci naučijo veliko podrobnosti o organizmih, ki bi jih sicer lahko prezrli. Pri natančnem opazovanju, ki je eden od najpomembnejših naravoslovnih postopkov, otroci uporabljajo tudi različna čutila. Organizme ne samo pogledajo, ampak jih tudi potipajo, povohajo, poslušajo in včasih tudi okušajo (na primer različne užitne plodove). Opazovanje, razvrščanje in uvrščanje so naravoslovni postopki, ki se jih otroci začnejo učiti že zelo zgodaj. Otroci razvrščajo svoje igrače, knjige, barvice po lastnem kriteriju. Uvrščanje pa je tesno povezano z razvrščanjem. Nek organizem z uvrščanjem postavimo na določeno mesto v določevalnem ključu.

Z uporabo preprostih ključev uresničujemo konstruktivističen način učenja. Učiteljeva vloga med učenjem otrok s poenostavljenim biološkim ključem je v tem, da otroke le usmerja. Glavno vlogo v učnem procesu tako prevzema konkreten biološki material in preprost biološki ključ. Otroci tako z aktivnim samostojnim delom konstruirajo novo naravoslovno znanje in usvojijo nove naravoslovne pojme. S takim načinom dela pride otrok do novih spoznanj oziroma vedenj sam. Taka pot do novih spoznanj, ki jo otrok prehodi sam, je za otroka zelo zanimiva, znanje pa pridobiva na sproščen in mikaven način. Tak način tudi spodbuja radovednost in v otroku razvija spoštljiv odnos do narave.

Poznamo različne oblike ključev:

– **empirične**, izkustvene, ki imajo predvsem praktični vidik. To so tako imenovani poenostavljeni ključi, ki vsebujejo samo določeno število organizmov. Orga-

nizme določamo na osnovi dobro vidnih zunanjih znakov, ki se jasno ločijo med različnimi organizmi. Ti ključi niso tako zahtevni kot ključi, ki jih uporabljajo strokovnjaki in z njimi lahko določimo le nekatere vrste organizmov (tiste, ki so v uvodu ključa navedene). Tega se moramo pri uporabi preprostih ključev zavedati;

– **teoretske**, ki upoštevajo filogenetski vidik, razvojno pot. Ti ključi so sestavljeni na osnovi naravnega sistema. Na začetku ključa so evlucijsko starejši organizmi, na koncu evlucijsko najmlajši. Ti ključi so zahtevnejši za prepoznavanje, bralec mora poznati veliko strokovnih izrazov. Mnogi od teh izrazov so poznani samo strokovnjakom. Poleg tega je pri določanju vrste potrebno včasih upoštevati tudi drobne značilnosti, ki niso vidne s prostim očesom.

Medtem ko morajo biti strokovni ključi napisani po pravilih in upoštevati razvojno pot organizmov, pa poznamo več vrst poenostavljenih ključev. Izmed teh so eni zelo preprosti, drugi pa že malo bolj zahtevni. Razlikujejo se po številu organizmov, ki jih obsegajo in po tem, kako je ključ napisan. V osnovi ločimo besedilne (opisne) ključe in shematske. Kot ime samo pove, besedilni ključi vsebujejo samo besedilo in so napisani v obliki dveh vprašanj ali trditvev (a in b), medtem ko so shematski napisani v obliki dvovejnate sheme, kjer se pot razveji v dve liniji, ki vsebujeta vsaka svojo trditvev, tako kot sta pri besedilnem ključu vrstici a in b. Nekateri ključi so opremljeni s slikami, tako da takoj prepoznamo, ali smo prišli do pravilne rešitve.

Medtem ko so strokovni ključi vedno zapisani v obliki besedila z dvema možnostma a in b, pa so lahko preprosti ključi napisani v različnih oblikah.

Tako lahko razlikujemo naslednje oblike ključev:

– **Slikovni** – vsebuje samo slike. Da pa ne listamo cele knjige od začetka do konca, so strani označene z različnimi barvami, kar nam pomaga, da iščemo samo na tistih straneh ključa, ki označujejo neko lastnost organizma (na primer barvo cveta). V takem ključu so cvetice razdeljene v skupine po barvi cveta, kar pa ni strokovna delitev, ampak izrazito izkustvena (empirična), ki nam pomaga, da pridemo hitreje do rešitve. Če želimo prepoznati, na primer, trobentico, pregledujemo v knjigi samo tiste strani, ki so označene rumeno, kar pomeni, da so na teh straneh zastopane samo cvetice z rumenim cvetom. Organizme prepoznavamo najprej po sliki, zraven pa je navadno podan še opis rastline. Ključ z različno obarvanimi stranmi omogoča, da pregledujemo samo omejeno število organizmov. Ob iskanju imena cvetice z modrim cvetom pregledamo samo tiste strani v ključu, ki imajo modro obarvane strani. (slika 2)

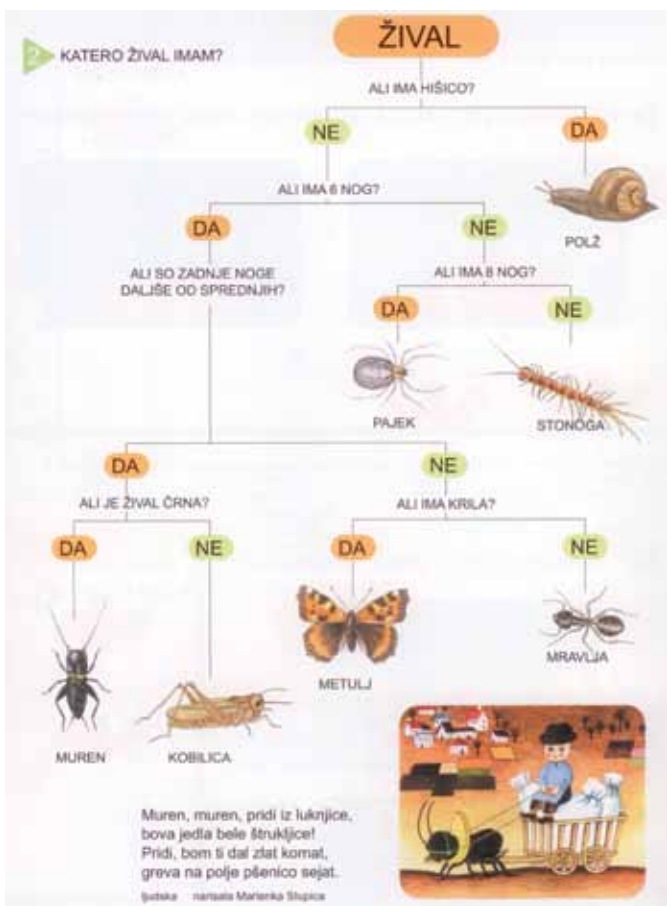


Slika 2: Slikovni ključ

- **Slikovno shematski** – poleg sheme so narisani tudi organizmi. Organizem določamo na osnovi vprašanj, na katera odgovarjamo z da ali ne. Odgovori nas pripeljejo do končne rešitve. (slika 3)
- **Opisno shematski** (v obliki sheme) – ključ je pisan v obliki dvovejnatga ključa (dihotomnega), kjer imamo vedno dve možnosti in se med njima odločimo za eno, ki bolje ustreza opisu organizma. Tako postopamo, dokler ne pridemo do končne rešitve. (slika 4)
- **Opisni (besedilni)** – besedilo je napisano na osnovi shematičnega dvovejnatga ključa, vendar sheme ne vidimo. Vedno imamo dve možnosti: a in b. Odločimo se za tisto trditev, ki ustreza organizmu, ki ga določamo, na desni strani opisa pa imamo zapisano

številko, ki nas vodi do naslednjih dveh vprašanj. (slika 5)

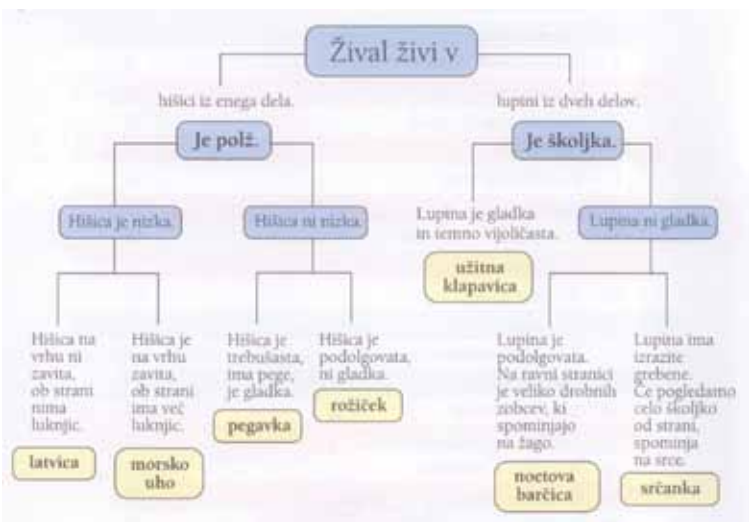
- **Opisno (besedilno) slikovni** (na primer Moji polži) – ključ vsebuje besedilo z dvema možnostima a in b. Ob končni rešitvi imena organizma pa je podana še slika organizma. Tako lahko takoj vidimo, ali smo pravilno določili ime organizmu. (slika 6)
- **Simbolno shematski** – če otroci še ne znajo dobro brati, lahko na osnovi simbolov prepoznajo značilnosti posameznega organizma, ki nas pripeljejo do končne rešitve. Na sliki je ključ napisan v obliki simbolov, ki so jih šestletni otroci v vrtcu sami določili in narisali. (slika 7)



Slika 3: Slikovno shematski ključ

- M. annua L. Enoletni g.** — Obdelana tla, groblje in ob poteh po vsej Sloveniji. VI do X.
 - M. perennis L. Trpežni g.** — Senčni listnati gozdovi in grmovnata pobočja od nižine do montanskega pasu po vsej Sloveniji. IV do VI.
 - M. ovata Sternb. et Hoppe. Jajčastolistni g.** — Svetli gozdovi, med grmovjem in humozna tla po vsej Sloveniji. IV do V.
- 2. Euphorbia L. — Mleček**
- Enoletnice. Listi nasprotni, s prilisti 2
 - * Listi brez prilistov. Ciatiji združeni v kobilasta socvetja na vrhu poganjkov 6
 - 2 Steblo pokončno. Listi podolgasti. Ciatiji po več skupaj na vrhu poganjkov 1. **E. nutans**
 - 2* Steblo prileglo. Ciatiji posamič v zalistju 3
 - 3 Steblo in listi goli. Semena gladka 4
 - 3* Steblo in listi dlakavi (le izjemoma goli). Semena s prečnimi brazdami 5
 - 4 Listi nad 7 mm dolgi, nesimetrični, na vrhu izrobljeni; ena polovica pri dnu srčasta. Zleze na robu ciatija okroglaste 3. **E. pepils**
 - 4* Listi največ 7 mm dolgi, simetrični, nikoli izrobljeni ali pri dnu srčasti. Zleze na robu ciatija z 2 ali 3-krpatimi priveski 2. **E. humifusa**
 - 5 Listi podolgasti, zgoraj z rdečo pego. Steblo dlakavo 5. **E. maculata**
 - 5* Listi široko jajčasti, ± okrogli, brez rdeče pege. Steblo štrleče dlakavo 4. **E. chamaesyce**
 - 6 Listi navkrižno razvrščeni, celorobi, sedeči, z razširjenim dnom 6. **E. lathyris**
 - 6* Listi spiralasto razvrščeni 7
 - 7 Zleze na ovoju ciatija okroglaste ali podolgaste 8
 - 7* Zleze na ovoju polmesečaste ali dvorogljate 18
 - 8 Plodnica gladka, brez bradavic 9
 - 8* Plodnica s poloblastimi, kratko vajastimi ali nitastimi bradavicami 10
 - 9 Enoletnica, 10 do 40 cm visoka. Listi kijasto narobe jajčasti 17. **E. helioscopia**

Slika 5: Opisni (besedilni) ključ



Slika 4: Opisno shematski ključ

Slika 6: Opisno (besedilno) slikovni ključ

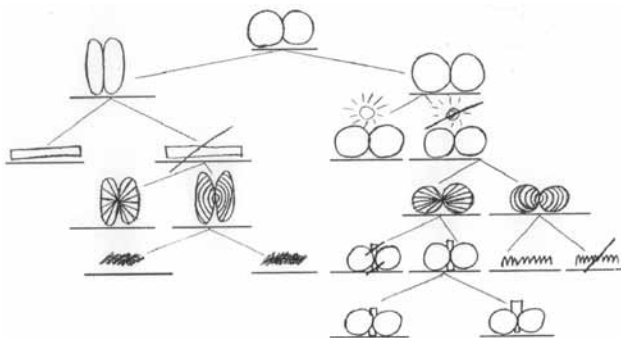
VRETNICE *Turritella communis*

10. a) Hišica je ozko stožčasta, proti vrhu zašiljena. Odrasla hišica ima več kot 11 zavojev. Na površini so le koncentrična rebra. Listje je bolj ali manj okroglo, pokrovec toperkul je okrogel. Hišica je od kremasto rumene, rjave do nežno vijoličaste barve. Hišica je visoka do 6 cm.

Živi na peščenem dnu. Hrani se z algami in muljem. V prazno hišico se lahko naseli rak samotarec. Vodo s hrano na poseben način preceja tako, da sprejme samo drobne delce.

b) Hišica je široko stožčasta, ima manj kot 10 zavojev. Površina hišice je mrežasta.

14



Slika 7: Simbolno shematski ključ, ki so ga sestavili otroci.

Ključki so lahko zapisani v knjižni ali v digitalni obliki, vendar nam računalnik ne omogoča dela v naravi. Tako moramo organizme prinesiti v učilnico, da si jih lahko natančno ogledamo in določimo s ključem predstavljenim na računalniku. Pri tem moramo paziti, da organizmov ne poškodujemo. Opazujemo jih lahko le krajši čas, potem pa jih moramo vrniti v naravo na mesto, kjer smo organizme nabrali. Danes v šolah uporabljamo tudi tablice. Te lahko nesemo v naravo in tako takoj določimo ime organizma.

Zavedati pa se moramo, da so vsi ti ključki poenostavljeni in lahko z njimi določimo le omejeno število organizmov. Tako mora učitelj učencem razložiti, da živi v Sloveniji veliko več različnih vrst živali in rastlin, kot jih je omenjenih v poenostavljenih ključih. Vseeno so poenostavljeni ključki primeren didaktični pripomoček, s katerim učenci spoznavajo raznolikost živega sveta. Z uporabo ključev se učenci naučijo natančnega opazovanja in tako spoznavajo veliko podrobnosti o organizmih, ki bi jih sicer lahko prezrli. Učitelj ali vzgojitelj pa mora paziti, da vedno ponudi otrokom in učencem za določanje le tiste organizme, ki so navedeni v ključu.

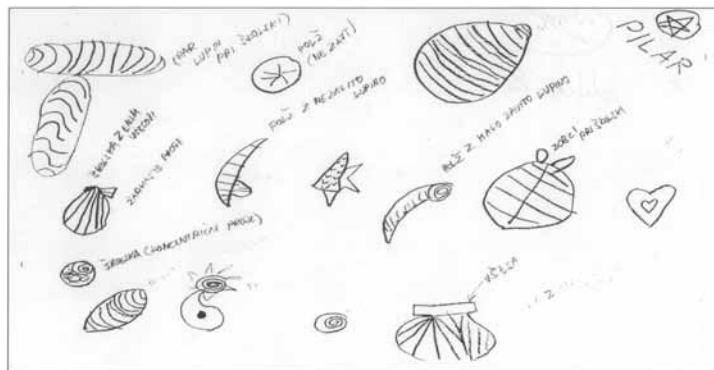
Preprosti biološki ključki omogočajo razvijanje naravoslovnih postopkov. Eden izmed najosnovnejših naravoslovnih postopkov je opazovanje. Učenci lahko opazujejo živali in so pozorni, v čem se razlikujejo (po velikosti, po zgradbi telesa, po številu nog, po barvi, po tem ali je telo deljeno ali ne, ali imajo krila, kako se gibljejo itn.) in v čem so si podobne. Prav tako lahko opazujejo različne rastline. Tudi te se razlikujejo po barvi in zgradbi cvetov, po obliki, velikosti in razporeditvi listov, po listnem robu in razporeditvi žil. So različne na otip in se razlikujejo po vonju. Pri opazovanju morajo biti otroci pozorni na te značilnosti.

Tako otroci preko poenostavljenih ključev spoznavajo raznolikost in pestrost živega sveta in spoznavajo prilagoditve organizmov na različna okolja. Pri pouku naravoslovja želimo otrokom čim bolj nazorno približati naravo in pojave v njej, zato moramo, zlasti kadar obravnavamo živali in rastline, otrokom omogočiti

stvarjen stik z njimi. Pri opazovanju morajo učenci uporabljati čim več različnih čutil. Organizme ne samo pogledajo, ampak tudi otipajo (lupine školjk so, na primer, gladke ali hrapave), povohajo (nekatero cvetice nam dišijo, nekatere ne ali celo smrdijo), poslušajo in včasih tudi okušajo (na primer užitne plodove).

Ali so preprosti ključki primerni za predšolske otroke?

Predšolski otroci še ne znajo brati, vendar so sposobni prepoznavati podobnosti in razlike med različnimi organizmi. Tako je naloga vzgojitelja, da z besedilom v knjigi usmerja otroke v opazovanje organizmov. Otroci so sposobni opaziti drobne značilnosti, podobnosti in predvsem razlike med organizmi in določanje po ključju za njih kot reševanje uganke. Ko pridejo do imena organizma, so zelo veseli in navadno želijo spoznati še več drugih organizmov. Da otroci opazijo različne podrobnosti in si jih tudi zapomnijo, pričajo tudi njihove risbe (slika 8).



Slika 8: Risbe otrok iz katerih je nastal preprost ključ.

Za določanje nekaterih organizmov, kot so morske školjke in polži, živali v prsti, živali v mlaki in zimske vejice, imamo tudi računalniški program, ki omogoča predšolskim otrokom, ki še ne znajo dobro brati, da poslušajo besedilo in se odločajo s klikom na miški, za katero od dveh možnosti se bodo odločili. Delo s tem računalniškim programom omogoča otrokom tudi utrjevanje in ponavljanje že usvojenega znanja, tiskanje slik organizmov in tudi opozori, ali so otroci prišli do pravilne rešitve ali ne. (slika 9)

Preproste ključke, ki vsebuje le nekaj organizmov, lahko sestavimo tudi sami in tako razvijamo pri otrocih naravoslovne postopke in jih naučimo predvsem natančnega opazovanja.

Pri naravoslovju skušamo spoznavati prave organizme v njihovem naravnem okolju ali pa organizme za kratek čas prinesemo v učilnico, si jih pogledamo pod lupo in vrnemo tja, kjer smo jih nabrali.



Slika 9: Računalniški program Ključi

Delo s preprostimi biološkimi ključi otroke uvaja v naravoslovne postopke in otrokom omogoča, da:

- se učijo natančnega opazovanja in iskanja podobnosti in razlik med organizmi,
- se naučijo opredeliti spremenljivke,
- spoznavajo pestrost organizmov in raznolikost med organizmi,
- seznanijo se s temeljno zgradbo bioloških ključev,
- naučijo se nekaj imen organizmov,
- naučijo se razvrščanja, ki je ena od temeljnih dejavnosti pri naravoslovju,
- povečuje se vedoželjnost in zato tudi želja spoznati še več zanimivosti o organizmih, ki jih sami poiščejo v različnih knjigah,
- spoznavajo ne samo imena organizmov, ampak tudi značilnosti različnih skupin organizmov (kot je npr. število nog, členjeno telo, razlika med polžem in školjko, razlika med žuželko in pajkom ...),
- razvijajo jezik, spoznavajo nove besede in bogatijo besedni zaklad,
- značilnosti organizmov povezujejo z okoljem, v katerem živijo,
- spoznavanje organizmov razvija pri otrocih ljubezen do narave in jo zato znajo čuvati in ohranjati.

Preprosti biološki ključi omogočajo razvijanje nekaterih naravoslovnih postopkov, zato so primeren didaktični pripomoček, s katerim otroci spoznavajo raznolikost živega sveta. Z uporabo ključev se otroci naučijo veliko podrobnosti o organizmih, ki bi jih sicer lahko prezrli.

Uporaba preprostih bioloških ključev ima mnogo vzgojnih in poučnih strani, zato bi morali otroke začeti uvajati na uporabo ključev že v vrtcu.

LITERATURA:

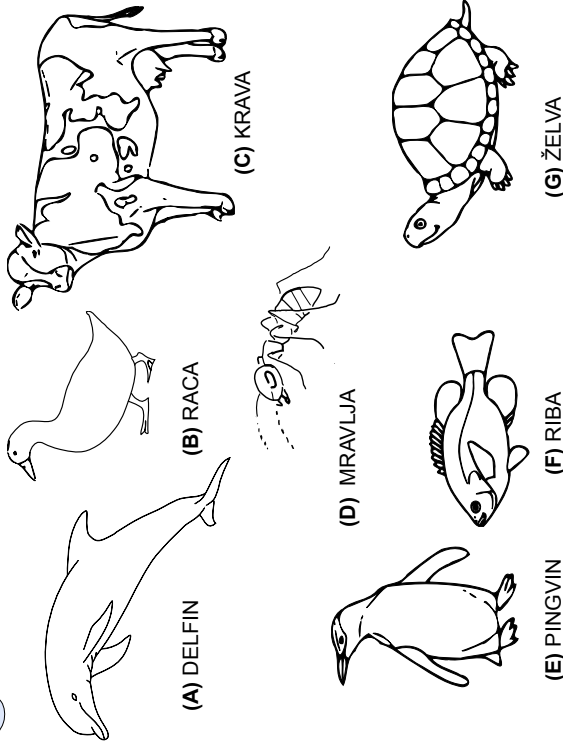
- Allen, G., Denslow, J. (1999). **Cvetnice**. Ljubljana: Tehniška založba.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). **Necvetnice**. Ljubljana: Tehniška založba.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). **Ptiči**. Ljubljana: Tehniška založba.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). **Žuželke in druge majhne živali brez okolstva**. Ljubljana: Tehniška založba.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). **Sladkovodne živali**. Ljubljana: Tehniška založba.
- Allen, G., Denslow, J. (1999). **Živali na morskimi obali**. Ljubljana: Tehniška založba.
- Antič, M. G., Bajd, B., Ferbar, J., Krnel, D., Pečar, M. (2000). **Okolje in jaz 2: spoznavanje okolja za 2. razred devetletne osnovne šole**, Učbenik. 1. izd., 69 str. Ljubljana: Modrijan.
- Antič, M. G., Bajd, B., Ferbar, J., Krnel, D., Pečar, M., Grgičević, D. (2001). **Okolje in jaz 3: spoznavanje okolja za 3. razred devetletne osnovne šole**, Učbenik. 1. izd. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (1996). **Moje prve školjke in polži**. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1997). **Moje prve zimske vejice**. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1998). **Moje prve drobne živali tal**. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1998). **Moje prve sladkovodne živali**. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1999). **Moje prve praproti**. Ljubljana: DZS.
- Bajd, B. (1998). **Ključi, računalniški program**. Ljubljana: Računalniški center Miška: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.
- Bajd, B. (2002). **Moje prve dvoživke**. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (2002). **Moje prve spomladanske cvetlice**. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (2003). **Moje prve ptice pozimi**. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (2005). **Moji prvi metulji**. Ljubljana: Modrijan.
- Bajd, B. (2012). **Moji prvi listavci: preprost določevalni ključ**. Celovec: Mohorjeva.
- Bajd, B. (2012). **Moji prvi morski polži in školjke: preprost določevalni ključ**. Ljubljana: Hart, Harting.
- Bajd, B. (2013). **Moji prvi kopenski polži: preprost določevalni ključ**. Ljubljana: Hart, Harting.
- Bajd, B. (2013). **Moji prvi morski raki: preprost določevalni ključ**. Ljubljana: Hart, Harting.
- Bajd, B. (2014). **Moje prve morske ribe: preprost določevalni ključ**. Ljubljana: Hart, Harting.
- Bajd, B. (2014). **Moje prve alpske rastline: preprost določevalni ključ**. Ljubljana: Hart, Harting. 50 str.
- Bajd, B. (2015). **Moje prve zelene rastline pozimi: preprost določevalni ključ**. Ljubljana: Hart, Harting.
- Bajd, B. (2015). **Moji prvi metulji: preprost določevalni ključ**. Ljubljana: Hart, Harting.
- Krnel, D., Bajd, B., Oblak, S., Glažar, S. A., Hostnik, I. (2002). **Od mravlje do Sonca 1: naravoslovje in tehnika za 4. razred devetletne osnovne šole**. [Učbenik]. Ljubljana: Modrijan.

Kresnička 2016 – naloge



BARBARA ROVŠEK, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani in DMFA Slovenije
GREGOR TORKAR, DUŠAN KRNEL, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani
SAŠO ŽIGON, OŠ Danila Lokarja, Ajdovščina

3. **OBKROŽI ŽIVALI, KI LEŽEJO JAJCA.** [7t]



4. **V KATEREM JAJCU JE VEČJI ZRAČNI MEHURČEK?** [2t]
OBKROŽI PRAVILNI ODGOVOR.

(A) V SVEŽEM JAJCU. (B) V TRI TEDNE STAREM JAJCU.

5. **KAKO IMENUJEMO RIBJA JAJCA?** [2t]
OBKROŽI PRAVILNI ODGOVOR.

(A) IKRE (B) MREST (C) LIČINKE

© 2016 DMFA Slovenije, Komisija za tekmovanje v znanju naravoslovja Kresnička R1/2



IME IN PRIIMEK:

TEKMOVANJE IZ ZNANJA

NARAVOSLOVJA

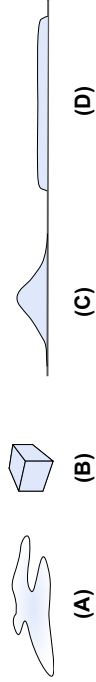
3. FEBRUAR 2016

1. RAZRED



1	2 A	2 B	2 C	2 D	2 E	2 F	3 A	3 B	3 C	3 D	3 E	3 F	3 G
4	5	6	7 A	7 B	7 C	7 D	7 E	7 F	8	9	10		

1. **SLADKOR PREDVIDNO SIPLJEŠ NA ISTO MESTO. KAJ DOBIŠ?** [3t]
OBKROŽI SLIČICO, KI KAŽE PRAVILNI ODGOVOR.



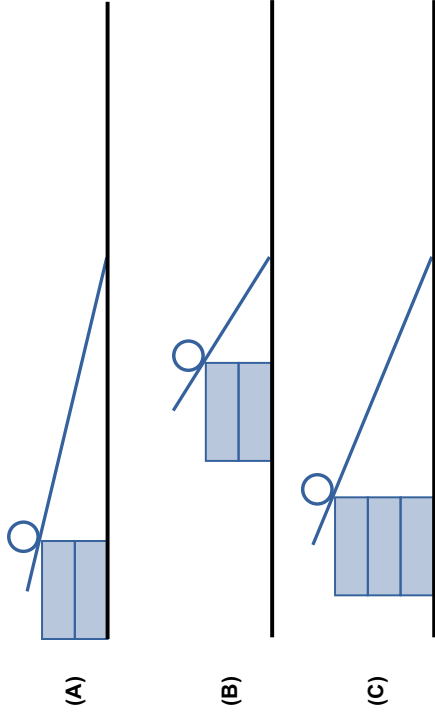
2. **ČE SE SNOV NA SLIKI LAHKO PHELIVA, POBARVAJ KROGEC** [6t]
POD SLIKO Z MODRO. ČE SE SNOV LAHKO PRESIPA, POBARVAJ KROGEC Z RDEČO.



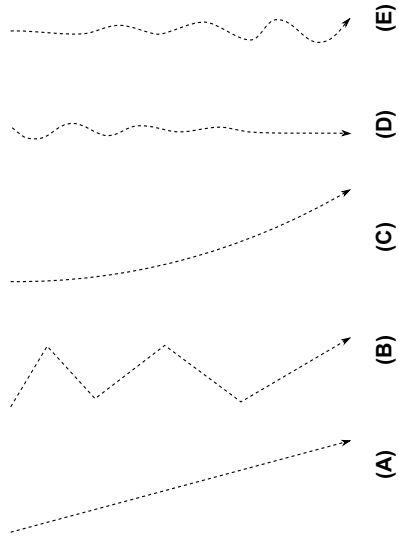
(A) (B) (C) (D) (E) (F)

© 2016 DMFA Slovenije, Komisija za tekmovanje v znanju naravoslovja Kresnička R1/1

9. [3t]
ENAKE FRNIKOLE SPUSTIMO Z VRHA RAZLIČNIH KLANCEV.
POBARVAJ FRNIKOLO, KI SE PRIKOTALI NAJDLJE.



10. [4t]
PO POLOŽNEM KLANCU SE JE KOTALILO TRDO KUHANO
JAJCE. **OBARVAJ** ČRTO, KI PRAVILNO KAŽE POT, PO KATERI SE
JE KOTALILO JAJCE.



© 2016 DMFA Slovenije, Komisija za tekmovanje v znanju naravoslovja Kresnička R1/4

6. [3t]
VSAJ KOLIKO LUKNJIC MORA BITI V LUPINI SUROVEGA JAJCA,
DA GA LAHKO SKOZI MAJHNO LUKNJICO IZPRAZNIMO?
OBKROŽI SLIČICO, NA KATERI JE PRAVO ŠTEVILO LUKNJIC.

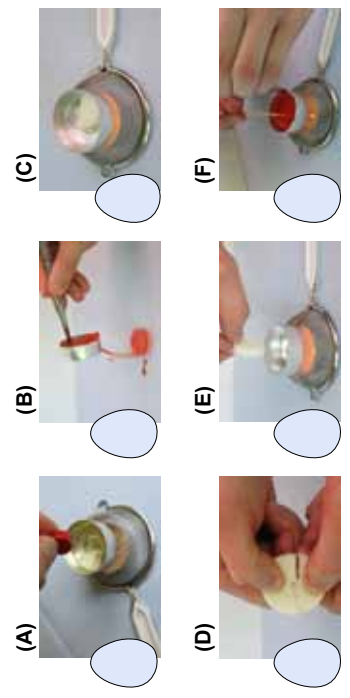


7. [6t]
KAJ SE ZELO SPREMENI,
KO KOKOŠJE JAJCE
TRDO SKUHAMO?
ČE SE LASTNOST
SPREMENI,
OBKROŽI ČRKO PRED
ODGOVOROM.
- (A) BARVA LUPINE
(B) BARVA BELJAKA
(C) TRDOTA LUPINE
(D) TRDOTA BELJAKA
(E) TRDOTA RUMENJAKA
(F) VELIKOST JAJCA

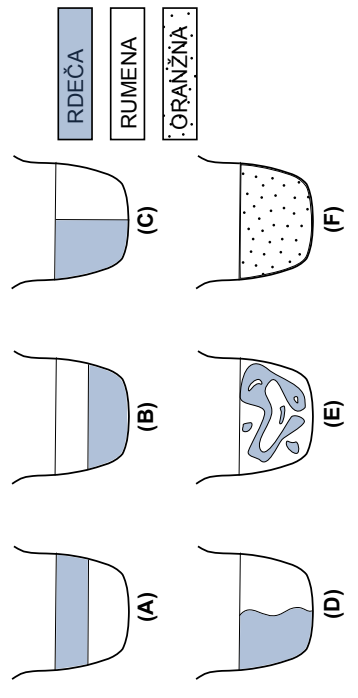
8. [3t]
PLASTIČEN
LONČEK
BOMO
SPUSTILI, DA
SE SKOTALI
PO KLANCU.
OBARVAJ
ČRTO, PO
KATERI SE BO
KOTALIL.
-

© 2016 DMFA Slovenije, Komisija za tekmovanje v znanju naravoslovja Kresnička R1/3

4. [6t]
Iz belega voska in voščenke si naredil obarvan vosek. Uredi slike, ki kažejo posamezne korake pri obarvanju voska tako, da bo zaporedje pravilno. Slike oštevilči od 1 (prvi korak) do 6. Številke vpiši v jajčka.



5. [3t]
V dveh posodicah imaš pripravljen vroč in tekoč obarvan vosek. V prvi posodici je rumen, v drugi rdeč. HKRATI ju vliješ v model. Kaj dobiš, ko se vosek ohladi?
Obkroži črko pod sliko, ki kaže pravilni odgovor.



1	2	3 A	3 B	3 C	3 D	4 A	4 B	4 C	4 D	4 E	4 F	5
6	7	8 A	8 B	9	10	11	12					

1. [2t]
Kaj se dogaja z voskom, ko ga dovolj segrejemo?
Obkroži pravilni odgovor. Vosek se ...

- (A) topi.
- (B) strjuje.
- (C) tali.
- (D) raztaplja.

2. [2t]
Prižgano svečo držimo nagnjeno nad vodo. Kaj se zgodi z voskom, ki od sveče kane v vodo? Obkroži pravilni odgovor. Vosek ...

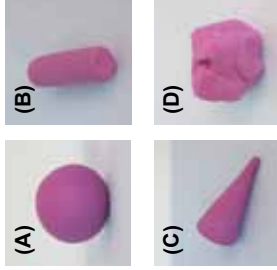
- (A) se potopi.
- (B) se strdi in plava na vodi.
- (C) se raztopi v vodi.
- (D) ostane tekoč in plava na vodi.

3. [4t]
Katero snovi se pri segrevanju in ohlajanju obnašajo podobno kot vosek? Obkroži pravilne odgovore.

- (A) Maslo.
- (B) Sol.
- (C) Čokolada.
- (D) Moka.



10. Katero telo se po položnem klanecu na sliki lahko SÁMO odkotali po črtkani črti (postrani navzdol)? **Obkroži** črko na sliki, ki kaže to telo. [4t]

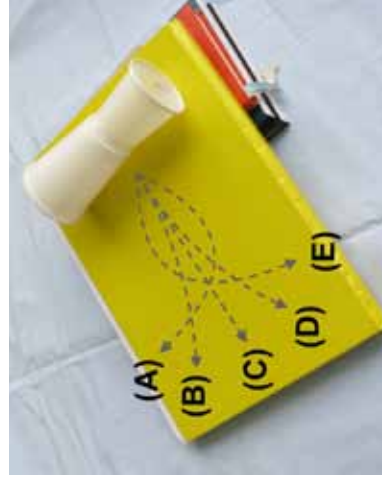


11. Različna telesa spustimo HKRATI z vrha istega klanca, da se odkotalijo navzdol. Katero telo se PRVO prikotali do vznožja klanca? **Obkroži** črko pod sliko tega telesa. [4t]



12. **Obarvaj** črto, po kateri se bo odkotalilo telo na sliki. [4t]

Telo (zlepljena lončka):



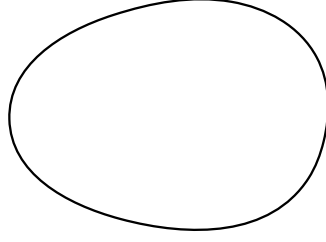
6. Katera danes živeča žival leže največja jajca? **Obkroži** pravilni odgovor. [2t]



7. Kdo izleže jajce, iz katerega se izvali in razvije petelin? **Napiši** pravilni odgovor. [3t]

- 8.a Ali lahko iz istega beljaka narediš sneg dvakrat zapored? DA NE [4t]
- 8.b Ali lahko iz istega beljaka narediš sneg štirikrat zapored? DA NE [4t]

9. **Nariši** notranjost svežega kokošjega jajca in **označi** rumenjask s črko R, beljak s črko B ter zračni mehurček s črko M. [4t]



4. [7]

Iz krompirja lahko pridobiš škrob in iz škroba skuhaš lepilo. Celoten postopek je sestavljen iz zaporedja korakov, zapisanih spodaj. V spodnjo razpredelnico vpiši črko pred opisom posameznega koraka tako, da si bodo koraki sledili v pravem vrstnem redu.

	1	2	3	4	5	6	7
koraki							

- (A) Vodo odlij, na dnu ostane plast škroba.
- (B) Tekočino loči od ribancev s precejanjem v drugo posodo.
- (C) K ribancem dolij 200 ml vode in jih pomešaj.
- (D) Mešanico segrevaj in mešaj, dokler se škrob ne spremeni.
- (E) Krompir operi, olup in naribaj.
- (F) Škrobu dodaj 50 ml vode in mešanico prelij v lonček.
- (G) Počakaj 5 minut, da se škrob usede na dno.

5. [3]

Zakaj se jajce pri poskusu ni razbilo, ko si kozarec z jajcem spustil, da prosto pade na tla? Obkroži pravilni odgovor.



- (A) Ker je bilo jajce trdo kuhano.
- (B) Ker je bilo jajce v kozarcu.
- (C) Ker je bil pokrov kozarca dobro zaprt.
- (D) Ker je blazina ublažila udarec.
- (E) Ker je voda v kozarcu ublažila udarec.
- (F) Ker je imelo jajce posebej trdno lupino.

6. [2]

Kako imenujemo tekočino, ki obdaja človeške možgane?

- (A) Kri.
- (B) Plazma.
- (C) Voda.
- (D) Likvor.



Ime in priimek:

TEKMOVANJE IZ ZNANJA
NARAVOSLOVJA

4. in 5. razred
3. februar 2016

1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	2	3a	3b	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	5	
6	7	8A	8B	8C	8D	9	10A	10B	10C	10D	10E	11	12A	12B	12C	12D	12E		

1. [8]

V katerih živilih je veliko škroba? Obkroži črke pred pravilnimi odgovori. V ...

- (A) testeninah.
- (B) mesu.
- (C) jajcih.
- (D) krompirju.
- (E) mleku.
- (F) pudingu.
- (G) polenti.
- (H) rižu.

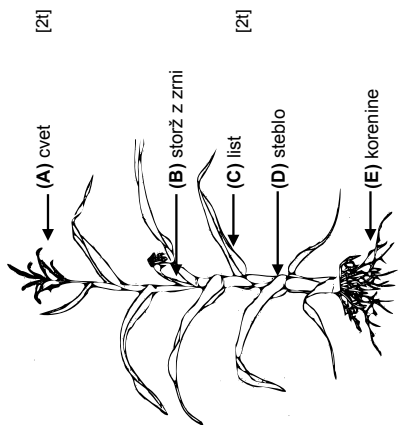
2. [2]

Koliko časa moraš na štedilniku kuhati 0,5 dl mešanice vode in škroba, da je škrobno lepilo skuhan? Približno ...

- (A) 1 minut.
- (B) 5 - 10 minut.
- (C) 30 - 45 minut.
- (D) 100 - 200 minut.

3.a [2]

Katera rastlina je na sliki? Napiši pravilni odgovor.

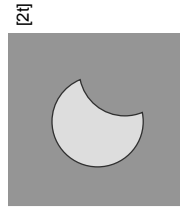


3.b [2]

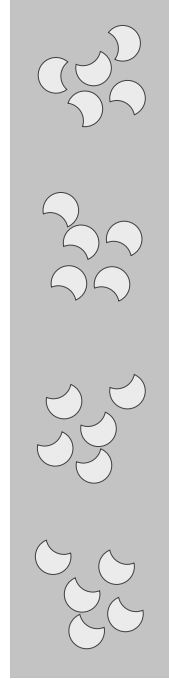
V katerem delu te rastline je največ škroba? Obkroži pravilni odgovor.

11.

Med delnim sončnim mrkom Luna zasre del Sonca. Če pogledamo proti Soncu skozi zaščitna očala, vidimo "odgriznjeno" ploskvico Sonca, ki jo kaže slika na desni. Svetloba s Sonca gre skozi majhne luknjice med listi drevesa do tal. kateri prizor vidimo na tleh?



[2]



- (A) (B) (C) (D)

12.

Svetloba, ki pride skozi majhno luknjico, pade na zaslon. Na zaslonu včasih vidimo svetlo liso v obliki luknjice, včasih pa na zaslonu vidimo podobo okolice pred luknjico. V vsaki od spodnjih izjav izberi med dvema možnostma, napisanimi z VELIKIMI TISKANIMI ČRKAMI tisto, da bo vsaka izjava pravilna. Izbrane besede obkroži.

[5]

- (A) Podoba je obrnjena (1) ENAKO (stoji pokonci) / (2) OBRATNO (postavljena je na glavo) kot okolica.
(B) Čim bližje je zaslon luknjici, tem (1) MANJŠA / (2) VEČJA je svetla lisa na zaslonu.
(C) Čim bližje je zaslon luknjici, tem (1) SVETLEJŠA / (2) TEMNEJŠA je svetla lisa na zaslonu.
(D) Ko je zaslon blizu luknjice, na zaslonu vidimo (1) SVETLO LISO V OBLIKI LUKNJICE / (2) PODOBO OKOLICE.
(E) Ko je zaslon daleč od majhne luknjice, na zaslonu vidimo (1) SVETLO LISO V OBLIKI LUKNJICE / (2) PODOBO OKOLICE.

7.

Kaj pri poskusu z jajcem v kozarcu predstavlja lobanjo? Napiši pravilni odgovor.

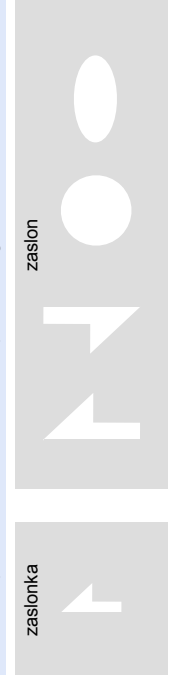
[3]

Pri vseh nalogah v nadaljevanju privzemite, da sta zaslonka z luknjico in zaslon vzporedna in približno pravokotna na sončne žarke.

8.

V velik temen papir - zaslonko - izrežemo majhno odprtino. Zaslonko držimo nad zaslonom obrnjeno, kot kaže slika. Na zaslonko in odprtino pada svetloba s Sonca. Spreminjamo razdaljo med zaslonko in zaslonom. Katero obliko in orientacije svetlih lis lahko med spreminjanjem razdalje med zaslonom in zaslonko opazimo na zaslonu? Obkroži pravilne odgovore.

[4]

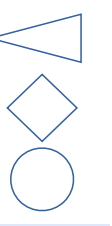


- (A) (B) (C) (D)

9.

Skozi majhno luknjico gre do zaslona svetloba s Sonca. Na zaslonu vidiš okroglo svetlo liso. Kakšne oblike je lahko luknjica, skozi katero sveti svetloba? Obkroži pravilni odgovor. Luknjica ima lahko obliko ...

[2]

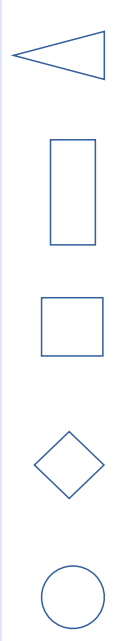


- (A) 1 (B) 2 (C) 1 ali 2. (D) 2 ali 3. (E) 1 ali 2 ali 3.

10.

Skozi majhno luknjico gre do zaslona svetloba s Sonca. Na zaslonu vidiš kvadratno svetlo liso. Kakšne oblike je lahko luknjica, skozi katero sveti svetloba? Obkroži pravilni odgovor (ali več pravih odgovorov).

[5]



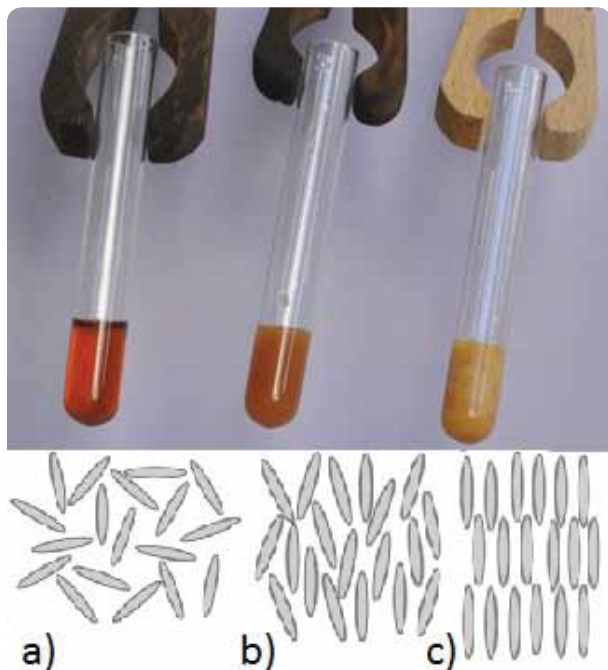
- (A) (B) (C) (D) (E)



Tekoči kristali

Ime tekoči kristal se zdi nekaj precej nenavadnega, saj naše vsakodnevne izkušnje tekočine in kristale povsem ločijo med seboj. Besedna zveza »tekoči kristal« razkrije glavne lastnosti teh snovi. Tekoči kristali imajo med trdno in tekočo še dodatno – tekočokristalno fazo (slika 1). Kadar se nahajajo v tej fazi, imajo tako lastnosti tekočin kot kristalov. Na videz so običajne tekočine, ki tečejo in jih lahko pretakamo. Obenem pa imajo tudi lastnosti, ki jih pripisujemo kristalom. Te lastnosti so povezane z urejenostjo molekul, ki spominja na kristalno mrežo (slika 2).

Poznamo več vrst tekočih kristalov, ki se med drugim med seboj razlikujejo glede na urejenost in obliko molekul. Večina je proizvedenih v laboratoriju, kljub temu pa jih kar nekaj najdemo tudi v naravi, npr. v pajkovih mrežah, v nitih sviloprejke, v hitinjačah nekaterih hroščev (slika 3). Veliko sodobnih naprav, kot so prenosni računalniki, telefoni, fotoaparati, termometri idr., vsebuje tekoče kristale, saj so nepogrešljiv del LCD prikazovalnikov.



Slika 1: Slika prikazuje tri faze tekočega kristala, ki ga sestavljajo podolgovate molekule, ki so skicirane v obliki elips: a) v epruveti se nahaja tekoči kristal v običajni tekoči fazi; molekule so povsem neurejene; b) tekoči kristal je v tekočokristalni fazi; večina molekul je urejenih v isto smer; c) tekoči kristal v trdni fazi; molekule so urejene.



Slika 2: Urejenost molekul tekočega kristala že v tekočokristalni fazi spominja na urejenost v kristalnih mrežah običajnih kristalov



Slika 3: Zgoraj hrošč, spodaj sviloprejka

VIR

- Sviloprejka: <http://www.todayifoundout.com/wp-content/uploads/2014/10/silk-worm.jpg>
- Hrošč: <http://cdn.phys.org/newman/gfx/news/hires/2009/twq78748.jpg>



Nekaj predlogov uporabe slik v sredici revije

V sredini revije predstavljamo fotografije slovenske favne in flore. Slovenija je po svoji biotski pestrosti zelo bogata, zato izbor vrst ni bil enostaven. Pri izboru so nas vodili naslednji kriteriji: dostopnost slikovnega gradiva, zastopanost različnih skupin rastlin in živali ter endemičnost oziroma redkost vrste v Sloveniji. Na

osnovi teh kriterijev je bilo izbranih 13 rastlinskih in 22 živalskih vrst. V preglednici so zapisana imena vrst, ki jih sličice upodabljajo. Imena so navedena v slovenskem in angleškem jeziku ter z znanstvenim (latinškim) imenom.

Slovensko ime	Znanstveno ime	Angleško ime
Alpski kozorog – samica in mladič	<i>Capra ibex</i>	Alpine ibex
Bogomolka	<i>Mantis religiosa</i>	European mantis
Brstičasta lilija	<i>Lilium bulbiferum</i>	Orange lily, fire lily
Clusijev svišč ali encijan	<i>Gentiana clusii</i>	Trumpet gentian
Češmin	<i>Berberis vulgaris</i>	European barberry
Človeška ribica	<i>Proteus anguinus</i>	Olm
Črtasti medvedek	<i>Euplagia quadripunctaria</i>	Jersey tiger
Dnevni pavlinček	<i>Inachis io</i>	European peacock
Evrazijski ris	<i>Lynx lynx</i>	Eurasian lynx
Gozdni polž	<i>Cepaea nemoralis</i>	Grove snail
Jerebika	<i>Sorbus aucuparia</i>	Rowan
Kranjski jeglič	<i>Primula carniolica</i>	Carniolan primrose
Lepi čeveljc	<i>Cypripedium calceolus</i>	Lady's-slipper orchid
Metuljčica	<i>Libelloides macaronius</i>	Owlfly
Mlakarica	<i>Anas platyrhynchos</i>	Mallard
Močvirski grint	<i>Senecio paludosus</i>	Fen ragwort
Močvirski tulipan	<i>Fritillaria meleagris</i>	Snake's head fritillary

Modras	<i>Vipera ammodytes</i>	Horned viper
Modri ploščec	<i>Libellula depressa</i>	Broad-bodied Chaser
Navadna belouška	<i>Natrix natrix</i>	Grass snake
Navadna potonika	<i>Paeonia officinalis</i>	Common peony
Navadni osočnik	<i>Salicornia europaea</i>	Common glasswort
Navadno tevje	<i>Hacquetia epipactis</i>	Hacquetia
Osasti pajek	<i>Argiope bruennichi</i>	The wasp spider
Planinski pupek	<i>Triturus alpestris</i>	Alpine newt
Polh	<i>Glis glis</i>	Edibe dormouse
Rdeči pisanček	<i>Melitaea didyma</i>	The spotted fritillary
Rjavi srakoper	<i>Lanius collurio</i>	Red-backed shrike
Rogač	<i>Lucanus cervus</i>	Stag beetle
Smrtoglavec – gosenica	<i>Acherontia atropos</i>	Death's-head Hawk moth
Velika babica	<i>Blennius gattorugine</i>	Tompost blenny
Vodna perunika	<i>Iris pseudacorus</i>	Yellow flag
Volnati osat	<i>Cirsium eriophorum</i>	Woolly thistle
Zelenec	<i>Lacerta viridis</i>	European green lizard
Zoisova zvončica	<i>Campanula zoysii</i>	Zois' bellflower

Za vsako predstavljeno vrsto objavljamo par slik, kar učencem omogoča igranje igre Spomin. Na vsaki sliki je zapisano slovensko ime vrste. S slikami učenci lahko oblikujejo tudi preproste prehranjevalne verige in splette. Vrste lahko razvrščajo po različnih kriterijih (npr. po načinu gibanja, po prehranskih navadah, po velikosti, na vretenčarje in nevretenčarje, vodne in kopenske organizme itn.).

Podrobneje predstavljamo poučno igro, ki jo morda že poznate pod imenom Obrazi (Detektiv) in pri kateri s postavljanjem vprašanj v slogu detektivov odkrivamo skrito osebo. Pravila so preprosta. Imamo dva igralca, ki izmenjaje zastavljata drug drugemu vprašanja in skušata čim hitreje ugotoviti, kdo v zbirki obrazov je skriti obraz, ki ga je določil nasprotnik. Opisano igro bomo uporabili za spoznavanje pestrosti slovenske favne in flore. Vsak učenec dobi komplet sličic favne in flore, ki vsebuje slike različnih vrst. Igra se prične tako, da oba učenca izbereta poljubni organizem, ki ga bo moral nasprotnik uganiti. Učenca sodelujeta med seboj z izmeničnim zastavljanjem vprašanj in pri tem poskušata izvedeti, katera je »skrita« vrsta na nasprotnikovi strani. Učenec lahko na vprašanje drugega učenca odgovori samo z odgovorom »da« ali »ne.« Z dobljeni-

mi odgovori učenec izloči vrste, ki ne ustrezajo opisu. Zmagovalec je tisti, ki prvi odkrije ime skrite vrste. V pomoč pri igranju igre vam je lahko priloženi delovni list, ki ga prejme vsak igralec.

Primeri vprašanj, ki jih med igro oblikujejo učenci:

- Ali je iskana vrsta žival?
- Ali ima iskana žival krila?
- Ali ima iskana žival vidne tipalke?
- Ali je iskana žival zelene barve?
- Ali se hrani z rastlinami?

Ob koncu igre vsak učenec zapiše ime odkrite vrste in o njej poišče dodatne informacije v literaturi – oblikuje »osebno izkaznico« o biologiji vrste, prehrani, habitatu, ogroženosti in drugo. Temu naj sledi pogovor v skupini, kjer učenci predstavijo svoje vrste. Učitelj si pri razpravi lahko pomaga z naslednjimi vprašanji:

- Ali lahko vrsto najdemo v naši okolici?
- Ali je vrsta ogrožena?
- S čim se prehranjujejo osebki te vrste?
- Kako človek vpliva na življenje vrste?
- Kako bi izumrtje vrste vplivalo druge vrste, vključno s človekom?

DELOVNI LIST

Zapiši zastavljena vprašanja.

Obkroži.

Vprašanje 1: _____	DA NE
Vprašanje 2: _____	DA NE
Vprašanje 3: _____	DA NE
Vprašanje 4: _____	DA NE
Vprašanje 5: _____	DA NE
Vprašanje 6: _____	DA NE
Vprašanje 7: _____	DA NE
Vprašanje 8: _____	DA NE
Vprašanje 9: _____	DA NE
Vprašanje 10: _____	DA NE

Osebna izkaznica odkrite vrste

Slovensko ime vrste

Znanstveno ime vrste

Prehrana vrste

Habitat oz. življenjski prostor vrste

Ogroženost vrste

S katerimi drugimi vrstami je povezana in kako?

Ime vrste

Kako je povezana?





ZOISOVA ZVONČICA



RDEČI PISANČEK



MLAKARICA



ČLOVEŠKA RIBICA



KRANJSKI JEGLIČ



MODRI PLOŠČEC



EVRAZIJSKI RIS



DNEVNI PAVLINČEK



GOSENICA SMRTOGLAVCA



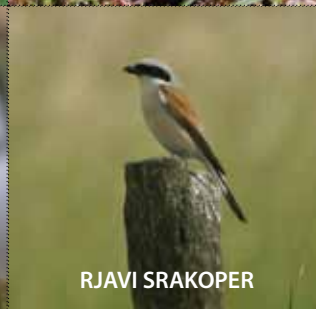
ČRTASTI MEDVEDEK



METULJČICA



PLANINSKI PUPEK



RJAVI SRAKOPER



OSASTI PAJEK



LEPI ČVELJC



MODRAS



VODNA PERUNIKA



POTONIKA



ENCIJAN



BRADAVIČASTA LILIJA



JEREBIKA



NAVADNI OSOČNIK



ROGAČ



VELIKA BABICA



NAVADNO TEVJE



POLH



GOZDNI POLŽ



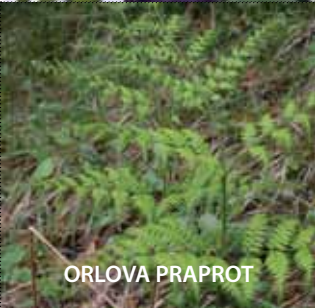
VOLNATI OSAT



BOGOMOLKA



MOČVIRSKI TULIPAN



ORLOVA PRAPROT



ČEŠMIN



KOZOROG - SAMICA IN MLADIČ



ZELENEC



NAVADNA BELOUŠKA



ZOISOVA ZVONČICA



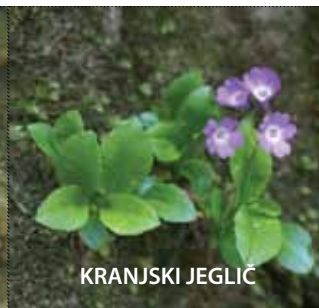
RDEČI PISANČEK



MLAKARICA



ČLOVEŠKA RIBICA



KRANJSKI JEGLIČ



MODRI PLOŠČEC



EVRAZIJSKI RIS



DNEVNI PAVLINČEK



GOSENICA SMRTOGLAVCA



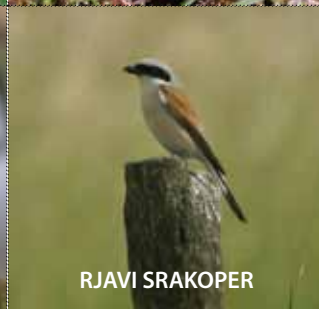
ČRTASTI MEDVEDEK



METULJČICA



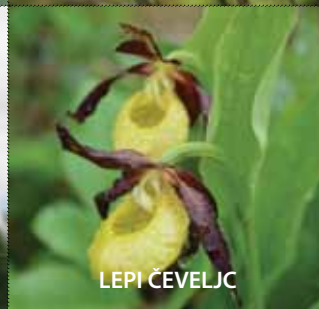
PLANINSKI PUPEK



RJAVI SRAKOPER



OSASTI PAJEK



LEPI ČVELJC



MODRAS



VODNA PERUNIKA



POTONIKA



ENCIJAN



BRADAVIČASTA LILIJA



JEREBIKA



NAVADNI OSOČNIK



ROGAČ



VELIKA BABICA



NAVADNO TEVJE



POLH



GOZDNI POLŽ



VOLNATI OSAT



BOGOMOLKA



MOČVIRSKI TULIPAN



ORLOVA PRAPROT



ČEŠMIN



KOZOROG - SAMICA IN MLADIČ



ZELENEC



NAVADNA BELOUŠKA





Nekatera pomembna izhodišča za poučevanje biotske pestrosti v šoli

Uvod

V zgodovini planeta Zemlja, na katerem po trenutno znanih podatkih obstaja življenje dobrih 3,5 milijarde let, je že večkrat prišlo do množičnega izumiranja vrst zaradi naravnih dejavnikov, kot so izbruhi velikih vulkanov in padci kometov. Največja izumiranja pogosto zaznamujejo konec oziroma začetek geoloških dob. Nam najbližje je kredno-terciarno množično izumrtje favne in flore več kot 75 % vrst (Raup in Sepkoski, 1982). Nekateri znanstveniki med obdobja manjših izumrtij uvrščajo tudi obdobje od 500. 000 let do danes, h kateremu prispeva tudi človek s svojimi ravnanji. Priča smo globalnemu upadanju biotske pestrosti, ki je posledica preoblikovanja človeške družbe iz ekosistemske v biosferno (Kryštufek, 1999). Po poročilih o stanju ohranjenosti biotske pestrosti imajo najbolj negativen vpliv nanjo naslednje človekove dejavnosti: degradacija in drobljenje habitatov vrst, vnos tujerodnih invazivnih vrst, onesnaževanje, prekomerna izraba naravnih virov in klimatske spremembe (Hamblar in Canney, 2013). Vse večje je zavedanje o pomenu ohranjanja biotske pestrosti za obstoj človeštva (MEA, 2005). Vlade držav in civilna družba so se odzvale na globalni izziv z oblikovanjem naravovarstvenih ciljev (Brooks idr., 2006; MEA, 2005). Biotska pestrost je postala ena od prioritet *Desetletja vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj 2005–2014* (UNESCO, 2005). Vlade in drugi deležniki so se zavezali, da bodo integrirali biotsko pestrost na vse ravni izobraževanja (UNEP/CBD/COP/8/14, 2006).

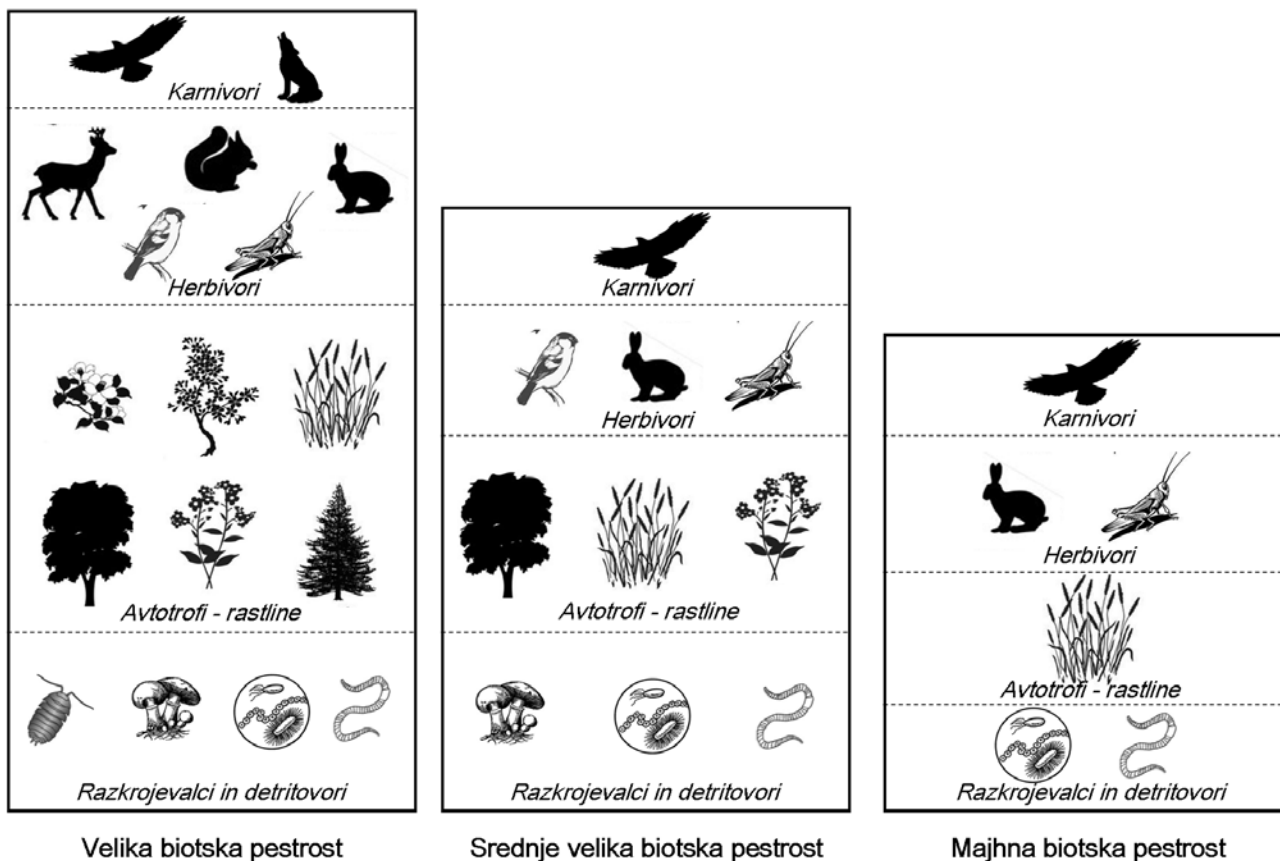
V nadaljevanju prispevka opredeljujem pojem biotske pestrosti in pomen njenega ohranjanja. Podrobneje obravnavam pomen vključevanja te teme v vzgojno-izobraževalne procese, izsledke raziskav in smernice za poučevanje biotske pestrosti. Analiziral sem tudi, kako je obravnavana tematika trenutno zastopana v učnih načrtih za osnovno šolo in srednje šole v Sloveniji.

Biotska pestrost in njeno ohranjanje

Wilson je izraz biotska pestrost (angl. biodiversity) prvi objavil v istoimenski knjigi *Biodiversity* (Wilson, 1988), vendar pa je izraz istega leta »skoval« Rosen (Lindemann-Matthies idr., 2011). Anko (2000) pojasnjuje, da pojem biotska pestrost v naravoslovju vsekakor ni nov. Moden naj bi postal po konferenci Združenih narodov o okolju in razvoju v Riu de Janeiru v Braziliji leta 1992. Od tedaj je pridobil precej različnih, mestoma (pre)ohlapnih interpretacij. Ohranjanje biotske pestrosti je postala pomembna vrednota, ki jo je 150 držav leta 1992 prepoznalo kot globalen interes, zato so sprejeli »Convention on biological diversity«, ki jo je leta 1995 ratificirala tudi Slovenija z neposrečenim uradnim prevodom – *Konvencija o biološki raznovrstnosti*. Prevod, ki glede na razpravo Anka (2000) ni usklajen s stroko, dodatno prispeva k neustrezni interpretaciji pojma. V besedilu zato uporabljamo izraz biotska pestrost, ki je po strokovni utemeljitvi, objavljeni v članku Anka (2000), ustrežnejši prevod.

V strogem smislu pojem biotska pestrost opredeljuje variabilnost med organizmi v določeni regiji. Biotska pestrost je popolna pestrost živih organizmov: (1) na ravni genoma, (2) na ravni osebkov, v različnih življenjskih strategijah, (3) na ravni populacij, različni ekotipi, podvrste, (4) na ravni vrst = vrstna pestrost, na ravni združb, na ravni ekosistemov, različnih odzivov združbe kot celote na okolje ter (7) na ravni biomov (Tome, 2006). Poenostavljeno biotski pestrosti pripisujemo genetsko, vrstno in ekosistemsko pestrost, kot je opredeljena tudi v *Zakonu o ohranjanju narave* (1999).

Države članice Evropske Zveze so kot enega ključnih ciljev za zaustavitev upadanja biotske pestrosti postavile vzpostavitev omrežja Natura 2000 in njegovo učinkovito upravljanje. V omrežje Natura 2000 je vključena dobra tretjina ozemlja Slovenije, ki je pomembna za ohranjanje vrst in habitatov iz *Direktive o ohranjanju prostoživečih ptic* (1979) in *Direktive o ohranjanju naravnih habitatov ter prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst* (1992) ter tudi endemičnih in nacionalno ogroženih



Slika: Prikaz biotske pestrosti po trofičnih nivojih

vrst. Slovenija tako z omrežjem Natura 2000 prispeva k ohranjanju biotske pestrosti (Bibič, 2007).

Varstvo narave se osredotoča na ohranjanje ekosistemov, habitatov, vrst ter izpostavlja intrinzično vrednost narave, tj. vrednost narave same po sebi, ne oziraje se na koristi in vrednost, ki jo naravi pripisuje človek. Z biotsko pestrostjo in njenim ohranjanjem so povezane najrazličnejše ekološke, ekonomske, etične, duhovne in kulturne vrednote (Callicot idr., 1999). Raznovrstnost vrednot, ki jih pripisujemo biotski pestrosti, je hkrati pokazatelj pomembnosti in kontroverznosti pojma ter predstavlja velik izziv tako v naravovarstveni (Trombulack idr., 2004) kot pedagoški stroki (Gayford, 2000; Van Weelie in Wals, 2002).

Poučevanje biotske pestrosti

Van Weelie in Wals (2002) poudarjata, da je biotska pestrost abstrakten in kompleksen pojem, ki ga zaradi zahtevnosti učitelji običajno obravnavajo samo na ravni vrstne pestrosti. Barney in sodelavci (2005) poudarjajo pomen poučevanja o vrstni pestrosti za ozaveščanje javnosti o pomenu ohranjanja narave. Iz tega lahko zaključimo, da je pri pouku potrebno namenjati ustrezno pozornost spoznavanju vrst in njihovih habitatov ter tako nasloviti cilje ohranjanja biotske pestrosti. Pouk o biotski pestrosti je več kot le poučevanje in učenje o naravi. Biotska pestrost je pomemben element vzgoje in izobraževanja za trajnostni razvoj, ki kaže na prepletenost in neločljivost ekoloških, ekonomskih

in socialnih vidikov pojma ter od uččega zahteva celovito analizo problematike iz različnih zornih kotov (Dreyfus idr., 1999; Gayford, 2000), vendar znotraj ekoloških danosti okolja. Zahteva ustrezno konstrukcijo in kritično presojo znanja, definiranje položaja, ki ga imajo pri tem naravoslovne znanosti, zavedanje znanstvenih in neznanstvenih vidikov problematike, povezane z vrednotami in koristmi, ki jih ima lahko biotska pestrost ter njeno ohranjanje, ter ne nazadnje pedagoški pristop, ki stremi k poglobljeni razpravi, refleksiji in oblikovanju ohranitvenih vrednot (Gayford, 2000; Van Weelie in Wals, 2002).

Helldén in Helldén (2008) sta v svoji empirični raziskavi potrdila pomen neposrednih izkušenj z biotsko pestrostjo v zgodnjem otroštvu za kasnejši razvoj razumevanja te kompleksne teme. V svojih zaključkih poudarjata, da je pomembno otrokom omogočiti tovrstne izkušnje in njihove ideje upoštevati pri poučevanju za trajnostno prihodnost. Čeprav vsi poudarjamo pomen neposrednih izkušenj v naravi, se v številnih evropskih državah in tudi drugod trend upadanja aktivnosti v naravi med otroki in mladostniki nadaljuje, predvsem v urbanem okolju, zato velja še enkrat več poudariti vlogo neposrednih izkušenj v naravi, predvsem v času odrasčanja.

Niso pa pomembne samo neposredne izkušnje, ampak tudi socialno učenje v lokalnem okolju. Lindemann-Matthies in sodelavci (2011) poudarjajo, da naj učenje v lokalnem okolju obsega tako vključevanje lokalnih posameznikov (različnih strokovnjakov) v vzgojno-izobraževalnem procesu kot tudi raziskoval-

ni pouk o okoljskih vsebinah neposredno v lokalnem okolju. K temu bi dodal še večji pomen različnih lokalnih organizacij (npr. okoljske in naravovarstvene organizacije), ki lahko s svojim znanjem in izkušnjami pomembno prispevajo k dvigu kakovosti pouka o biotski pestrosti v šolah.

Biotska pestrost v slovenskih šolah

Slovenski učenci in dijaki se v času vzgojno-izobraževalnega procesa prvič podrobneje srečajo s pojmom biotska pestrost v sedmem razredu osnovne šole pri predmetu Naravoslovje (podrobnosti so v preglednici). Znanje nadgradijo v devetem razredu pri predmetu Biologija. Učenec spozna okoljske dejavnike, ki vplivajo na pestrost rastlin in živali, ter spozna človekove dejavnosti, ki vplivajo na njeno spreminjanje.

Na srednješolski stopnji je področje biotske pestrosti sistematično zastopano v gimnazijskih programih, kjer se dijaki spoznajo z genetsko, vrstno in ekosistemsko ravno biotske pestrosti pri predmetu Biologija. V učnem načrtu za gimnazije je zapisano, da naj učitelj »v pouk po avtonomni strokovni presoji čim večkrat vključuje spoznavanje nacionalno pomembnih narav-

nih vrednot in ekosistemov. Pri dijakinjah in dijakih naj razvija zavest, da je Slovenija (s stičiščem Dinaridov, Alp in Peripanonije) del Evrope in sveta z eno najvišjih stopenj biotske pestrosti (vroča točka biotske pestrosti)« (str. 70). V nižje poklicnem, poklicnem in strokovnem izobraževanju dijaki tematike večinoma ne obravnavajo ali pa se z njo spoznajo zelo okrnjeno. Izjema so nekateri strokovni programi, kot je Naravovarstveni tehnik.

Obstoječe stanje v vzgojno-izobraževalnih programih daje izhodišča za implementacijo izobraževalnih pristopov namenjenih dvigu zavesti o pomenu ohranjanja biotske pestrosti. V preglednici so izpostavljeni osnovnošolski in srednješolski programi ter predmeti, kjer je v učnih ciljih eksplicitno omenjen pojem biotska pestrost. Navedeni učni cilji pa niso edini, ki prispevajo k razumevanju pojma biotska pestrost in pomenu njenega ohranjanja. Gre namreč za kompleksen pojem, za razumevanje katerega je potrebno osnovno znanje ekologije, genetike, evolucije, sistematike, fizične geografije in drugih naravoslovnih in družboslovnih ved. V analiziranih učnih načrtih je opaziti nedoslednosti v poimenovanju, uporabljajo se namreč izrazi biodiverziteteta, biotska pestrost in biološka raznovrstnost, zato bi bilo to smiselno ob prenovi učnih načrtov uskladiti.

Preglednica: Predmeti v osnovni in srednjih šolah, kjer se omenja pojem biotska pestrost

Program/Izobraževanje	Predmet	Razred/Letnik	Omemba pojma v učnih ciljih
Osnovna šola	Naravoslovje	7	2
Osnovna šola	Biologija	9	5
Osnovna šola	Okoljska vzgoja I, II, III*	7, 8, 9	3
Nižje poklicno izobraževanje	Družboslovje in naravoslovje	1	1
Srednje poklicno izobraževanje	Naravoslovje	1	1
Srednje strokovno izobraževanje	Biologija	½	2
Srednje strokovno izobraževanje, Okoljevarstveni tehnik	Varstvo okolja	1	1
Srednje strokovno izobraževanje, Naravovarstveni tehnik	Ekosistemi, izvajanje dejavnosti v prostoru in ekoremediacije	1, 2, 3	3
Srednje strokovno izobraževanje, Naravovarstveni tehnik	Varstvo naravnih vrednot	2, 3, 4	5
Srednje strokovno izobraževanje, Naravovarstveni tehnik	Trajnostni razvoj	4	2
Splošno izobraževanje, gimnazija, splošna, klasična in strokovna	Biologija	1, 2, 3	5, 2*
Splošno izobraževanje, gimnazija, splošna, klasična in strokovna	Biologija, maturitetni program*	4	Modul: Ekologija, biotska pestrost in evolucija

* izbirni predmet oziroma cilj, ki vključuje vsebine o biotski pestrosti

UPORABLJENA LITERATURA

- Anko, B. (2000). Vloga gozdov pri ohranjanju biotske pestrosti na krajinski ravni – nekatera izhodišča za krajinsko ekološko tipizacijo. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 63, 183-198.
- Barney, E. C., Mintzes J. J., Yen C. (2005). Assessing knowledge, attitudes, and behavior toward charismatic megafauna: The case of dolphins. *The Journal of Environmental Education*, 36(2), 41–55.
- Bibič, A. (2007). *Program upravljanja območij Natura 2000: 2007-2013. Operativni program*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor.
- Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., da Fonseca, G. A. B., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Rodrigues, A. S. L. (2006). Global biodiversity conservation priorities. *Science*, 313, 58–61.
- Callicott, J. B., Crowder, L. B., Mumford, K. (1999). Current normative concepts in conservation. *Conservation Biology*, 13, 22–35.
- Dreyfus, A., Wals, A., Van Weelie, D. (1999). Biodiversity as a postmodern theme for environmental education. *Canadian Journal of Environmental Education*, 4, 155–175.
- *Družboslovje in naravoslovje. Katalog znanja. Nižje poklicno izobraževanje*. (2007). Pridobljeno s <http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2016/programi/NPI/KZ-IK/katalog.htm>
- Gayford, C. (2000). Biodiversity education: A teacher's perspective. *Environmental Education Research*, 6, 347–361.
- Hamble, C., Canney, S. M. (2013). *Conservation. 2nd ed.* New York, Cambridge University Press.
- Hellidén, G., Hellidén, S. (2008). Students' early experiences of biodiversity and education for a sustainable future. *NorDiNa*, 4(2), 123–131.
- *Katalogi znanja za splošnoizobraževalne predmete. Naravovarstveni tehnik. Izobraževalni program. Srednje strokovno izobraževanje. Srednješolski izobraževalni programi*. Pridobljeno s http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2016/programi/Ssi/naravov_tehnik/kazalo.htm
- *Katalogi znanja za splošnoizobraževalne predmete. Okoljevarstveni tehnik. Izobraževalni program. Srednje strokovno izobraževanje. Srednješolski izobraževalni programi*. Pridobljeno s http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2016/programi/Ssi/naravov_tehnik/kazalo.htm
- Kryštufek, B. (1999). *Osnove varstvene biologije*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.
- Lindemann-Matthies, P., Constantinou, C., Lehnert, HJ., Nagel, U., Raper, G., Kadji-Beltran, C. (2011). Confidence and perceived competence of preservice teachers to implement biodiversity education in primary schools—four comparative case studies from Europe. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2247–2273.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, DC., Island Press.
- *Naravoslovje. Katalog znanja. Srednje poklicno izobraževanje*. (2007). Pridobljeno s <http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2016/programi/SPI/KZ-IK/katalog.htm>
- Raup, D., Sepkoski Jr, J. (1982). Mass extinctions in the marine fossil record. *Science*, 215 (4539), 1501–1503.
- Tome, D. (2006). Ekologija: *Organizmi v prostoru in času*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije.
- Trombulak, S. C., Omland, K. S., Robinson, J. A., Lusk, J. J., Fleischner, T. L., Domroese, M. (2004). Principles of conservation biology: Recommended guidelines for conservation literacy from the Education Committee of the Society for Conservation Biology. *Conservation Biology*, 18, 1180–1190.
- Van Weelie D., Wals A. (2002). Making biodiversity meaningful through environmental education. *International Journal of Science Education*, 40(1), 13–17.
- *Učni načrt. Program osnovna šola. Biologija*. (2011). Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- *Učni načrt. Izbirni predmet: program osnovnošolskega izobraževanja. Okoljska vzgoja*. (2004). Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo.
- *Učni načrt. Program osnovna šola. Naravoslovje*. (2011). Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- *Učni načrt. Biologija: gimnazija: klasična, strokovna gimnazija: obvezni predmet (140, 175, 280 ur), izbirni predmet in matura (35, 70, 140, 175, 210 ur)*. (2008). Ljubljana, Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo.
- UNEP/CBD/COP/8/14 (2006, March 20–31). *Global initiative on communication, education and public awareness*. Paper presented at the 8th meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Curitiba, Brazil.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), (2005). *UN decade of education for sustainable development 2005–2014: The DESD at a glance*. Paris, UNESCO.
- Wilson, E. O. (1988). *Biodiversity*. Washington, DC, National Academic Press.
- *Zakon o ohranjanju narave /ZON/* (1999). Uradni list RS, št. 96/04 – uradno prečiščeno besedilo, 61/06 – ZDru-1, 8/10 – ZSKZ-B in 46/14). Pridobljeno s <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO1600>

Slika 1



GREGOR TORKAR, Pedagoška fakulteta, Univerza v Ljubljani

Slika 2



Kako otrokom demonstrirati odzivanje rastlin na dražljaje iz okolja?

Odzivnost živih bitij je ena od osrednjih tem pri opredeljevanju živega v zgodnjem otroštvu. Otroci so v času odraščanja gradijo svoje razumevanje bioloških pojmov v neposredni interakciji z okoljem (Tunncliffe, 2001). Kljub temu je splošno znano, da imajo otroci in tudi odrasli pogosto predstave o naravi, ki nimajo ustrezne znanstvene osnove. Krnel (2007) je podrobneje opisal otroške predstave o rastlinah in kaj jim pove, da so rastline žive. Avtor poudarja, da vzorec razlikovanja med živalmi in rastlinami potrjuje več raziskav, ki kažejo razkorak v pojmovanju lastnosti živega med rastlinami in živalmi. K temu vsaj delno prispeva antropomorfen pogled otroka na to, kaj je živo, v katerem živali veliko bolj ustrezajo pripisovanim lastnostim živega kot rastline (Barman, Stein, McNair, Barman, 2006). Ne preseneča, da Stavy in Wax (1989) ugotavljata, da je kar polovica vprašanih mlajših otrok napačno uvrstilo podane primere rastlin, medtem ko so bili navedeni primeri živali skoraj v celoti pravilno razvrščeni med živa bitja. Odstotek otrok, ki pravilno uvrščajo rastline med živa bitja, se do zaključka osnovne šole približa živalim, vendar ga ne doseže. Z vprašanji o podobnostih in razlikah med rastlinami in živalmi, o lastnostih živih bitij ter o potrebah živih bitij za življenje se slovenski otroci srečujejo že v predšolskem obdobju (program Narava, Kurikulum za vrtece) ter v prvem triletju osnovne šole pri predmetu Spoznavanje okolja.

Rastline imajo tako kot živali sposobnost zaznavati in odzivati se na dražljaje v okolju, le da je to veliko manj očitno kot pri živalih, ki se lahko na primer oglašajo, lezejo, hodijo, skačejo, letijo, plavajo. Rastline zaznavajo svetlobo, gravitacijo, vlago, kemikalije, toploto, koncentracijo kisika in ogljikovega dioksida, parazite, zvok, dotik itn. Charles Darwin in njegov sin Francis sta prva raziskala in opisala pojav obračanja rastlin proti svetlobi, kar s strokovnim terminom imenujemo *foto-tropizem*. V raziskavah sta uporabila kanarsko pisano travo (*Phalaris canariensis*), ki sta ji prekrivala koleoptilo (vrh rastočega poganjka, ki vsebuje fotoreceptorje), ter ugotovila, da se rastline obračajo proti svetlobi le, kadar so koleoptile izpostavljene svetlobi. Starejši od Darwinov je pojav podrobno opisal v knjigi *The Power of Movement in Plants* (1880) (Gerald, 2015).

Najbolj znana primera rastlin, ki se hipno odzoveta

na dražljaj iz okolja, sta sramežljiva mimoza (*Mimosa pudica*) in muholovka (*Dionaea muscipula*). Odzivi drugih rastlin se večinoma merijo v urah in dnevih. Fototropizem je poznan pri sončnicah (*Helianthus annuus*), katerih cvetni popki sledijo soncu od jutranje zarje do sončnega zahoda. Ob vzhodu sonca so popki ponovno obrnjeni proti prvim sončnim žarkom. Ko sončnica odpre socvetje, preneha slediti soncu in ostane obrnjena proti vzhodu. Zanimiv je tudi odziv navadne zajčje deteljice (*Oxalis acetosella*), ki raste na gozdnih tleh v senci drevesnih krošenj. Kadar se skozi krošnje prebije sončni žarek, zajčja deteljica zloži svoje lističe in tako prepreči, da bi močna svetloba poškodovala celice v njenih listih. Veliko travniških rastlin, kot sta regrat (*Taraxacum officinale*) in marjetica (*Bellis perennis*), svoje cvetove in socvetja v dežju in ponoči zapira. S tem zaščiti svoj pelod in nektar pred vodo.

Med zanimivejše primere fototropizma iz vrst slovenske flore sodi gozdna spominčica (*Myosotis sylvatica*), ki cveti v aprilu. Pojav lahko demonstriramo pri pouku. Nabrane nadzemne dele gozdnih spominčic razporedimo na krožnik ter spodnje dele njihovih stebel prekrijemo s kamnom, kot prikazuje slika 1. Na krožnik nalijemo še nekaj vode. Že po dobri uri se začnejo spominčice dvigati v smeri navzgor, kot to prikazuje slika 2. Posnetek na sliki 2 je bil narejen po treh urah. Ideja za opisani poskus je nastala ob opazovanju namizne dekoracije. Zaradi opisane lastnosti gozdne spominčice ponekod narečno imenujejo tantarce. Beseda tont ali tant je izraz za krožnik in sodi v rovtarsko narečno skupino.

LITERATURA

- Barman, C. R., Stein, M., McNair, S., Barman, S. (2006). Students' Ideas about Plants and Plant Growth. *The American Biology Teacher*, 68(2), 73–79.
- Gerald, M. C. (2015). *The Biology Book*. New York: Sterling.
- Krnel, D. (2007). Drevo je bilo rastlina, ko je bilo majhno. Otroške predstave o rastlinah in kaj pomeni, da so rastline žive. *Naravoslovna solnica*, 11(3), 18–19.
- Stavy, R., Wax, N. (1989). Children's Conceptions of Plants as Living Things. *Human Development*, 32, 88–94.
- Tunncliffe, S. D. (2001). Talking About Plants: Comment of Primary School Groups Looking at Plant Exhibits in a Botanical Garden. *Journal of Biological Education*, 36(1), 27–35.



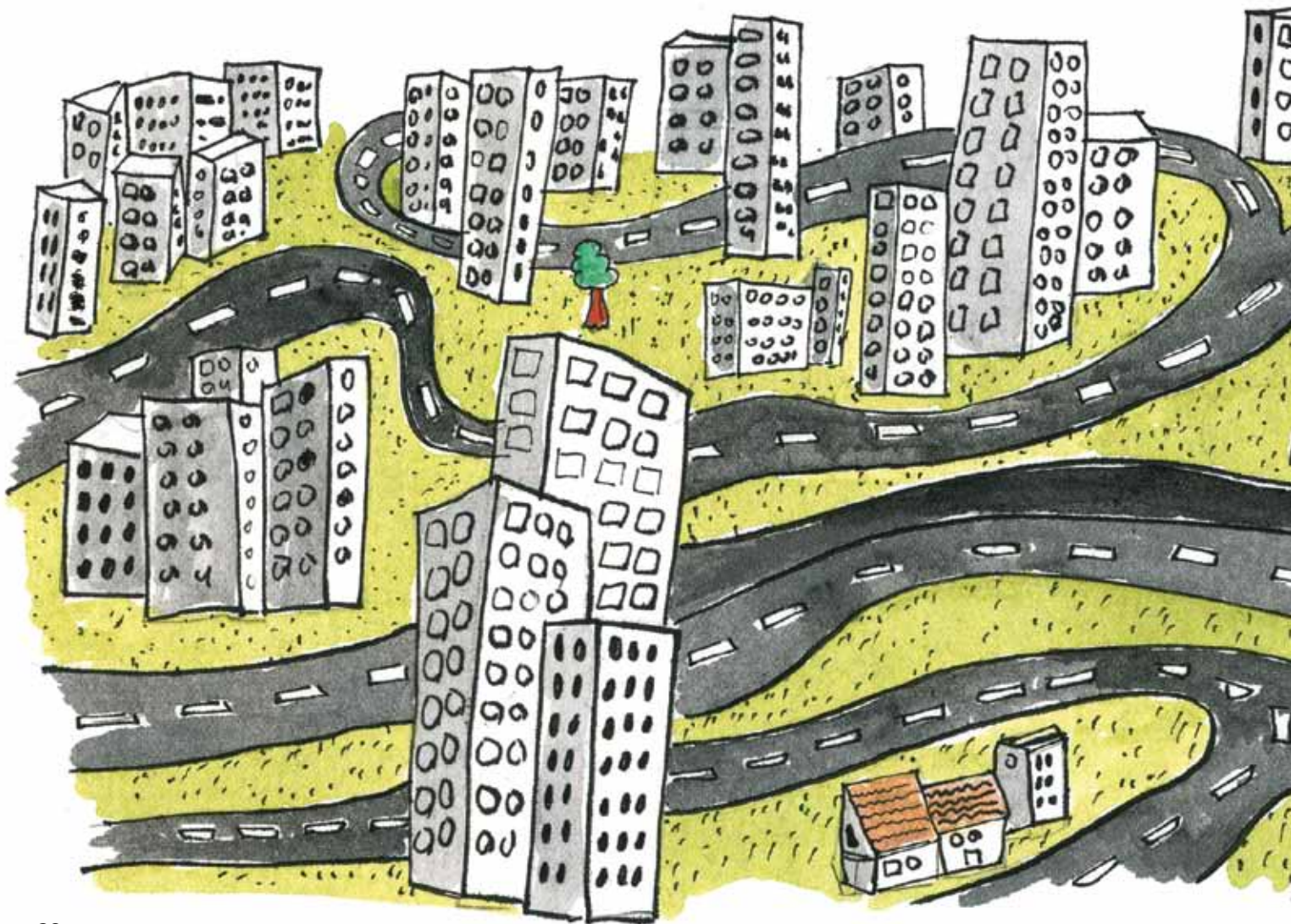
SAŠO DOLENC, ilustriral ARJAN PREGI

Prihodnost poljedelstva

Danes je kmetijstvu namenjena že več kot tretjina površine kopnega, pri čemer sta všteta tako poljedelstvo kot pašništvo. Čeprav se skupno število prebivalcev planeta še vedno iz leta v leto povečuje, pa je, nasprotno, za kmetijstvo uporabnih površin čedalje manj.

Po nekaterih ocenah letno izgubimo od 5 do 7 milijonov hektarjev polj, na katerih lahko pridelujemo hrano.

Rastlinski genetik Wes Jackson iz Kansasa v ZDA že dobrih trideset let razmišlja, kako bi poljedelstvo čim bolj približal idealu trajnostnega razvoja. Njegov pogled na prihodnost pridelave hrane je bistveno radikalnejši kot kateregakoli zelenih gibanj, ki se danes bojujejo proti s kemijo podprtemu poljedelstvu, za katero menijo, da je izgubilo stik s pristno naravo. Po Jacksonu osrednji problem naše civilizacije ni intenzivno kmetijstvo, temveč poljedelstvo samo po sebi, kakršno so razvili naši predniki že pred 10.000 leti.



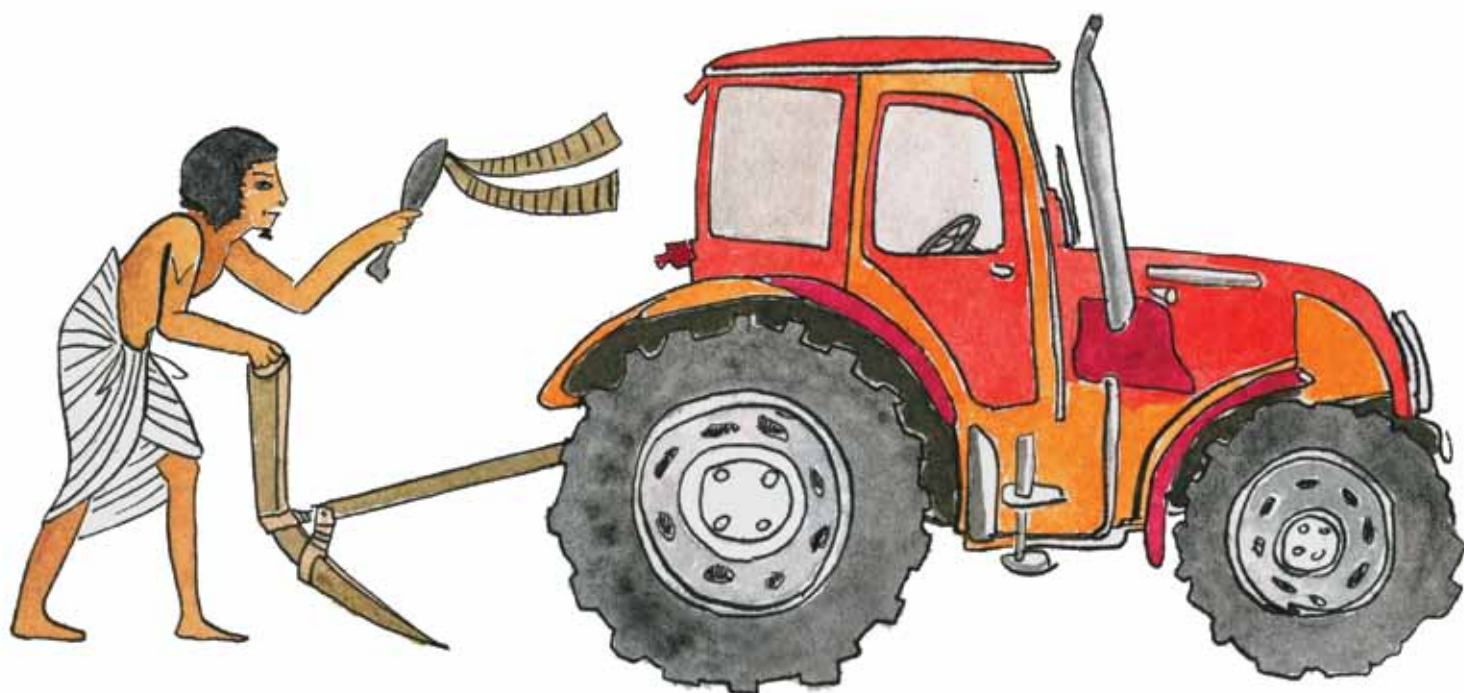
Problem je star 10.000 let

Večino hranil, ki jih ljudje danes uporabljamo v prehrani, predstavljajo posredno ali neposredno rastline enoletnice, ki jih morajo kmetje vsako leto na novo saditi. Tudi živali, katerih meso in mleko je na naših jedilnikih, hranimo večinoma s poljščinami, ki vsako leto znova zrastejo iz semen. Po drugi strani pa so kar 85 odstotkov površine Severne Amerike nekoč pokrivala trajnice, ki zemljo bistveno bolj zavarujejo pred erozijo kot enoletnice.

Prav tako sežejo korenine pri trajnicah bistveno globlje v zemljo, kar pomeni, da lahko črpajo hranilne snovi tudi iz nižjih plasti pod površjem, zato niso tako odvisne od nenadnih vremenskih nevšečnosti.



Jacksonova ključna ideja je, da se pri spopadu s perečimi problemi sodobne pridelave hrane ne vrnemo le sto let v preteklost, ampak kar za deset tisoč let. V mislih se je treba po njegovem vrniti v čas samega začetka poljedelstva. Takrat so naši predniki začeli razvijati poljedelstvo predvsem na enoletnicah, kar se je v naslednjih tisočletjih izkazalo kot dobra odločitev. Človeštvo se nikoli ne bi razvilo do civilizacijske stopnje, na kakršni smo danes, če ne bi imelo dovolj hrane, da so ljudje lahko razmišljali še o čem drugem kot zgolj o tem, kako nahraniti sebe in svojo družino.



Vendar pa je kmetijstvo, ki temelji na enoletnicah, po Jacksonovem mnenju danes prišlo do meje svojega razvoja. Zato predlaga, da bi večino poljščin, ki jih zdaj predstavljajo rastline enoletnice, zamenjali s trajnicami. Tako bi namreč bistveno zmanjšali erozijo in degradacijo zemlje. Trajnice v današnji prehrani so predvsem rastline, ki nam dajejo sadje, pa tudi začimbe. Skoraj nobena trajnica pa ne predstavlja osnovne hrane, kot so pšenica, riž, koruza in krompir. Izjema so morda samo nekatere vrste banan, ki jih v Afriki uporabljajo za kuhanje.

Enoletnice in trajnice v poljedelstvu

Da imamo danes v poljedelstvu skoraj same enoletnice, ni naključje. Ko so naši predniki pred približno deset tisoč leti začeli uvajati kmetovanje, so morali najprej med užitnimi divjimi

rastlinami najti tiste, ki se jih je dalo gojiti na njivah in vrtilkih. Nato so začeli te udomačene rastline načrtno odbirati, tako da so vsako leto znova posadili samo semena tistega dela pridelka, s katerim so bili najbolj zadovoljni. Tako so se skozi stoletja in tisočletja iz divjih rastlin počasi razvile udomačene poljščine, ki jih sadimo še danes in ki predstavljajo osnovno hrano večini človeštva. V plodnem polmeseču Bližnjega vzhoda so tako udomačili pšenico, na Kitajskem riž, v južnoameriških Andih krompir, na območju Mehike pa koruzo.

Čprav so morda tudi nekatere trajnice dajale našim prednikom plodove, ki so bili primerni za obiranje in prehrano, pa te rastline niso bile deležne vsakoletne umetne selekcije, ki je izbirala le tista semena, ki so se ljudem zdela najboljša. Selekcija na enoletnicah je namreč veliko lažja kot na trajnicah, saj preprosto naslednje leto posadimo samo semena tistih rastlin, katerih pridelki so nam bili najbolj všeč.



Z dovoljenjem avtorjev objavljamo zgodbo iz knjige **Kratke zgodbe o skoraj vsem**, ki jo je leta 2011 izdalo društvo Kvarkadabra.

Kvarkadabra je društvo za tolmačenje znanosti.
www.kvarkadabra.net

Kdo je komu hrana in kako nastane prehranjevalna veriga in prehranjevalni splet

Projekt TEALEAF je usmerjen v raziskovanje uporabe didaktičnih računalniških igric pri pouku in učenju vsebin biološke raznovrstnosti. Predstavljamo prvo izmed šestih učnih enot, ki je bila preizkušena v 5. razredu OŠ Polhov Gradec.



CILJI učne enote so bili:

- učenci razumejo sestavo prehranjevalnih verig,
- učenci razumejo prepletanje prehranjevalnih verig v prehranjevalne spletke,
- učenci razumejo pomen prepletanja prehranjevalnih spletek za ohranjanje ravnovesja v naravi.

Potek dejavnosti

1. Uvajanje in motivacija

Prehranjevalne verige niso popolnoma nova učna vsebina, učenci so jih deloma spoznali že v nižjih razredih, zato je smiselno računalniško igrico o prehranjevalnih verigah uporabiti za uvajanje v učno temo in kot motivacijo.

Uporabljena je bila igra dostopna na spletnem naslovu:

<http://www.sheppardsoftware.com/content/animals/kidscorner/games/foodchaingame.htm>

Pouk poteka v računalniški učilnici, vsak učenec ima svoj računalnik. Pri pouku se uporablja še interaktivna tabla in ppt projekcija.

Poleg nekaj splošnih navodil za delo z računalnikom učenci dobijo še naslednja navodila za igrico.

Igra je v angleškem jeziku, zato lahko uporabljate slovar (priloga 1).

Organizme premakneš na ustrezno mesto tako, da bo sličica na mestu obstala. Na ta način boš sestavil t. i. prehranjevalno verigo. Ko uspešno rešiš nalogo, si oglej tudi animacijo.

Čas, odmerjen za dejavnost z igrico, je bil 7 minut.

V odmerjenem času večina otrok sestavi vse prehranjevalne verige in si ogleda tudi zabavne animacije. Po potrebi uporabijo slovar. Če se pojavijo vprašanja, kot na primer, kaj je to plankton, se učiteljica nanje odzove.

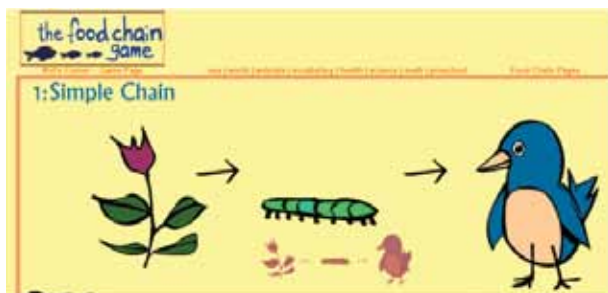
2. Utrjevanja pojma prehranjevalna veriga in konstrukcija pojma prehranjevalni splet

Pouk poteka frontalno z uporabo ppt projekcije.

- a) Vprašanja za spodbujanje razmišljanja:
- Zakaj vsi organizmi oz. živa bitja potrebujejo hrano?
 - Kaj je shranjeno v hrani in kaj se s hrano prenaša?

Po odgovorih učencev in pojasnjevanju učiteljice je oblikovan povzetek.

- Bitja se prehranjujejo s hrano rastlinskega ali živalskega izvora, ker potrebujejo snovi, ki jim dajejo **energijo** za življenje.
- Glede na to, s čim se neko bitje prehranjuje in če je tudi samo hrana drugemu bitju, ga razvrstimo v **PREHRANJEVALNO VERIGO**; vsak organizem je člen prehranjevalne verige.



- b) Vprašanja za spodbujanje razmišljanja
- Kaj, katero bitje je bilo v igrici vedno prvi člen verige? (rastlina)
 - Kaj se prenaša od prvega do zadnjega člana v verigi? (snovi in energija)
 - Kdo ali kaj je v posamezni verigi proizvajalec in kdo potrošnik? (rastline – proizvajalci; živali – potrošniki)

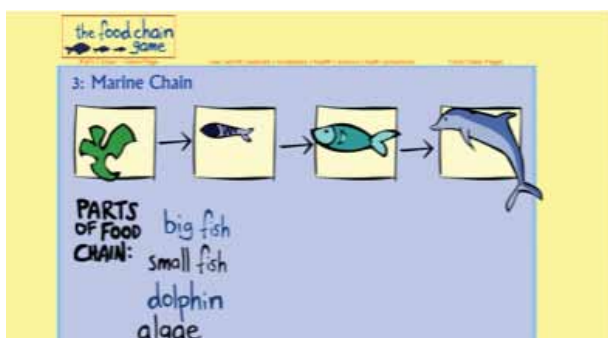
Po odgovorih otrok učiteljica pojasnjevanje delitve na potrošnike in proizvajalce razširi s ponovitvijo procesa fotosinteze. Shematično je bil proces fotosinteze prikazan v projekciji ppt. S tem se je utrdilo razumevanje pojma proizvajalec in potrošnik v prehranjevalni verigi.

- c) Vprašanja za spodbujanje razmišljanja
- Ali se je kateri od organizmov v igrici pojavlja v različnih prehranjevalnih verigah? (Najpogosteje je to bila riba.)

projekcija ppt

RIBA = alge – riba – delfin;
= roža – insekt – riba – galeb

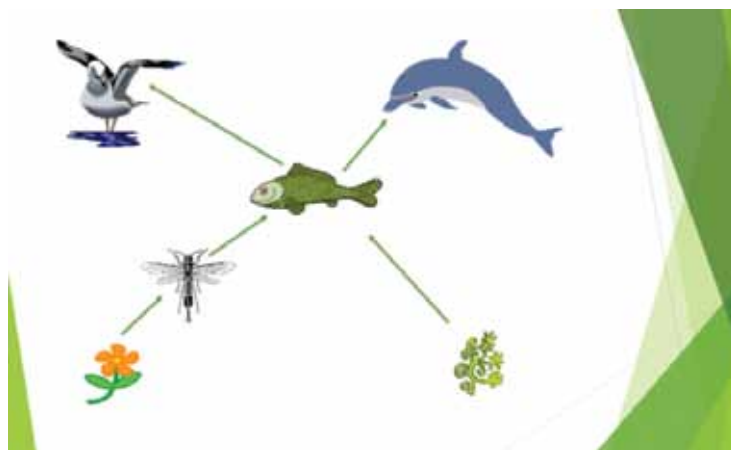
Po odgovorih učencev in pojasnjevanju učiteljice je oblikovan povzetek.



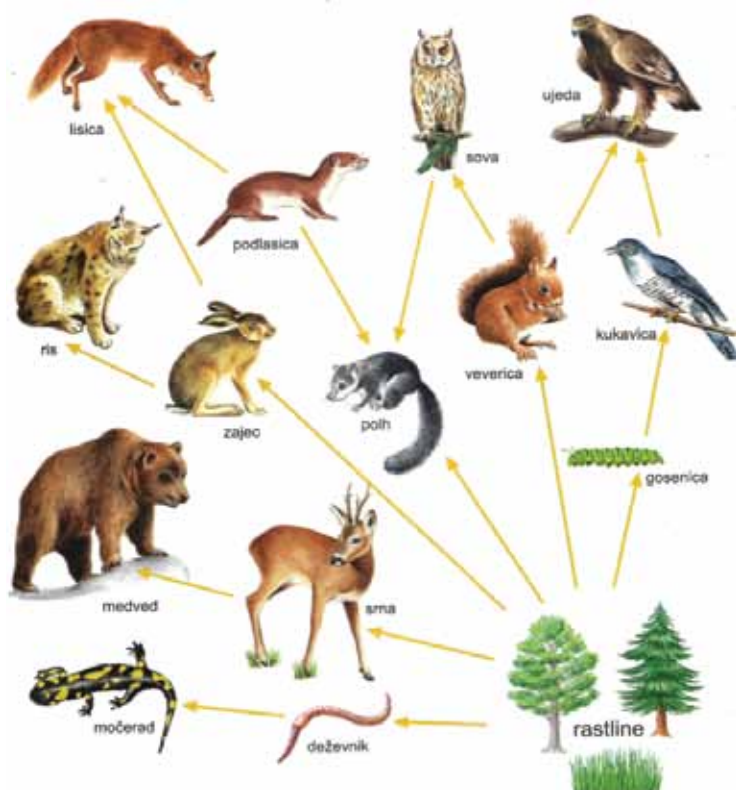
Mnoge različne vrste živali se hranijo z enako hrano, tako več prehranjevalnih verig sestavlja prehranjevalni splet.

Povzetek utrdimo na primerih.

projekcija ppt



Slika 1



Slika 2: Od Mravlje do sonca 2, Modrijan, Ljubljana

Konstrukcija pojma naravno ravnovesje

Vprašanja za spodbujanje razmišljanja
projekcija ppt



- a) Število lisic in zajcev je v ravnovesju.
– Kam bi se nagnila tehtnica, če bi lisice na nekem področju zbolele in poginile?



- b) Število (masa) rastlin in zajcev je v ravnovesju.
– Kam bi se nagnila tehtnica, če bi se zajci preveč razmnožili?
– Kakšne bi bile posledice čez čas za zajce?
- c) Kaj bi se zgodilo, če bi se v verigi ŽELOD – MIŠ – KAČA – SOKOL kače preveč namnožile?
– Kaj to pomeni za posamezni člen v verigi?

Dodatna razlaga učiteljice

V vsakem naravnem okolju živijo rastline in živali, ki so rastlinojedci, vsejedci in mesojedci. Njihovo število se na posameznem območju le malo spreminja. Tam, kjer živali pojedjo rastline, zrastejo nove. Stare in slabotne živali poginejo ali postanejo plen plenilcev, vendar se skotijo mladiči. Tako se neko število ves čas ohranja. Skupnost rastlin in živali zagotavlja ravnovesje v naravi. Če se število neke vrste živali ali rastlin zmanjša ali preveč poveča, se ravnovesje poruši.

Oblikovanje povzetka

Ravnovesje v naravi pomeni, da je v nekem okolju vsake vrste bitij toliko, da lahko preživi njihova in druge vrste.

Če bi se v nekem okolju ena vrsta bitij preveč razmnožila, bi bilo v okolju premalo hrane in prostora zanje in/ali za druga bitja. To bi lahko pomenilo tudi izumrtje nekaterih vrst v prehranjevalnem spletu.

Vprašanje za spodbujanje razmišljanja:

– Kdaj se ravnovesje lahko poruši? (človeški posegi v naravo, naravne nesreče)

3. Preverjanje

- a) Uporaba interaktivne table. Učenci zavrtijo računalniško kolo – ob izbrani živali povedo oz. povežejo slike s čim se ta žival hrani in komu je ta žival hrana.
- b) Individualno delo z delovnim listom (priloga 2).
- c) Frontalno preverjanje nalog z delovnega lista (uporaba predstavitve ppt z možnimi pravilnimi rešitvami)

Primer 1: cvetlica – gosjenica – ptič

Primer 2: želod – miš – kača – sokol

Primer 3: alge – manjša riba – večja riba – delfin

Primer 4: roža – insekt – manjša riba – večja riba – galeb

Primer 5: rastlina – kobilica – kuščar – orel

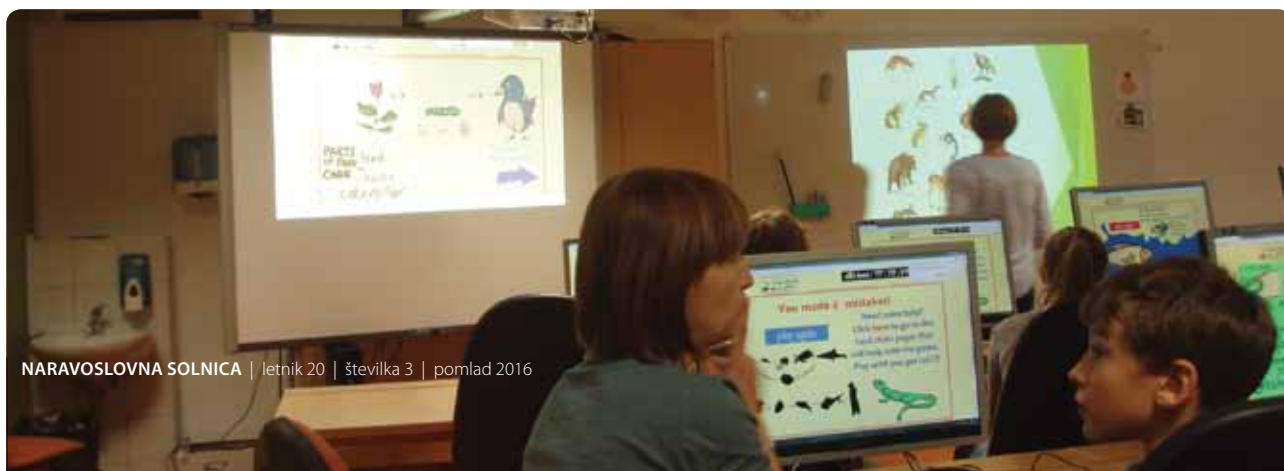
Primer 6: plankton – manjša riba – meduza – želva – morski pes

školjke

Primer 7: plankton – školjka – manjša riba – večja riba – človek

Opomba: Ob 5. in 6. primeru omenimo, da organizme, ko poginejo, začnejo razkrajati razkrojevalci (bakterije, glive). Razkrojevalci pa so organizmi, ki se hranijo z odmrliimi rastlinami in živalmi. Zaradi razkrojevalcev se ostanki bitij razgradijo do mineralnih snovi, del teh snovi se topi v vodi, zato jih rastline lahko vsrkajo. Tako snovi v naravi krožijo (povezovanje z naslednjo učno enoto).

- č) Kdor ima dostop do spleta, naj računalniško igrico ponovna odigra doma.
















VIRI SLIK

- http://all-free-download.com/free-vector/download/green_sea_turtle_clip_art_6514.html
- <http://www.clker.com/clipart-mussel.html>
- http://www.clipartpanda.com/clipart_images/clipart-another-dolphin-2139523
- http://www.clipartpanda.com/clipart_images/shared-by-ocal-4119054
- <http://www.clipartpanda.com/categories/cute-jellyfish-clipart>
- <http://www.clipartpanda.com/categories/shark-clip-art-for-kids>
- http://www.clipartpanda.com/clipart_images/weed-20clipart-clipart-panda-26966349
- <http://www.clipartlord.com/wp-content/uploads/2012/12/mushrooms2.png>
- <http://cliparwolf.com/files/9/175397.html>
- <http://www.freeclipartnow.com/animals/lizards/>
- <http://www.webweaver.nu/clipart/animals/birds/eagles.shtml>
- <https://openclipart.org/detail/220890/Clipart>
- <https://openclipart.org/download/170488/birdicon.svg>
- www.google.si/search?site=img&hp&tbn=isch&source=hp&biw=1366&bih=643&q=cvetlica&oq=cvetlica&gs_l
- www.google.si/search?site=img&hp&tbn=isch&source=hp&biw=1366&bih=643&q=gosenica&oq=gosenica&gs_l
- www.google.si/search?site=img&hp&tbn=isch&source=hp&biw=1366&bih=643&q=riba&oq=riba&gs_l



Priloga 1: Slovar








BIRD		PTICA
FLOWER		CVETLICA
CATERPILLAR		GOSENICA
SNAKE		KAČA
MOUSE		MIŠ
FISH		RIBA
HAWK		SOKOL
ACORN		ŽELOD
DOLPHINE		DELFIN
ALGAE		ALGE
INSECT		ŽUŽELKA

SEAGULL		GALEB
LIZARD		KUŠČAR
PLANT		RASTLINA
MUSHROOMS		GOBE / GLIVE
EAGLE		OREL
GRASSHOPPER		KOBILICA
JELLY FISH		MEDUZA
PLANKTON		PLANKTON
TURTLE		ŽELVA
SHARK		MORSKI PES
BACTERIA		BAKTERIJE
MUSSEL		ŠKOLJKE
HUMAN		ČLOVEK















Priloga 2: Učni list

PREHRANJEVALNA VERIGA

1. V levi stolpec napiši s čim se žival na sličici prehranjuje, v desnega pa komu je žival na sličici hrana.

2. Izpolni – zapiši.

	Meni je hrana...	Jaz sem hrana...
		
		
		
		
		
		
		

SAŠO DOLENC

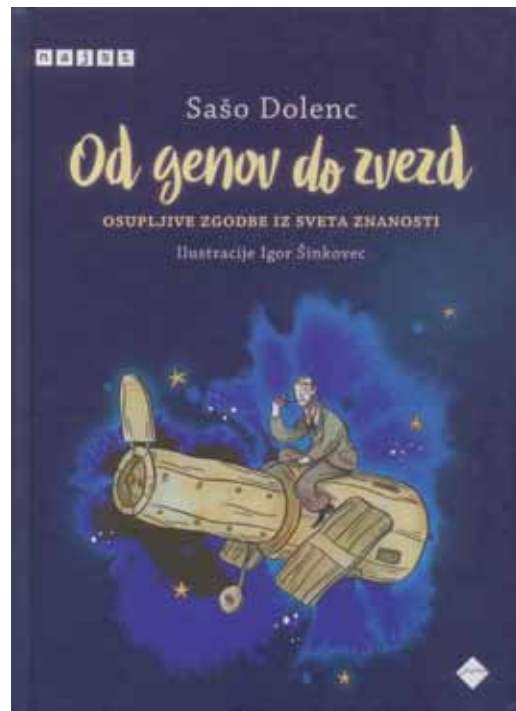
Od genov do zvezd, osupljive zgodbe iz sveta znanosti

- Ilustriral: Igor Šinkavec
- Cankarjeva založba, Ljubljana
- zbirka Najst
- Ljubljana, 2015
- 222 strani
- 22,95 €

Sašo Dolenc je eden redkih Slovencev, ki se ukvarjajo s filozofijo znanosti. To je področje razmišljanja o tem, kako znanost nastaja, kako je utemeljena, kakšna miselna orodja so pri tem uporabljena, na čem temelji današnje zaupanje v znanost, pa tudi o tem, kaj znanost ločuje od drugih človeških prizadevanj pri odkrivanju resničnosti sveta. Med širšim krogom tistih, ki znanosti vsaj poskušajo slediti, je Sašo Dolenc znan kot popularizator znanosti. S svojimi prispevki v različnih medijih skuša znanost na preprost in zanimiv način približati čim več ljudem, med njimi so posebna ciljna množica učitelji. Zanimivo je, da so prav učitelji kljub dolgoletnemu izobraževanju z različnih področij znanosti pogosto precej dovzetni za novodobna gibanja. To pomeni, da skoraj enako vrednotijo znanstvene teorije in psevdoznanosti. Dokaz za to je trenutna popularnost homeopatije.

In prav zato, da bi si nekoliko izostrili pogled na znanost, ki je nesporno poleg umetnosti največji dosežek naše civilizacije, si položite to knjigo na nočno omarico in vsak zvečer preberite nekaj zgodb.

Zgodbe so zelo različne, segajo lahko daleč nazaj v zgodovino ali pa opisujejo še nedavne dogodke. Tudi področja so zelo raznolika, od standardnih naravoslovnih ved in matematike, pa do novejših področij kot so nevrologija, nanoznanost in ekologija. Branje nas iz naravoslovja pogosto zanese še na družboslovje. Prav zaradi vse te raznolikosti pa imajo zgodbe različne učinke. Nekatere nas presenetijo z novimi znanstvenimi dejstvi in širijo naše vedenje. Druge nas presenetijo z izvirnostjo izvedenega eksperimenta, kar dokazuje visoko kreativnost znanstvenega početja. To pa je precej v na-



sprotju z razširjenim pogledom na delovanje znanosti, kot na le mukotrпно in dolgoročno zbiranje podatkov. Zgodbe iz zgodovine znanosti nam približajo čas in kontekst, v katerem je neka teorija nastala. Pogosto nam to omogoča globlje razumevanje te teorije. Kar nekaj zgodb pripoveduje o tem, kako je neka teorija nastala in da so te poti lahko zelo različne. Na nastajanje teorije lahko vplivajo zgodovinske okoliščine ali pa slučajnih dogodki, ki so vplivali na tok razmišljanja raziskovalca. Tudi sanje ali intuicija, so prav tako vplivale na razvoj marsikaterih znanstvenih idej. Kljub različnim potem, kako teorije nastajajo, pa je vsem skupen način preverjanja in potrjevanja v znanstveni skupnosti. Tudi to nam dokazujejo "osupljive zgodbe iz sveta znanosti". Branje zgodb pripomore tudi k rušenju stereotipa o ozko usmerjenem znanstveniku, ki ga zanima le njegovo področje raziskovanja in ničesar drugega ter ničesar drugega tudi ne zna. Nasprotno, pogosto so veliki znanstveniki široko razgledani ne le v znanosti, ampak tudi v umetnosti. Prav zaradi tega lahko iščejo izhode in rešitve na drugih znanstvenih področjih. Dober primer je zgodba o povezovanju antropologije z matematiko, ki je pripeljalo do teorije strukturalizma v družboslovju.

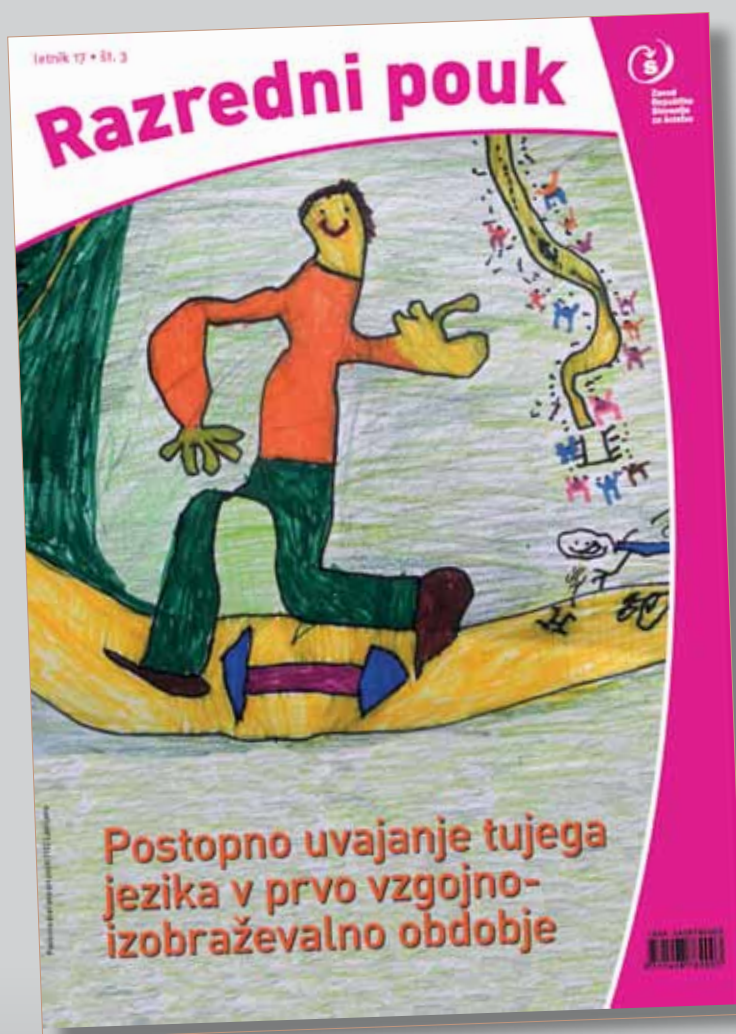
Kljub vsemu napisanemu priporočam kritično branje. Vsaj ena od zgodb bolj sodi v področje "teorije zarot" kot v "zgodbe iz sveta znanosti." Duhovite črno-belo-sive ilustracije dobro dopolnjujejo kratka besedila, kar je kot nalašč, da knjigo večkrat vzamemo v roke in začnemo brati na katerikoli strani.

Dušan Krnel

Postopno uvajanje tujega jezika v prvo vzgojno-izobraževalno obdobje

Odgovorna urednica: mag. Jana Kruh Ipavec

Gostujoča urednica: mag. Katica Pevec Semec



Posebni tematski številki revije Razredni pouk

Revija Razredni pouk, letnik XVII (2015), št. 3 in letnik XVIII (2016), št. 1

- 2016, ISSN 1408-7820
- format: A4
- obseg: 72 strani in 4 strani didaktične sredice
- cena: 10,51 €

Bliža se šolsko leto 2016/17, v katerem je predvideno izvajanje prvega tujega jezika v 2. razredu na vseh osnovnih šolah, zato je vsebina obeh tematskih številki še posebej dobrodošla.

Zadnja številka 17. letnika je v celoti namenjena uvajanju in spremljanju tujega jezika na razredni stopnji. V njej objavljamo premišljeno izbrane teoretične in kurikularne poudarke ter izkušnje iz prakse, ki so rezultat prvega leta systemskega uvajanja tujih jezikov v zgodnjo stopnjo šolanja v naših osnovnih šolah. Didaktična sredica revije je namenjena razvijanju predopismenjevalnih spretnosti v angleščini.

Obveščamo vas, da bo tudi prva številka 18. letnika namenjena temi uvajanja tujega jezika v 1. vzgojno-izobraževalno obdobje.

Zaradi večjega povpraševanja smo natisnili dodatne izvode, zato vas vabimo k čimprejšnjem naročilu.



Informacije in naročila:

- po pošti: Zavod RS za šolstvo, Poljanska cesta 28, 1000 Ljubljana
- po faksu: 01/3005199
- po elektronski pošti: zalozba@zrss.si
- na spletni strani: <http://www.zrss.si>

RICHARD DAWKINS

najvplivnejši sodobni biolog (*Der Spiegel*)

eden od stotih najvplivnejših ljudi na svetu (*Time*)

eden najpomembnejših živečih intelektualcev (*Prospect*)

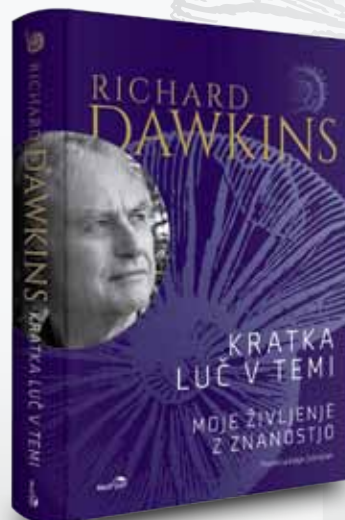
Avtobiografija v dveh knjigah



MOČ ČUDENJA

V prvem delu avtobiografije Dawkins opisuje svoje otroštvo v Vzhodni Afriki, odraščanje v Angliji in študij, od prvih korakov v svet naravoslovja, ki jih je prehodil še v afriških kolonialnih šolah, do prvih predavateljskih nastopov in do izida prve knjižne uspešnice *Sebični gen*.

- 15 × 22,5 cm
- 312 + 24 strani
- trda vezava, ščitni ovitek
- 24,90 €



KRATKA LUČ V TEMI

V drugem delu obravnava svojo akademsko in publicistično dejavnost, ki časovno sovпада z izhajanjem vseh naslednjih knjig, ter pojasnjuje ideje in vplive, ki so oblikovali njegovo znanstveno misel.

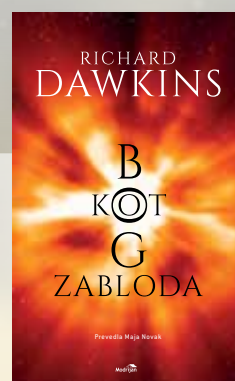
Prevod Katja Zakrajšek

- 15 × 22,5 cm
- 480 + 24 strani
- trda vezava, ščitni ovitek
- 33,90 €

NOVA IZDAJA

Richard Dawkins BOG KOT ZABLODA

Bog kot zabloda je temeljito argumentirana razprava o mestu in veljavi religij v človeški družbi, tako v preteklih dobah kakor tudi v našem času. Čeprav je argumentacija v precejšnjem delu usmerjena v izpodbijanje kreacionističnih zablod, značilnih za ameriško okolje, je kot metoda zanimiva tudi za evropske in slovenske bralce. Avtor do korenin pretrese pojme religij, dobrote, morale, zla, duha in še mnoge druge ter jih presvetli z biologistično lučjo, kar daje precej natančen rentgenski posnetek teh pojmov, dobljen skozi optiko modernega naravoslovja.



Prevod Maja Novak
13,5 × 22 cm
464 strani
mehka vezava
24,90 €

Modrijan

080 23 64 | www.modrijan.si