

Alenka Gaberščik

Spoznajmo svoje domovanje

Alenka Gaberščik

Spoznajmo svoje domovanje

Ekologija za gimnazije

Urednica: Marina Dermastia

Recenzenti: doc. dr. Igor Zelnik, Nada Udovč Knežević

Jezikovni pregled in korekture: Tina Kralj

Abecedno kazalo: Alenka Dermastia

Ilustracije: Marija Prelog

Fotografije: Dreamstime, Istockphoto, MARUM, Science Photo Library, Shutterstock, Visualphotos, Wikimedia Commons, Dragan Abram, Jože Bavcon, Marina Dermastia, Tina Eleršek, Alenka Gaberščik, Mateja Germ, Erika Glasenčnik, Aleš Kladnik, Franc Kljun, Bojan Sedmak, Tom Turk

Učbenik skupaj z učbeniki Kjer se življenje začne, Čudovite oblike in Iskanje izvora sestavlja učbeniški komplet.



Vse knjige in dodatna gradiva Založbe Rokus Klett
dobite tudi na naslovu www.knjigarna.com.

© Založba Rokus Klett, d. o. o. (2013). Vse pravice pridržane.

Brez pisnega dovoljenja založnika so prepovedani reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba avtorskega dela ali njegovih delov v kakršnem koli obsegu in postopku, kot tudi fotokopiranje, tiskanje ali shranitev v elektronski obliki. Tako ravnanje pomeni, razen v primerih od 46. do 57. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah, kršitev avtorske pravice.



Založba Rokus Klett, d. o. o.
Stegne 9 b, 1000 Ljubljana
telefon: 01 513 46 00
telefaks: 01 513 46 99
e-naslov: rokus@rokus-klett.si
www.rokus-klett.si

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

574(075.3)

GABERŠČIK, Alenka

Spoznajmo svoje domovanje : ekologija za gimnazije / Alenka Gaberščik
; [abecedno kazalo Alenka Dermastia ; ilustracije Marija Prelog ; fotografije
Dreamstime ... et al.]. - 1. izd. - Ljubljana : Rokus Klett, 2013

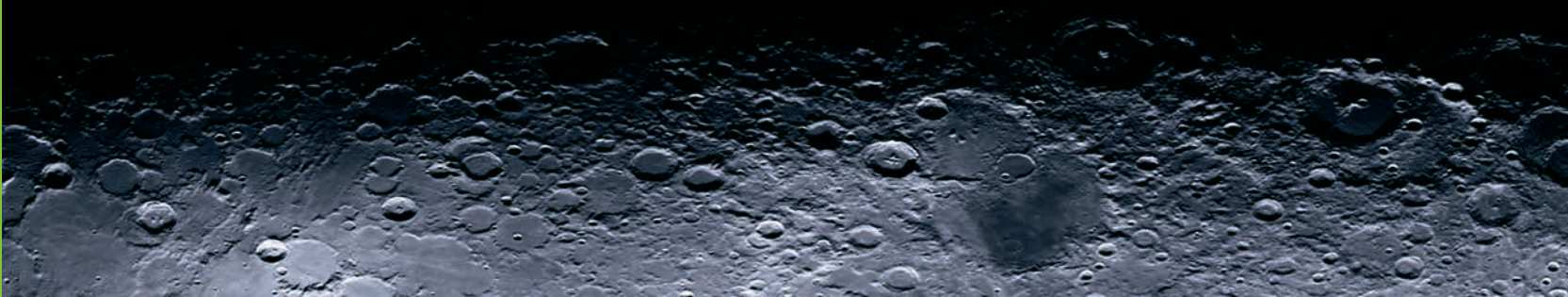
ISBN 978-961-271-302-7

268099840



Poglejte še enkrat to piko. To je naš dom. To smo mi. Na njej so vsi, ki jih imate radi, vsi, ki jih poznate, vsi, o katerih ste kadar koli slišali, vsi ljudje, ki so kadar koli živeli. Je skupek našega veselja in trpljenja, tisočih religij, ideologij, ekonomskih doktrin. Vsi lovci in poljedelci, vsi junaki in strahopetci, vsi ustvarjalci in uničevalci civilizacij, vsi kralji in podložniki, vsi zaljubljeni pari, vse matere in očetje, vsi upajoči otroci, vsi izumitelji in raziskovalci, vsi moralni pridigarji, vsi skorumpirani politiki, vsi zvezdniki, vsi vrhovni voditelji, vsi svetniki in grešniki so v zgodovini naše vrste živeli tukaj - na tem delcu prahu v sončnem žarku.

Carl Sagan (1934-1996), ameriški astrofizik,
Bleda modra pika (1994)



Predstavitev avtorice



Alenka Gaberščik Ko je bila še otrok, je bila njena hiša na robu mesta. Njeno igrišče so bili travniki in polja. Medtem ko je odraščala, se je njena soseska hitro spreminjala. Polja in travnike so nadomestili bloki, hiše in ceste. Njena študentska leta so bila pravo razkošje, saj je bilo raziskovanje narave obvezno. Ko je postala biologinja, na naravo ni več gledala le s čudenjem, ampak tudi s spoštovanjem in odgovornostjo. Njena odgovornost je danes še večja, saj svoje znanje kot izredna profesorica za ekologijo predaja študentom Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, kjer tudi raziskuje. Odkrivanje skrivnosti narave je zgodba brez konca in nenehen vir navdiha. Ko najdeš odgovor na zastavljeno znanstveno vprašanje, se pojavi množica novih. Pri raziskavah je pomembno tudi sodelovanje z drugimi raziskovalci. Vključenost v mednarodne in domače projekte ji omogoča kritično presojo raziskovalnega dela ter prinaša nove ideje in vpoglede v raziskovano področje. Predmet njenih raziskav so odnosi med rastlinami in okoljem. Posebej jo zanimajo vodne in močvirske rastline. Že več kot 20 let zahaja na presihajoče Cerkniško jezero ter druga jezera in reke, kjer preučuje rastline. Zanima jo tudi svetloba, predvsem ultravijolično sevanje in kaj je tisto, kar povzroča, da vidimo rastline v različnih zelenih odtenkih. Poleg iskanja odgovorov na znanstvena vprašanja in predavanj predseduje Društvu biologov Slovenije in ureja biološko znanstveno revijo Acta Biologica Slovenica. V prostem času se z veseljem odpravi v naravo, vzame v roke dobro knjigo ali pa čopiče, barve in platno.

PRVI DEL: Ekologija

KAJ JE EKOLOGIJA?	14
Položaj ekologije v znanosti	16
Ali poznamo svoje domovanje?	18
Izsledki ekologije so izhodišče uporabnim znanostim	19
ORGANIZMI V OKOLJU	22
Bivališče vrste je habitat	24
Okoljski dejavniki in viri	25
Strpnostno območje organizma prikažemo s strpnostno krivuljo	26
Prilagoditve organizma ali adaptacije	27
Prilagojenost organizmov vpliva na uspešnost razmnoževanja	28
Obseg strpnosti organizma do določenega dejavnika se lahko spreminja	29
OKOLJSKE RAZMERE POSTAVLJAJO MEJE ORGANIZMOM	34
Življenje na Zemlji temelji na ogljikovih spojinah	36
Fotorespiracija in rubisko	36
Fotosinteza C4	36
Fotosinteza CAM	37
Sončevo sevanje ni samo vir energije	38
Organizmi potrebujejo za preživetje tudi ustrezne temperature	40
Skrajne temperature postavljajo meje razširjenosti rastlin	40
Živali s stalno in nestalno telesno temperaturo	41
Razpoložljivost vode in prilagoditve organizmov	42
Poikilohidre in homoiohidre rastline	42
Vednozelenost in listopadnost	42
Prilagoditve živali na pomanjkanje vode	43
Spreminjanje okoljskih dejavnikov povzroča spremembe v pojavljanju številčnosti vrst	44
ORGANIZMI ŽIVIJO V POPULACIJAH	48
Populacija je osnovna ekološka enota	50
Zgradbo populacije opišemo z gostoto, porazdelitvijo ter starostno in spolno sestavo	50
Na lastnosti populacije vplivajo rodnost, smrtnost ter doseljevanje in odseljevanje osebkov	50
Spreminjanje številčnosti populacij je posledica spreminjanja okoljskih danosti	52
Prostorske potrebe osebkov in populacij so različne za različne vrste	54
Populacije različnih vrst uspešno sobivajo	55
ODNOSI MED ORGANIZMI	58
Življenjske združbe oblikujejo tudi odnosi med organizmi	60
Znotrajvrstni odnosi	61
Tekmovanje za prostor, vire in partnerja	61
Vrste, ki tekmujejo, tudi sobivajo	62
Ekološka niša združuje različne vidike življenja organizma	62
Obseg virov, ki jih vrsta uporablja za svoje preživetje, nakazuje širino niše	62
Plenilstvo in zajedavstvo pomenita korist za enega partnerja in škodo za drugega	65
Rastlinojedstvo je tudi plenilstvo	65
Plenjenje živali	66

Priskledništvo ali komenzalizem	67
Zajedavstvo ali parazitizem	67
Mutualizem je vzajemen pozitiven odnos med vrstama	69
Obvezni simbiotični mutualizem pomeni medsebojno odvisnost	70
Mikoriza je obvezen ali neobvezen mutualistični odnos med rastlino in glivo	70
Opraševanje	72
Mutualizem se je razvil iz drugih oblik odnosov med vrstami	73
ŽIVLJENJSKE ZDRUŽBE SO DINAMIČNI SISTEMI	78
Populacije so gradniki življenjskih združb	80
Vrste v življenjskih združbah imajo lahko različne vloge	80
Ali večja vrstna pestrost pomeni večjo stabilnost življenjske združbe?	81
Življenjske združbe se v prostoru in času spreminjajo	82
Ekološko zaporedje je postopno spreminjanje življenjske združbe v času	82
Vrste v različnih sukcesijskih stopnjah imajo različne lastnosti	83
Tipi sukcesije	84
Motnje so vsakršna fizična sila, ki povzroči poškodbe in umiranje organizmov	85
Hipoteza zmernih motenj	85
Dobrodejni ogenj	86
Poplave kot naravna motnja	86
Rastlinske združbe lahko ublažijo delovanje motenj	87
EKOSISTEM	90
Ekosistem je skupnost vseh organizmov in fizičnega okolja na določenem območju	92
Ekosistemi imajo meje	93
Življenjska združba je sestavljena iz primarnih in sekundarnih proizvajalcev	94
Primarni proizvajalci predstavljajo osnovno raven v ekosistemu	94
Sekundarni proizvajalci so potrošniki in razkrojevalci	96
Energija se enosmerno pretaka skozi ekosisteme, snovi krožijo	96
Ekosisteme poganja energija Sonca	97
Prehranjevalne verige in spleti so poti, po katerih se pretaka energija in krožijo snovi	98
Ekosistemi so odprti	100
Organizmi vplivajo na abiotško okolje	101
KROŽENJE SNOVI	106
Ključni biogeokemični kroženji sta kroženje ogljika in vode	108
Hitrost kroženja ogljika je odvisna od okoljskih razmer	108
Zaloge ogljika v različnih zbiralnikih	109
V ekosistemi se lahko kopičijo zaloge ogljika	110
Kroženje vode	111
Rastline dejavno nadzorujejo oddajanje vode	112
Voda in podnebne spremembe	113
PRIMERI ZGRADBE IN DELOVANJA EKOSISTEMOV	116
Ribnik	118
Neživi dejavniki v ribniku	118
Živi dejavniki v ribniku	118
Izmenjava snovi v ribniku	119
Proizvodnja v oceanih je ogrožena	120

Glavni gradniki gozdnih ekosistemov so različne vrste dreves	121
Glavni gradniki gozdnih ekosistemov so drevesa	121
V različnih plasteh gozda so različni habitati	121
Življenjska združba tal	122
Življenje v podrasti	122
V krošnjah poteka večji del primarne proizvodnje	123
Vodni in kopenski ekosistemi so povezani	123
 VEČJA BIOTSKA PESTROST POMENI VEČ MOŽNOSTI	126
Biotska pestrost ali biodiverziteta je raznolikost življenja	128
Biotska pestrost je pomembna za delovanje ekosistemov	128
Večja biotska pestrost pomeni več možnosti za odnose v ekosistemu in boljšo izrabo virov	129

DRUGI DEL: Ljudje spreminjamo okolje

ZEMLJA JE VSE BOGASTVO, KI GA IMAMO	134
Ljudje vplivamo na ozračje, vodo, tla in raznolikost življenja	136
Nagneteni planet	136
Prožnost in vitalnost biosfere sta prizadeti	137
 SPREMEMBE KAKOVOSTI OZRAČJA IN PODNEBJA	140
Ozračje je sestavljeno iz več plasti	142
Obremenjevanje ozračja	142
Poglavitna zračna onesnaževala v troposferi so dušikovi in žveplov oksidi	142
Plini, ki uničujejo ozonsko plast	143
Povečane koncentracije toplogrednih plinov in podnebne spremembe	144
Težnje podnebnih sprememb danes	145
Podnebne spremembe ne ogrožajo vseh vrst enako	146
Na podnebne spremembe lahko vplivamo	146
 LJUDJE VPLIVAMO NA VODE	150
Kakovost vode se med kroženjem spreminja	152
Povečana dejavnost človeka lahko poslabša kakovost vode med kroženjem	152
Vodni viri potrebujejo dobre gospodarje	152
V čistilnih napravah imajo glavno vlogo organizmi	153
 TLA SO DOBRINA, KI SE ZELO POČASI OBNAVlja	156
Kmetijstvo je vir blagostanja in največji vzrok spreminjanja okolja	158
Toksične kovine	158
Stanje okolja lahko izboljšamo s pomočjo naravnih procesov	160
Fitoremediacija je remediacija okolja z rastlinami	160
 SPREMINJANJE BIOTSKA PESTROSTI	164
Izumrtje vrste je končen in nepovraten dogodek	166
Vzroki za izginjanje vrst so mnogoteri	167

Uničevanje naravnih habitatov	167
Drobljenje življenjskega okolja	167
Vnos tujerodnih vrst	168
Prekomerno izkoriščanje vrst	168
Obremenjevanje in spreminjanje okolja	168
Veriga izumrtij	168
Gensko spremenjeni organizmi	171
Ocena tveganja in biološka varnost	171
Možnosti zmanjševanja ogroženosti biotske pestrosti	172
Primer zaščite vrste	173
Primer upadanja vrste	173
Primer invazivne tujerodne vrste	174
 UPOŠTEVANJE NARAVNIH ZAKONITOSTI OMOGOČA TRAJNO DOSTOPNOST VIROV	 178
Uvajanje trajnosti pomeni spremembo sistema vrednot	180
Odpadek je tudi vir	180
Tehnologije so lahko podpora trajnostnemu razvoju	181
Potrošnja	181
 OHRANJANJE NARAVE IN VARSTVO OKOLJA DELUJETA Z ROKO V ROKI	 184
Varstvo okolja in ohranjanje narave ureja zakonodaja – primeri iz slovenske in mednarodne zakonodaje	186
Zavarovana območja	188
 POGLED V PRIHODNOST	 192

Učitelj odpre vrata.
Vi vstopite.

Kitajski pregovor

Težave ne moremo rešiti z načinom
razmišljanja, ki je težavo povzročil.

Albert Einstein (1879-1955),
fizik in matematik nemškega rodu

Štiri zakonitosti ekologije:

1. Vse je med seboj povezano.
2. Vsaka stvar potrebuje svoje mesto.
3. Narava ve najboljše.
4. V naravi ni zastojnega kosila.

Berry Commoner (1917-2012),
ameriški biolog

KAKO UPORABLJATE UČBENIK

Učbenik sestavlja dve poglavji:
v prvem je predstavljena ekologija kot znanstvena veda,
v drugem pa vplivi človeka na okolje.



Vsako poglavje se začne s pomembnimi dejstvi, ki vzbudijo vaše zanimanje za sledeče poglavje in vas pripravijo na njegovo vsebino. Prvi strani sta tako opremljeni s citatom, odlomkom umetniškega besedila ali odlomkom iz zgodovinskih naravoslovnih besedil. Citati so – kot izrezki iz časopisa – naključno nalepljeni na strani. Ponazorjeni so s fotografijo, ki na poseben način odslikava vsebino poglavja. Na tej strani so tudi shema poglavja, sestavljena iz naslovov podpoglavij, in ključni pojmi, ki jih boste dijaki spoznali v poglavju in jih zatem razložimo v Slovarčku ključnih pojmov. Vse to naj vas navduši nad vsebino poglavja, vas vanj usmeri in še razloži, česa se v poglavju lahko naučite.

Osrednjemu besedilu so na nekaterih straneh dodani tudi barvno ločeni okvirji. V njih so predstavljeni posamezni primeri, ki dopolnjujejo glavno besedilo ali pa natančneje razložijo določeno temo. Uporabite jih lahko kot izziv za projektno delo, kritično presojo različnih informacij ali spoznavanje soodvisnosti naravoslovnih znanj.



Prvi del:

EKO

10gila



Kaj je ekologija?

Če bi zgornje vprašanje naključno izbranim Zemljanom zastavili danes, bi jih večina verjetno odgovorila, da je ekologija povezana z okoljem oziroma z varstvom okolja. Če bi podobno vprašanje zastavili pred nekaj desetletji, bi verjetno ostali brez odgovora. Kakorkoli že, ekologija ni politični in okoljski aktivizem, čeprav so ekologi lahko tudi politični in okoljski aktivisti in pri tem uporabljajo izsledke ekološke znanosti. Ekologija tudi ni osebna naravnost do narave, čeprav so ekologi po večini zelo zavzeti za predmet svojih raziskav. Ekologija je znanstveno področje biologije. Znanstvenik, ki deluje na področju ekologije, je ekolog. Namen ekologov je proučiti vzorce porazdelitve in bogastva živih organizmov, odnose med živimi organizmi in okoljem (živim in neživim) ter njihove prilagoditve na razmere, v katerih živijo.



Prvo in največje znanje vseh ljudi
je tisto o delitvi in redu v okolju.

Polibij (200-118 pr. n. št.), grški
zgodovinar iz helenističnega obdobja

Ekologija je znanost, vendar ni
samo to, saj je večja in njena
modrost je vseobsegajoča.

Paul Sheppard (1925-1996),
ameriški psiholog
in okoljevarstvenik



Položaj ekologije v znanosti

- Ali poznamo svoje domovanje?
- Izsledki ekologije so izhodišče uporabnim znanostim

Ključni pojmi

*ekolog
ekologija
ekosfera*

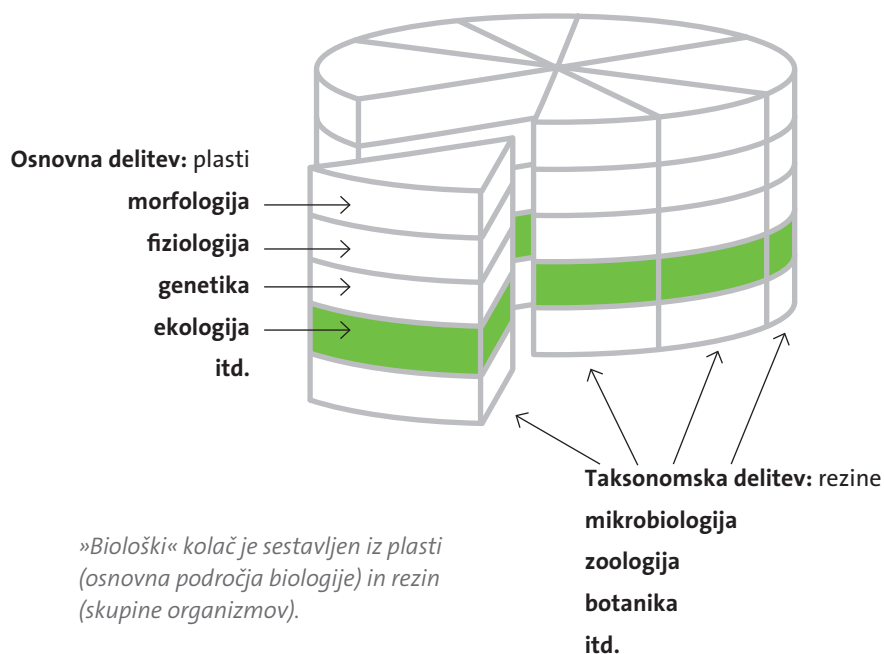
Od kod izvira beseda ekologija?

Beseda ekologija izhaja iz grške besede *oikos*, ki pomeni hiša, domovanje ali prostor za bivanje, in besede *logos*, ki pomeni beseda, govor, znanost. Dobesedno izraz ekologija pomeni raziskovanje domovanja oziroma proučevanje organizmov v njihovem domovanju. K razvoju ekologije so prispevali številni znanstveniki. Stari Grki še niso poznali izraza ekologija, čeprav v delih Aristotela, Teofrasta in Hipokrata že najdemo zapise z ekološko vsebino. V 18. stoletju sta pomembno vlogo odigrala Carl Linné, ki v svojem delu *Gospodarjenje narave* (*The Economy of Nature*) govori o odnosih v naravi, in Antoni van Leeuwenhoek, ki ga poznamo kot izumitelja mikroskopa, ukvarjal pa se je tudi s prehranjevalnimi verigami in populacijami. V 19. stoletju je pomembna izhodišča za ekološko znanost podal Charles Darwin z evolucijsko teorijo. Izraz *ekologija* je leta 1869 prvi uporabil nemški biolog Ernest Haeckel v svojem delu *Osnove splošne morfologije organizmov*. Ekologijo je opredelil kot vedo, ki se ukvarja z gospodarjenjem v naravi in proučuje odnose živali do živega in neživega sveta, vključno s prijateljskimi in sovražnimi odnosi z živalmi in rastlinami, s katerimi prihajajo v neposredni in posredni stik. Ameriški ekolog Stephen Alfred Forbes je verjel, da je znanje ekologije osnova za človekovo blagostanje.

Položaj ekologije v znanosti

Ekologija ima v biološki znanosti povezovalno vlogo. Združuje in nadgrajuje znanja različnih področij biologije in sorodnih znanosti. Biologijo kot vedo si lahko predstavljamo kot kolač, katerega plasti so različna osnovna področja biologije (to so molekulska in razvojna biologija, genetika in ekologija), rezine pa vede, ki proučujejo posamezne skupine organizmov (rastline – botanika, živali – zoologija, mikroorganizmi – mikrobiologija). Rezine lahko nadalje razdelimo na manjše dele (npr. proučevanje živali na proučevanje ptic, rib, plazilcev, žuželk ...). Ekologija je tesno povezana z evolucijo, saj z evolucijo nastaja raznolikost življenja, ekološki procesi pa omogočajo delovanje mehanizmov evolucije v času. Tesno prepletanje ekoloških procesov in evolucije se kaže v procesu naravnega izbora.

Ekologija se od drugih področij biologije razlikuje glede na ravni organiziranosti sistemov, ki so predmet njenega proučevanja. Ravni bioloških sistemov so različne, od krajine in ekosistema do populacij, organizmov, organov in celice. Sistemi nižje ravni so med seboj dejavno povezani v sistemu višje ravni, kot so na primer celice v organizmu, organizmi v ekosistemu in ekosistemi v ekosferi. Predmet proučevanja ekologov so večji sistemi; to so vrste, populacije, ekosistemi ter njihova umeščenost v krajini. Krajina združuje med seboj na določenem območju povezane ekosisteme, vključno z elementi, ki jih je naredil človek.





a



a



b



c



c

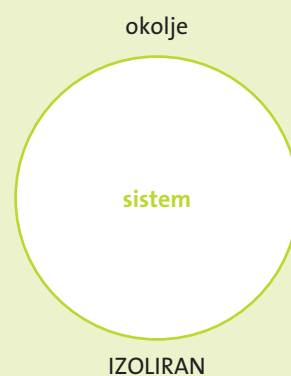
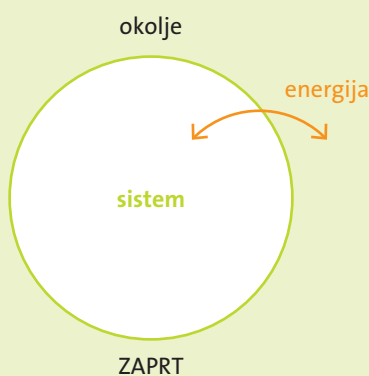
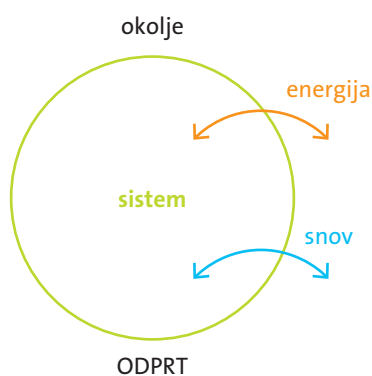
Biom je višja raven od ravni ekosistema in krajine.

Biom je območje Zemlje z značilnimi klimatskimi in talnimi razmerami, kjer so se razvile značilne življenjske združbe, kot so tropski deževni gozd, savana, puščava, listopadni gozd, borealni gozd (tajga) in tundra. Največji biološki sistem je planet Zemlja s celotno **biosfero**, tj. **ekosfera**. **Ekosfera** vključuje vsa živa bitja na Zemlji, njihova medsebojna razmerja in njihovo povezavo s pedosfero, litosfero, hidrosfero in atmosfero. Beseda **pedosfera** izvira iz grških besed *pedon*, ki pomeni tla, in *sphaira*, ki pomeni krogla. Je najbolj zunanja plast Zemlje in jo tvorijo tla, ki v nemotenih razmerah nenehno nastaja. Beseda **litosfera** izvira iz grških besed *lithos*, ki pomeni kamen, in *sphaira*. Je trdna lupina planeta ter vključuje zemeljsko skorjo in zgornji del plašča. Beseda **hidrosfera** izvira iz grških besed *hudor*, ki pomeni voda, in *sphaira*. Vključuje vso vodo, ki jo najdemo pod in nad površino planeta ter na njem. Celotna masa Zemljine hidrosfere je 1.4×10^{18} t, kar predstavlja 0,023 odstotka celotne zemeljske mase. Beseda **atmosfera** izvira iz grških besed *atmos*, ki pomeni hlapljivo snov, in *sphaira*. Atmosfera ali ozračje je plinasta plast, ki obdaja Zemljo in obstaja zaradi Zemljine gravitacije.

Cerkniško jezero je zaradi vsakoletnega presihanja ekosistem, kjer živijo organizmi, ki so dobro prilagojeni na spremembe vodostaja (a). Eden od takih organizmov je vodna dresen. Gradi lahko obsežne sestoje, ki uspevajo, tudi ko voda odteče (b). Vodna dresen ima rožnato obarvana socvetja. Ta se navadno razvijajo le pri rastlinah, ki rastejo v vodi (c).

Zakaj smo ljudje razvili koncept sistema?

Sistem je abstrakcija dejanskega sveta. Ljudje smo razvili **koncept sistema**, da bi lažje razumeli dogajanje okoli sebe. Tako na primer govorimo o pravnem, izobraževalnem, družbenem in zdravstvenem sistemu. Deli sistema so med seboj usklajeni in povezani tako z vidika zgradbe kot tudi delovanja. Za delovanje sistema je potrebna gonilna sila ali vir energije. Sistemi so lahko popolnoma ločeni od širšega okolja (izolirani), zaprti ali odprti. Ločenost pomeni, da ni izmenjave ne snovi ne energije z okoljem. Tak sistem je na primer toplotno izolirana posoda. Za zaprt sistem je značilna izmenjava energije. Primer zaprtega sistema je osvetljen akvarij, v katerega ne posegamo. Ne nazadnje je zaprt sistem tudi Zemlja, saj je snovna izmenjava z vesoljem neznatna. V odprtih sistemih poteka tako snovna kot energijska izmenjava. Primer odprtih sistemov so biološki sistemi (→ I, Celica kot energijski sistem). Biološke sisteme poganja energija sonca ali energija, shranjena v kemijskih vezeh. Vsaka sprememba v količini dostopne energije se odraža v delovanju sistema.



Shema različnih sistemov. Sisteme glede na izmenjavo snovi in energije delimo na izolirane, zaprte in odprte.

Ali poznamo svoje domovanje?



Za intenzivno kmetijsko pridelavo so značilne obsežne kmetijske površine z enovrstnimi kulturami (monokulturami).

Ko kupimo novo napravo ali pripomoček, se najprej lotimo branja navodil, da bi kupljeno pravilno uporabljali in ne bi česa pokvarili. Tudi ko pridemo v neko delovno okolje, se poskušamo naučiti vse o tamkajšnjih delovanju in mehanizmi, ki omogočajo uspešno in nemoteno delo. Ljudje smo del biosfere in vse, kar za življenje potrebujemo, dobimo iz narave. Samoumevno bi bilo, da bi imeli izvrstna navodila za gospodarjenje na planetu ter bi zgradbo in delovanje svojega planeta res dobro poznali. Pa je tako?

Ljudje (*Homo sapiens*) smo le ena od milijonov vrst na Zemlji. Pojavili smo se šele pred približno 200.000 leti, kar je kratko obdobje za preverjanje uspešnosti vrste. Naši predniki so večji del svoje zgodovine preživeli v tesni povezanosti z naravo. Zato so morali dobro

poznati svoje neposredno okolje ter rastline in živali, s katerimi so sobivali in so bile vir hrane. Bivanje naših prednikov v okolju ni puščalo znatnih sledov. Ti so postajali opaznejši, ko so praljudje začeli uporabljati ogenj in druga orodja za spreminjanje svojega okolja. Znanje je postajalo čedalje pomembnejše, saj se je vpliv na okolje povečeval, zakonitosti narave pa se niso spremenile. Pred 12.000 leti se je začelo razvijati **kmetijstvo**, ki je v naravo prinašalo vse več sprememb. Ljudje so si začeli prisvajati obsežna območja, kjer smo uničili življenjske združbe, zato da bi na površini zasadili eno samo vrsto kulturnih rastlin in si pridelali hrano. Negativni učinki na naravo so bili veliki, vendar tedaj še prostorsko omejeni. Z naraščanjem svetovnega prebivalstva je naraščal tudi človekov vpliv. Več ljudi je potrebovalo več hrane, za kar je bilo potrebnih več kmetijskih površin.

Hkrati so se dogajale tudi družbene spremembe. Delitev dela in naseljevanje v mestih sta povzročila, da so ljudje izgubili neposreden stik z naravo. Največje spremembe je prinesla **industrijska revolucija**, ki je še povečala možnosti za kmetijsko obdelavo.

Kljub neprestanemu povečevanju izkoriščanja in obremenjevanja narave, se je postopoma izgubljalo poznavanje naravnih zakonitosti in zavedanje pomena narave za preživetje človeške populacije. Danes spet iščemo pot do tega življenjsko pomembnega znanja. Izsledki ekološke znanosti prinašajo nova znanja o mehanizmi, ki poganjajo procese v naravi. Odkrivajo naše napake in stranpote, ki so pripeljale do današnje spremenjenosti planeta. Govorijo o naši odvisnosti od narave. Človeško vrsto postavljajo ob bok drugim vrstam kot enako med enakimi. Izsledki ekološke znanosti so abeceda »univerzalnega jezika«, ki nam omogoča »branje« in preudarno rabo dobrin iz narave, zato je učenje ekologije učenje za življenje.

Izsledki ekologije so izhodišče uporabnim znanostim

Ekološko znanje je izhodišče za trajnostno in preudarno gospodarjenje z ekosistemi in naravnimi viri ter za varovanje okolja in ohranjanje narave. Spremembe, ki potekajo na našem planetu, kot so rast prebivalstva, zmanjševanje biotske pestrosti ter spreminjanje in uničevanje habitatov, so zahtevale razvoj novih področij raziskav. Ta poleg ekologije vključujejo še ekonomijo, sociologijo, antropologijo, filozofijo, kemijo in še nekatere uporabne (aplikativne) znanosti. Tako so se razvili **ohranitvena (varstvena) biologija, varstvo okolja in narave, krajinska ekologija, gospodarjenje z ekosistemi**. Izsledki ekološke znanosti so prinesli tudi nova spoznanja za načrtovanje dejavnosti v **gozdarstvu** in **kmetijstvu** ter prinašajo pomembna izhodišča za **biotehnologijo**.



Pridelovalne površine so lahko tudi manjše in pestrejše.



KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Ekologija je znanstveno področje biologije. Znanstvenik, ki deluje na področju ekologije, je ekolog. Namen ekologov je proučiti ter razložiti vzorce porazdelitve in bogastva živih organizmov, odnose med živimi organizmi in okoljem (živim in neživim) ter njihove prilagoditve na razmere, v katerih živijo.
- ☞ Ekologija ima v biološki znanosti povezovalno vlogo. Združuje in nadgrajuje znanja različnih področij biologije in sorodnih znanosti.
- ☞ Predmet proučevanja ekologov so ekosistemi, populacije in vrste.
- ☞ Izsledki ekološke znanosti prinašajo nova znanja o mehanizmih, ki poganjajo procese v naravi. Odkrivajo vzroke, ki so pripeljali do današnje spremenjenosti planeta. Človeško vrsto postavljajo ob bok drugim vrstam kot enako med enakimi. Izsledki ekološke znanosti so abeceda »univerzalnega jezika«, ki nam omogoča »branje« in preudarno rabo narave, zato je učenje ekologije učenje za življenje.
- ☞ Ekološko znanje predstavlja izhodišče za trajnostno in preudarno gospodarjenje z ekosistemi in naravnimi viri ter za varovanje okolja in ohranjanje narave.
- ☞ Izsledki ekološke znanosti so temelj uporabnih znanosti, kot so ohranitvena biologija, varstvo okolja in narave, krajinska ekologija ter gospodarjenje z ekosistemi. Prinašajo tudi nova spoznanja za načrtovanje dejavnosti v gozdarstvu in kmetijstvu ter pomembna izhodišča za biotehnologijo.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj je ekologija?
2. Kako je ekologija povezana z drugimi znanostmi?
3. Kaj je sistem in kakšne sisteme poznate?
4. Katere ravni živih sistemov preučuje ekologija?
5. Zakaj je pomembno, da poznamo značilnosti okolja, v katerem živimo, in razumemo, kako to okolje deluje?
6. Katere uporabne znanosti izhajajo iz izsledkov ekologije?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Povprašajte sosede in prijatelje, kaj jim pomeni beseda ekologija.
- Primerjajte značilnosti naravne krajine s krajino, ki jo je spremenil človek. Katere so poglobitve razlike?
- Opazujte in opredelite značilnosti različnih ravni živih sistemov: na primer mravlje, mravljišče, gozd.
- Kakšni živi sistemi, glede na povezanost s širšim okoljem, so organizem, ekosistem in Zemlja?
- Kakšen živi sistem je človek? Od kod prihajajo snovi in energija, ki nam omogočajo življenje?



Organizmi v okolju

Predstavljajte si morsko obalo sredi poletja. Sonce neusmiljeno pripeka. Poleg koristne svetlobe prihaja do biosfere tudi škodljivo ultravijolično (UV) sevanje. Zrak trepeta zaradi vročine. Od zadnjega dežja je že dolgo. Če se ozremo naokoli, živali skoraj ne vidimo, vsaj tistih ne, ki se lahko premikajo. Primorske kuščarice, ki so se v jutranjem soncu grele na kamnitem zidu, so izginile. Celo žuželk ni več videti. Tu in tam nas preleti galeb. Tudi v osušenem pasu ob morju so ostale predvsem živali, ki so pritrjene. Na skalah najdemo breženke, prilepke, pa drobne rakce vitičnjake, ki so varno skriti v svojih trdnih oklepih. Tu in tam lahko vidimo obrežno mokrico, ki pa hitro izgine. Ostale so le rastline; obmorski oman, koprc, osočniki s sočnimi stebli in mrežica z listi, na katerih se lesketajo kristali soli. Nedaleč od morja, za skalami, rastejo lesnate rastline (borovci in raznovrstno vednozeleno grmičje) in trava, ki že zdavnaj ni več zelena.

Okolje ni samo to, kar
nas obdaja, ampak celota
življenja, v katerega smo
vpeti.

Mose Richards,
ameriški pisatelj





Bivališče vrste je habitat

Okoljski dejavniki in viri

Strpnostno območje organizma prikažemo s strpnostno krivuljo

Prilagoditve organizma ali adaptacije

- Prilagojenost organizmov vpliva na uspešnost razmnoževanja
- Obseg strpnosti organizma do določenega dejavnika se lahko spreminja

Ključni pojmi

*adaptacije
aklimatizacija
dejavniki okolja
fenotipska gnetljivost
habitat
poteza
strpnostna krivulja*



Volkovi potrebujejo obsežno območje za svoje bivanje. Teritorij tropa volkov obsega od 100 do 1000 km².



Nekatere rastline imajo za habitat druge rastline. Imenujemo jih priraslike ali epifiti. Mednje sodijo številne cvetnice, na primer nekatere orhideje in ananasovke, pa tudi nekatere praproti in alge.

Habitatni tip

Danes se v povezavi z ohranjanjem narave pogosto uporablja tudi besedna zveza **habitatni tip** (tip življenjskega prostora). Habitatni tip je biotopsko ali biotsko značilna in prostorsko zaključena enota ekosistema. Primeri habitatnih tipov so gorski bukov gozd, obrečno vrbovje, trstičje in intenzivno gojeni travnik.

Bivališče vrste je habitat

Habitat je življenjski prostor vrste, kjer okoljske razmere omogočajo njeno preživetje in razmnoževanje. Zato posamezne vrste najdemo večinoma v okoljih, ki so najbližje njihovim potrebam. Širši pojem je **življenjski prostor** ali **biotop**, ki pomeni bivališče skupine organizmov (življenjske združbe) s podobnimi okoljskimi potrebami. Na primer različne vrste trav najdemo v različnih habitatih. Habitat modre stožke je mokrotni travnik in barje medtem ko navadna kostreba poseljuje njive, groblje in robove poti.

Volk ni vezan le na en habitat. Poleg gozdov je njegov habitat tudi krajina, ki je mozaik travnikov in gozda, kjer se zadržuje tudi jelenjad in srnjad, ki sta njegov pomemben plen.



Habitat so lahko tudi priraslike same. V rozeti ananasovke se nabira voda, v kateri se je razvila enostavna življenjska združba.



Okoljski dejavniki in viri

Dejavniki okolja ali okoljski dejavniki so vsi dejavniki, ki delujejo na žive organizme na določeni lokaciji. Delimo jih na nežive (abiotske) in žive (biotske). **Neživi** ali **abiotski dejavniki** so fizikalne in kemijske danosti okolja, kot so svetloba ali vidno sevanje, UV-sevanje, temperatura, neorganske snovi, pH in medij (osredje), ki obdaja organizem. **Živi** ali **biotski dejavniki** so vsi znotrajvrstni in medvrstni odnosi (na primer tekmovanje, plenilstvo, mutualizem), ki so posledica sobivanja organizmov. Snov, ki obdaja telo organizmov, je **medij** (osredje). Za večino organizmov je medij zrak ali voda, lahko pa so medij tudi tkiva ali telesne tekočine organizmov. **Podlaga** ali **substrat** je površina, na katero so organizmi prirasli ali pa se po njej gibljejo. **Viri** so dobrine, ki organizmu omogočajo rast, razvoj in razmnoževanje. Osnovni viri so različni za primarne proizvajalce in potrošnike. Medtem ko so osnovni viri za rastline svetloba, ogljikov dioksid in mineralne hranilne snovi, so organske snovi osnovni vir za živali. Vir, ki je nujen za vse organizme, je voda.

Lastnosti medija vplivajo na lastnosti organizmov.

Zaradi razlik v lastnostih vode in zraka sta ti dve osredji ekološko zelo različni, kar se kaže v prilagoditvah organizmov. Fizikalne in kemijske lastnosti osredja, skupaj z biološkimi danostmi organizma, vplivajo na zgradbo in oblikovanost telesa. Zanimiva je primerjava kopenskih in vodnih rastlin. Vodne rastline so gibke, z malo ali brez opornega tkiva in imajo zelo tanke ali drobno razcepljene liste, ki so navadno brez listnih rež. V tkivih imajo sistem zračnih prostorov (prezračevalno tkivo ali aerenhim), ki poveča vzgon rastline in omogoča ugoden položaj v vodnem stolpcu. Skozi tanko povrhnjico sprejemajo pline, nekatere vrste pa celo mineralna hranila, raztopljena v vodi, zato je koreninski sistem slabo razvit. Kopenske rastline se zelo razlikujejo od vodnih. Imajo dobro razvita oporna tkiva, ki jim omogočajo, da stojijo pokonci. Listi imajo bolj ali manj debelo povrhnjico s kutikulo in listne reže, skozi katere poteka izmenjava plinov. Pomembna prilagoditev kopenskih rastlin je dobro razvit koreninski sistem, ki omogoča pritrditev in uspešen privzem vode in mineralnih hranil.

Klasasti rmanec ima drobno deljene liste, ki mu omogočajo uspešen privzem plinov in delno tudi mineralnih hranil. V stebli ima tudi dobro razvit sistem zračnih prostorov, ki povečujejo vzgon rastline. Cvetove razvije nad vodno površino.



Podlaga, po kateri se giblje organizem, je lahko tudi voda.

Vodni drsalci, ki jih uvrščamo med stenice, se prehranjujejo z majhnimi organizmi, ki jih lovijo na vodni gladini ali tik pod njo. Premikanje po vodni površini jim omogoča površinska napetost vode. Njihove noge in trup poraščajo drobne dlačice, med katere se ujame zrak, zunanje ogrodje pa je prekrito z vodoodbojnim voskom. Prvi in zadnji par nog služita za ohranjanje ravnovesja, srednji par pa za odrivanje.



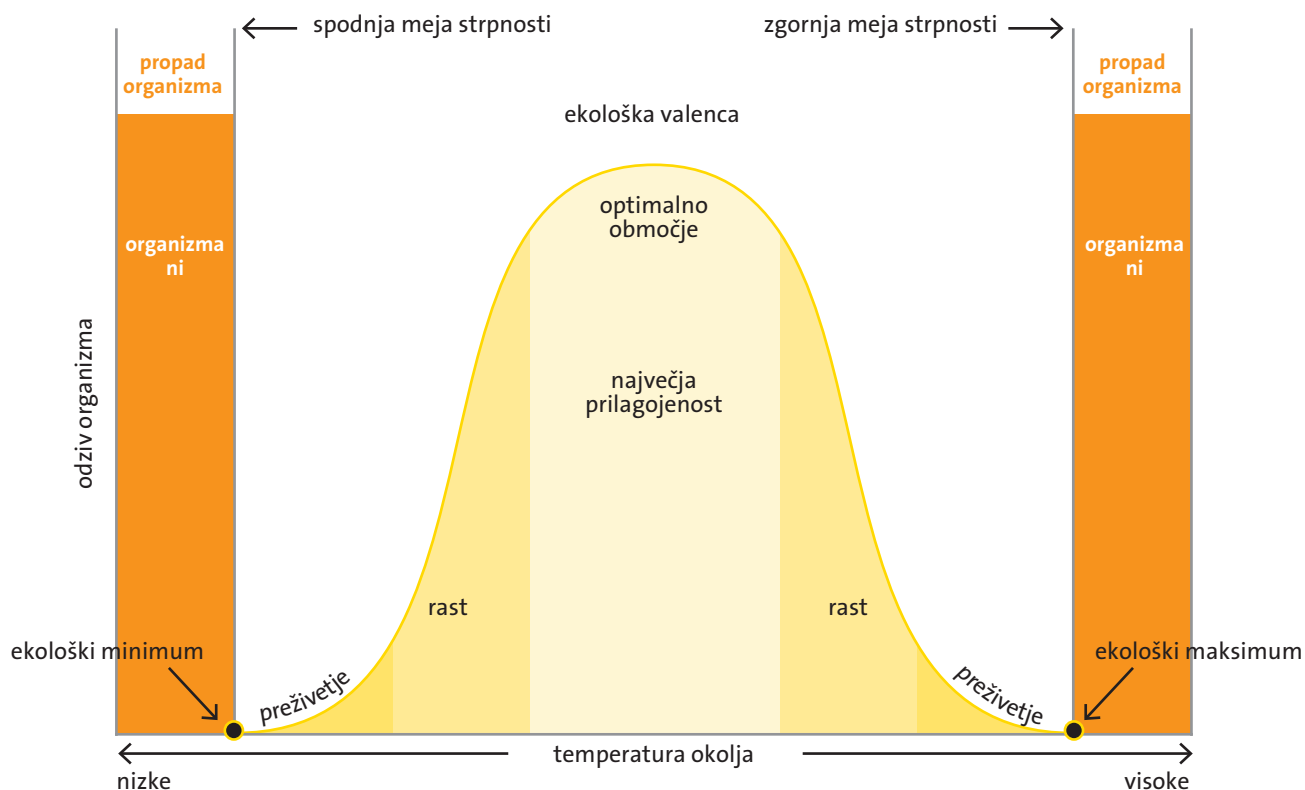
Zunanje in notranje okolje organizma se razlikujeta.

Organizem je živ sistem, ki se odziva na dražljaje iz okolja, raste in se razmnožuje. Beseda izvira iz grške besede *organon*, kar pomeni inštrument. Zunanje okolje organizma se lahko močno dnevno in sezonsko spreminja, medtem ko notranje okolje ostaja bolj ali manj enako. Vzdrževanje stalnosti notranjega okolja v spremenljivem zunanjem okolju imenujemo **homeostaza** (→ II, Kaj je življenje). Organizem vzdržuje homeostazo, tako da zaznava spremembe v okolju in se nanje odziva z morfološki, fiziološkimi in biokemijskimi spremembami ter z različnimi vzorci vedenja.

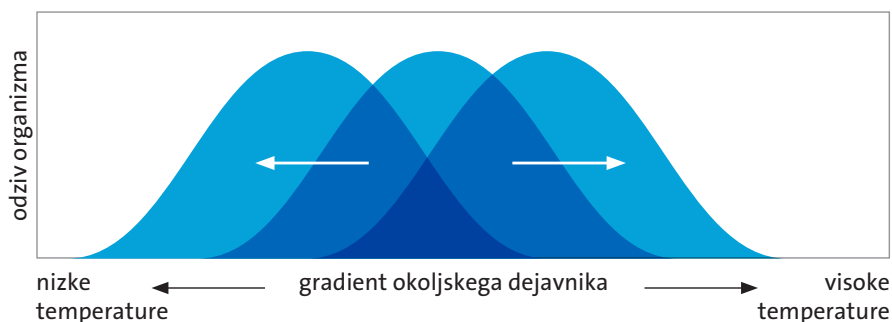
Strpnostno območje organizma prikažemo s strpnostno krivuljo

Organizmi v okolju večinoma živijo v razmerah, kjer je nečesa preveč (na primer soli, vode, svetlobe), ali premalo (na primer vode, svetlobe, kovin). Prilagojenost organizmu omogoča, da preživi v določenem območju gradienta okoljskega dejavnika. To imenujemo **strpnostno območje**. Strpnostno območje organizma do določene okoljskega dejavnika lahko grafično prikažemo s **strpnostno krivuljo**. Na osi x je okoljski dejavnik, medtem ko je na osi y dejavnost organizma. Osrednji del krivulje je optimalno območje okoljskega dejavnika, kjer ima organizem največji odziv in se uspešno razmnožuje. Levo in desno od optimuma sta območji, kjer organizem raste in se razvija, vendar se ne razmnožuje. Skrajna dela krivulje predstavljata meje preživetja organizma.

Na sliki je primer strpnostne krivulje organizma glede na okoljske temperature.



Uspešnost organizma ali skupine organizmov v danem okolju je odvisna od vseh dejavnikov okolja. Dejavnik, ki se po obsegu približuje meji strpnosti organizma ali jo celo presega, je omejujoči dejavnik. Obseg spreminjanja določenega okoljskega dejavnika, v katerem obstaja določena vrsta, je ekološka valenca. Ekološki optimum je obseg določenega okoljskega dejavnika, v katerem življenjski procesi nemoteno potekajo. Meje delovanja organizma v okviru določenega okoljskega dejavnika predstavljata ekološki minimum in maksimum.



Strpnost organizma se spreminja glede na okoljske razmere. Krivulje prikazujejo obseg dejavnosti organizma v različnih okoljskih razmerah.

Prilagoditve organizma ali adaptacije

Meje strpnosti organizmov so odvisne od njihove prilagojenosti na okoljske danosti. Posamezne vrste imajo različne vedenjske, morfološke, biokemijske in fiziološke lastnosti, ki se ohranjajo in spreminjajo v procesu evolucije. Te lastnosti omogočajo ali povečajo organizmom možnost preživetja v določenem okolju, pod vplivom različnih živih in neživih dejavnikov. Imenujemo jih prilagoditve ali **adaptacije**. Prilagoditve povečajo strpnost do dejavnikov okolja (na primer sevanja, temperature, vlažnosti, slanosti, vetra, paše), izboljšajo izrabo virov (sevanja, vode, mineralnih hranil) in odnos organizma do drugih organizmov (na primer partnerjev, zajedavcev in plenilcev). Delovanje različnih okoljskih dejavnikov v ekosistemu je lahko sinergistično ali pa nasprotno, zato so dejanske prilagoditve organizma **kompromis** odzivov na posamezne dejavnike.

V kolikor en okoljski dejavnik ni optimalen za razvoj organizma, se strpnost tudi za druge lahko zmanjša. Na primer, če rastlina, ki sicer uspeva na odprtih rastiščih, raste v senci, bo bolj občutljiva na okužbe, kar bo prizadelo njeno rast. Pogosto se tudi zgodi, da organizmi v naravi ne živijo v okviru optimuma določenega okoljskega dejavnika, ker jim drugi dejavniki to preprečujejo. Tak dejavnik je tudi prisotnost vrst, ki so uspešnejše pri izkoriščanju virov. Nekatere rastlinske vrste, ki rastejo na mineralno revnih tleh, bi lahko živele na bogatejših, vendar le v odsotnosti vrst, ki rastejo na mineralno bogatih tleh, ki rastejo hitreje, saj bi jih te izpodrinile.

Razmere v naravi so pogosto neugodne za organizme.



V poletnem času, posebno opoldne, so razmere v naravi lahko zelo neugodne. Organizmi so izpostavljeni različnim omejitvam, kot so pomanjkanje vode, visoke temperature, povečano sevanje UV, ob morju pa vse skupaj spremlja še povečana slanost. Pa vendar je tudi v takšnih razmerah prisotno življenje. Vrste, ki se lahko premikajo, si v neugodnih razmerah poiščejo zavetje v ugodnejšem okolju, medtem ko morajo pritrjeni organizmi opraviti z vsemi težavami, ki so prisotne na mestu njihovega bivanja. Posebno izpostavljene so rastline, katerih življenje je odvisno od svetlobe. Sončevo sevanje (→ I, Fotosinteza) je po eni strani njihov osnovni vir energije, po drugi strani pa jih prekomerno segreva, kar pomeni večjo izgubo vode. Povzroča tudi poškodbe, saj poleg koristnih fotonov vidne svetlobe vsebuje še škodljive fotone UV-B in UVA. Zato imajo rastline različne načine (na primer zapiranje listnih rež, zvijanje listov), izgrajujejo različne snovi (snovi, ki prestrezajo škodljivo sevanje UV-žarkov, različna barvila, antioksidante in encime), kopičijo vodo in različne druge snovi v tkivih, da omilijo ali preprečijo poškodbe. Določeni mehanizmi zaščitne so splošni. Omogočajo blaženje in premagovanje različnih omejitev okolja, kot na primer odebeljena kutikula (→ II, Zaščita pred zunanjimi dejavniki) in nastanek antioksidantov (na primer vitamina C). Drugi delujejo ciljno in ublažijo delovanje določenega dejavnika. To so na primer mehanizmi za uravnavanje količine soli pri rastlinah slanih rastišč ali slanušah.

Prilagojenost organizmov vpliva na uspešnost razmnoževanja



Presihajoče Cerkniško jezero je pravi raj za dvoživke. Na območju jezera se pogosto pojavljajo krastače. Te imajo za obrambo strupne žleze. Strup človeku ni nevaren. Kot uspešne plenilke so zelo koristne. Jeseni poiščejo prezimovališče in v nedejavnem stanju prezimijo.

Vsesplošno prilagojenost (fitnes) osebkov na okoljske razmere merimo z uspešnostjo razmnoževanja (→ III, Kako se živi svet množi in kakšne so posledice). Poglejmo si populacijo osebkov določene vrste, ki živi v določenem okolju; na primer populacijo volkov v dinarskih gozdovih. Osebkovi imajo različne podedovane lastnosti. Nekateri so manj uspešni in ne preživijo mladostnega obdobja, drugi dosežejo zrelost, pa nimajo potomcev, tretji imajo številne potomce. Preživetje osebkov je tesno povezano z njihovimi lastnostmi, ki jim olajšajo preživetje v določenih razmerah. Tudi med osebki, ki imajo potomce, obstajajo razlike v številu potomcev. K celotnemu genskemu skladu populacije bodo najbolj prispevali osebki, ki se bodo najuspešnejše razmnoževali. To pomeni, da v procesu naravnega izbora v danih okoljskih razmerah preživijo za življenje najbolj prilagojeni osebki. Prilagojenost je najbolj učinkovita v okolju, kjer se razmere v času postopno spreminjajo. Manjše spremembe organizmi lahko premostijo, v zelo spremenljivem in nepredvidljivem okolju pa je prilagajanje oteženo ali celo nemogoče. Na območjih, kjer so spremembe posledice menjave letnih časov ali naravnih motenj, kot so požari in poplave, v življenjskih

združbah prevladujejo organizmi z življenjskimi strategijami, ki jim omogočajo preživetje v takšnih razmerah. Pomembno je, da organizmi ključne dele svojega razvoja opravijo v zanje ugodnem delu leta. To pomeni, da morajo biti njihovi življenjski krogi usklajeni s spremembami v okolju. V skrajnih razmerah so uspešnejše vrste, ki se neugodnim razmeram izognejo ali so do njih strpne. Pri rastlinskih vrstah sta načina izogibanja neugodnim razmeram, kot so na primer nizke temperature in suša, listopadnost in začasno zmanjšanje presnove (dormanca). Zmanjšana presnovna dejavnost pa omogoča preživetje neugodnih razmer tudi številnim vrstam živali, kot so na primer plazilci, dvoživke, nekateri glodavci, žužkojedi (netopirji in ježi) pa tudi medvedi. Na območjih, kjer vladajo skrajne in nepredvidljive razmere, je številčnost vrst zelo nizka ali življenja celo ni. Neuspešnost in celo izginotje vrst pa povzročijo tudi hitre in obsežne spremembe okolja.

Presnova črnih medvedov se pozimi zmanjša na četrtno.

Prava uganka za znanstvenike so črni medvedi na Aljaski. Med zimskim spanjem se jim običajna telesna temperatura, ki je približno 37 °C, zniža za pet do šest stopinj, medtem ko se njihova presnova zmanjša na četrtno. Čeprav v takšnem stanju prebijejo od pet do sedem mesecev, se medvedi ne hranijo in tudi ne izločajo. Telesna temperatura rjavih medvedov se v času hibernacije zniža le za 2 °C.

Medvedi nimajo pravega zimskega spanja in se ob višjih temperaturah ali zunanjih motnjah hitro prebudijo. Njihovo zimsko spanje je samo posebna oblika stradanja. Samica v tem času skoti svoje mladiče.

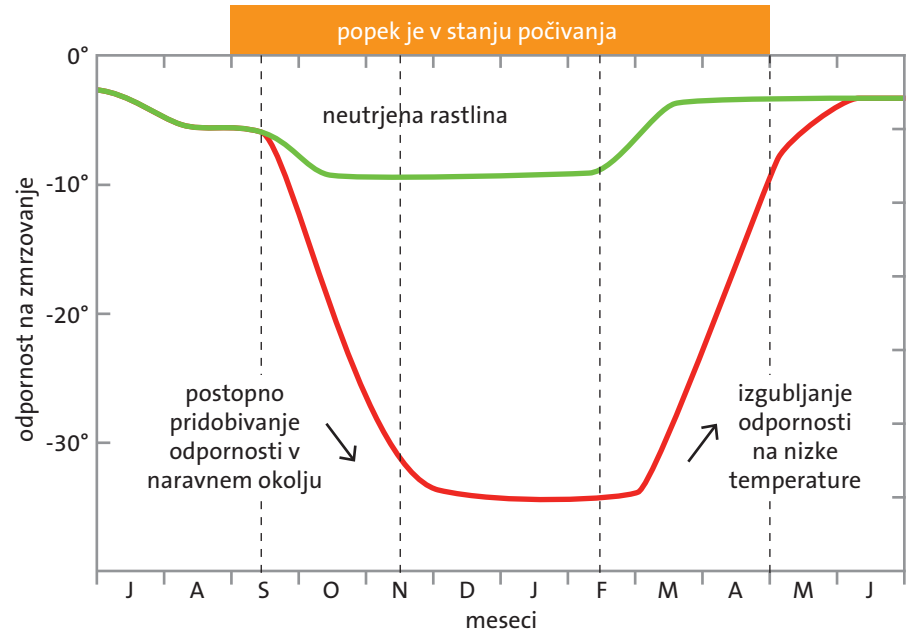
Obseg strpnosti organizma do določenega dejavnika se lahko spreminja

Obseg strpnosti organizmov do določenega okoljskega dejavnika ni vedno enak. Nekaterim vrstam se obseg strpnosti sezonsko spreminja. Take spremembe so v povezavi s temperaturo ugotovili pri številnih lesnatih rastlinah, na primer pri jablani. Pozno jeseni se začne odpornost dreves na nizke temperature postopno povečevati, spomladi pa se spet zmanjša. Poleti se poveča njihova odpornost na visoke temperature. Povečanje odpornosti je postopno in lahko traja mesec dni ali celo več. Postopnemu povečevanju odpornosti rečemo utrjevanje. Nenadno znižanje temperature v obdobju, ko rastline niso utrjene, lahko pripelje do poškodb tkiv ali propada rastlin. Obseg povečevanja odpornosti je mogoč samo v mejah genskih danosti organizma oziroma v okviru njegove prilagojenosti. Tak fenotipski odziv osebkov na spremenjene ali spreminjajoče razmere v okolju imenujemo **aklimatizacija**.

Listavci v razmerah zmerne podnebja odvržejo liste in se na ta način izognejo neugodnim posledicam nizkih temperatur in snega.



Polh prezimi v skalnih razpokah ali med koreninami večjih dreves. Pogosto se zateka tudi v stavbe, še posebej v podstrešne sobe in skednje. Med hibernacijo lahko izgubi tudi do 50 odstotkov telesne teže na račun podkožne tolšče. Njihova telesna temperatura močno upade. Je zelo teritorialna žival.



Organizmi se lahko v različnem času sezone s postopnim utrjevanjem aklimatizirajo na spremenjene okoljske razmere. Na sliki vidimo spreminjanje odpornosti na nizke temperature med letom pri popkih jablane. Ko se popki odprejo, se odpornost cvetov na nizke temperature močno zmanjša.



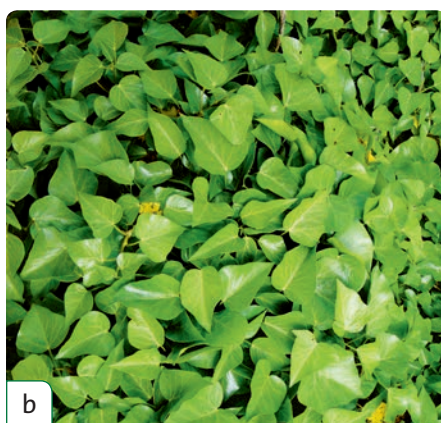
Pri nekaterih vrstah vodne zlatice se razvijejo različne oblike listov, ki so različno deljeni. Dvakrat deljeni listi plavajo na vodni površini, medtem ko so vodni listi potopljeni v vodi in imajo tanke roglje.

Aklimatizacija omogoča vzpostavitev homeostaze (→ II, Kaj je življenje) v združbi. Tak primer je prilagojenost različnih rastlin na svetlobne razmere v gozdnem sestoju, kjer količina svetlobe od vrha krošnje do gozdnih tal hitro upade. Kljub različnosti okoljskih danosti pa večina rastlin optimalno izkoristi svetlobo in doseže svojo najvišjo možno fotosintezno dejavnost. Pri nekaterih vrstah, ki živijo v okolju, kjer se določen okoljski dejavnik močno spreminja, se pri istem osebku pojavijo celo različne oblike listov (heterofilija). Primer so drevesne vrste, kjer se listi na vrhu krošnje razvijajo v drugačnih sevalnih razmerah kot listi na dnu krošnje in so zato debelejši, manjši, z večjim številom manjših listnih rež. Proces aklimatizacije vodi do različnih potez organizma. Poteza je fenotipska (→ I, Vzorci dedovanja) različica določene lastnosti organizma in je odvisna od razmer, v katerih se razvija organizem. Različni osebki v populaciji imajo lahko različne poteze.

Različnost fenotipov (različnost potez osebkov) je temelj naravnega izbora. Naravni izbor poteka na ravni osebka. Do naravnega izbora pride, če imajo osebki z različnimi potezami različno število potomcev, prav zaradi teh potez. Do evolucije zaradi naravnega izbora pride, kadar se te poteze dedujejo. Rezultat naravnega izbora se lahko meri z ugotavljanjem razlik med osebki različnih generacij

populacije. Naravni izbor se odraža na različne načine. Osebki lahko postanejo bodisi bolj specializirani, da čim bolje izrabijo okoljske danosti, bolj fenotipsko gnetljivi (plastični), da lahko spreminjajo svoje poteze glede na okoljske danosti ali pa vsi osebki v populaciji težijo k določenemu fenotipu, ki je razmeroma uspešen v določenem okolju.

Fenotipska gnetljivost (plastičnost) je zmožnost organizma (genotipa), da omogoči razvoj različnih fenotipov z različnimi potezami, kot odziv na različne okoljske razmere. Okolje lahko vpliva na izraznost genov ali pa neposredno na rast. Bolj fenotipsko gnetljive (plastične) so navadno vrste, ki živijo v spremenljivem okolju.



Bršljan lahko razvije različne oblike listov, kar mu omogoča preživetje v različnih svetlobnih razmerah. Mlade rastline bršljana se navadno plazijo po tleh, kjer je senca, in imajo majhne tanke krpate liste (a). Ko se rastlina razrašča in vzpenja po zidu ali deblu drevesa, ima na voljo čedalje več sevanja. Zato razvije drugačne liste, ki so debelejši, srčasti in imajo debelo kutikulo (b). Novorazviti listi so bolj zaščiteni pred močnejšim sevanjem, prekomerno izgubo vode ter imajo večjo zmožnost prestrezanja fotonov in vezave ogljikovega dioksida. Senčne rastline se razmnožujejo le vegetativno, cvetijo pa le sončne rastline (c).

Obseg strpnosti vrste

Strpnostno območje vrste opredelimo s predponami **steno-** (ozko območje strpnosti), **evri-** (široko območje strpnosti) in **oligo-** (nizke vrednosti dejavnika), **poli-** (visoke vrednosti dejavnika), nanašanje na razmere pa s končnicami **-termni** (toplota), **-hidri** (količina vode), **-halini** (slanost), **-fagi** (prehrana), **-foti** (svetloba), **-eki** (domovanje). Na primer, če opredelimo organizem kot stenohalin, to pomeni, da prenese ozko območje slanosti; če ga opredelimo kot evriek, pa to pomeni, da je široko razširjen.



Nekatere rastlinske vrste se izogibajo premočni svetlobi tako, da sklopijo liste.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Habitat je življenjski prostor vrste, kjer okoljske razmere omogočajo njeno preživetje in razmnoževanje. Posamezne vrste najdemo v okoljih, ki so najbližje njihovim zahtevam.
- ☞ Dejavniki okolja so vsi dejavniki, ki delujejo na žive organizme na določeni lokaciji. Delimo jih na nežive in žive. Neživi dejavniki so fizikalne in kemijske danosti okolja, kot so svetloba ali vidno sevanje, UV-sevanje, temperatura, anorganske snovi, pH in medij, ki obdaja organizem. Živi dejavniki pa so vsi znotrajvrstni in medvrstni odnosi, ki so posledica sobivanja organizmov.
- ☞ Delovanje različnih okoljskih dejavnikov v ekosistemu je lahko sinergistično ali pa nasprotno, zato so dejanske prilagoditve organizma kompromis odzivov na posamezne dejavnike.
- ☞ Strpnost organizma do določenega okoljskega dejavnika lahko grafično prikazemo s strpnostno krivuljo. Dejavnik, ki se po obsegu približuje meji strpnosti organizma ali jo celo presega, je omejujoči dejavnik. Obseg spreminjanja določenega okoljskega dejavnika, v katerem živi določena vrsta, je ekološka valenca.
- ☞ Adaptacije so dedne vedenjske, morfološke, biokemijske in fiziološke lastnosti, ki so rezultat naravnega izbora in omogočajo ali povečajo možnost preživetja vrste v danih razmerah.
- ☞ Poteza je fenotipska različica določene lastnosti organizma in je odvisna od okoljskih danosti, v katerih se razvija organizem. Različni osebki v populaciji imajo lahko različne poteze. Vrste, ki živijo v spremenljivem okolju, imajo veliko fenotipsko gnetljivost.
- ☞ Različne okoljske razmere so botrovale veliki pestrosti oblik in potez, ki jih najdemo pri organizmih, ki danes naseljujejo naš planet. Iz potez posameznega organizma lahko razberemo, v kakšnih razmerah biva.
- ☞ Prilagojenost organizma merimo z uspešnostjo razmnoževanja, saj k celotnemu genskemu skladu populacije največ prispevajo osebki, ki se najuspešnejše razmnožujejo. To pomeni, da v procesu naravnega izbora v določenem okolju najbolj preživijo osebki z največjo prilagojenostjo. Prilagojenost je najbolj učinkovita v okolju, kjer se razmere v času postopno spreminjajo.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj je habitat?
2. Kaj je homeostaza in kako jo organizmi vzdržujejo?
3. Kaj lahko razberemo iz strpnostne krivulje?
4. Kaj so prilagoditve ali adaptacije?
5. Kakšen je ekološki pomen prilagojenosti organizma?
6. Zakaj lahko pomenijo hitre spremembe okoljskih danosti grožnjo za obstoj vrste?
Katere vrste so bolj ogrožene in zakaj?
7. Kaj je merilo učinkovitosti prilagojenosti organizmov na okoljske danosti?
8. Kaj organizmom omogoča preživetje v spreminjajočem se okolju?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Opreделите habitat lisice, vidre in poljske miši.
- Opreделите habitat črnega teloha, zvončka in lokvanja.
- Kako bi opisali habitat človeka?
- Kateri dejavniki okolja vplivajo na ljudi? Kateri so omejujoči dejavniki?
- Kakšna je fenotipska gnetljivost človeka?
- Ali se tudi ljudje aklimatiziramo na okoljske razmere? Naštejte nekaj primerov aklimatizacije.
- Opreделите obseg strpnosti človeka do različnih okoljskih dejavnikov.
- Naberite bršljan na različnih rastiščih in primerjajte liste. Opišite razmere na posameznih rastiščih (jakost svetlobe, vlažnost in temperatura zraka).



Okoljske razmere postavljajo meje organizmom

Bivanjske razmere v različnih okoljih našega planeta so zelo raznolike; od suhih in vročih puščav, slanih oceanov, ledenih območij Arktike in Antarktike do teme na globokomorskem dnu in manjše dostopnosti kisika visoko v gorah. Različne okoljske razmere so botrovale nepredstavljeni pestrosti oblik in potez organizmov, ki danes naseljujejo naš planet. Na podlagi videza posameznega organizma lahko razberemo, v kakšnih razmerah biva. Vsi neživi dejavniki, ki omejujejo organizme in vplivajo na njihovo delovanje, niso enako pomembni za vse skupine organizmov. Poglavitni neživi dejavniki, ki postavljajo meje organizmom, so sevanje, temperatura ter razpoložljivost vode in hranil. V tem poglavju bomo raziskali različne načine preživetja organizmov v različnih razmerah in spoznali lastnosti, ki jim to omogočajo. Te lastnosti se ohranjajo in se spreminjajo v procesu evolucije.

Narava nikoli ne prekrši
svojih zakonitosti.

Leonardo da Vinci (1452-1519),
italijanski renesančni arhitekt,
izumitelj, inženir, kipar in slikar

Življenje na Zemlji temelji na ogljikovih spojinah

- Fotorespiracija in rubisko
- Fotosinteza C4
- Fotosinteza CAM
- Sončevo sevanje ni samo vir energije

Organizmi potrebujejo za preživetje tudi ustrezne temperature

- Skrajne temperature postavljajo meje razširjenosti rastlin
- Živali s stalno in nestalno telesno temperaturo

Razpoložljivost vode in prilagoditve organizmov

- Poikilohidre in homoiohidre rastline
- Vednozelenost in listopadnost
- Prilagoditve živali na pomanjkanje vode

Spreminjanje okoljskih dejavnikov povzroča spremembe v pojavljanju številčnosti vrst

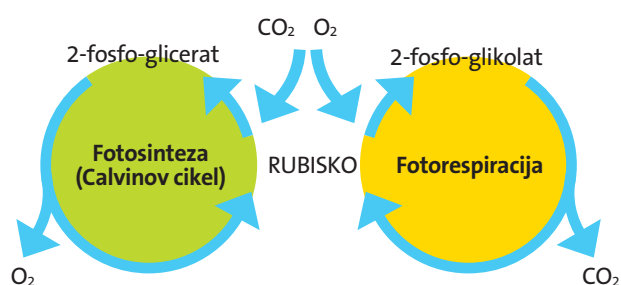
Ključni pojmi

*okoljski dejavniki
toplotno okolje
svetlobno okolje
razpoložljivost vode*

Življenje na Zemlji temelji na ogljikovih spojinah

Osnovne prilagoditve vseh organizmov so tiste, ki omogočajo privzemanje ogljika, saj življenje na Zemlji temelji na ogljikovih spojinah. Glede na način privzema ogljika organizme razdelimo v dve osnovni skupini, to so **avtotrofi** in **heterotrofi** (→ I, Fotosinteza; II, Oskrba s hranili). Slednji organske snovi, bogate z energijo, dobijo s hranjenjem z drugimi organizmi ali njihovimi ostanki. Avtotrofi pa ogljikov dioksid iz zraka ali vode vežejo v sebi lastne snovi v procesu fotosinteze. Zato je fotosinteza energijska in materialna osnova življenja na Zemlji. Zaradi nizke koncentracije CO_2 v ozračju (0,04 %) je njegov vnos v rastline obsežen proces, saj je za 1,47 grama CO_2 potrebnih kar 2500 litrov zraka. Učinkovito sprejemanje CO_2 omogočajo različne prilagoditve.

Fotorespiracija in rubisko



Če hočemo razumeti zgoraj omenjene prilagoditve, se moramo ozreti precej v preteklost. V zemeljski zgodovini, ko so se rastline razvijale, so bile koncentracije CO_2 v zraku precej višje kot danes in fotosinteza je potekala po enotnem načinu **fotosinteze C3** (→ I, Fotosinteza). Pri tem načinu se CO_2 veže neposredno v Calvinov cikel. Postopno zmanjšanje koncentracij CO_2 in povečevanje koncentracij O_2 v ozračju je bilo za rastline omejujoče, ker je kisik motil vezavo ogljikovega dioksida, saj je z njim tekmoval za **rubisko**, ključni encim temotne faze fotosinteze (→ I, Fotosinteza). Rubisko je okrajšava za zapleteno ime *ribuloza-bifosfat-karboksilaza/oksidaza*. Ime encima pove, da isti encim katalizira tako vezavo CO_2 kot tudi O_2 . Proces nezaželene vezave kisika je potekal in pri današnji sestavi ozračja (razmerjem med kisikom in ogljikovim dioksidom) še vedno poteka pri vseh rastlinah C3 vzporedno z vezavo ogljikovega dioksida v Calvinov cikel. Imenujemo ga **svetlobno dihanje** ali **fotorespiracija**, ker poteka na svetlobi, porablja kisik in sprošča CO_2 . Pri fotorespiraciji, drugače kot pri navadnem dihanju, ne nastaja ATP. Fotorespiracija v resnici delno izničuje učinke fotosinteze in je za rastlino energetsko potrošna.

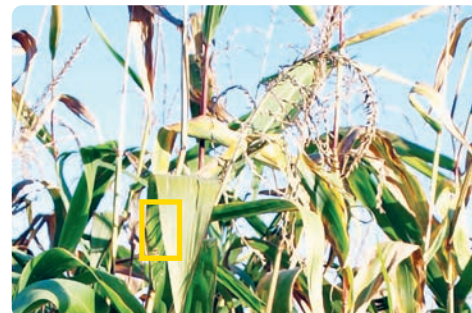


Ostrica je rastlina s fotosintezo C4.

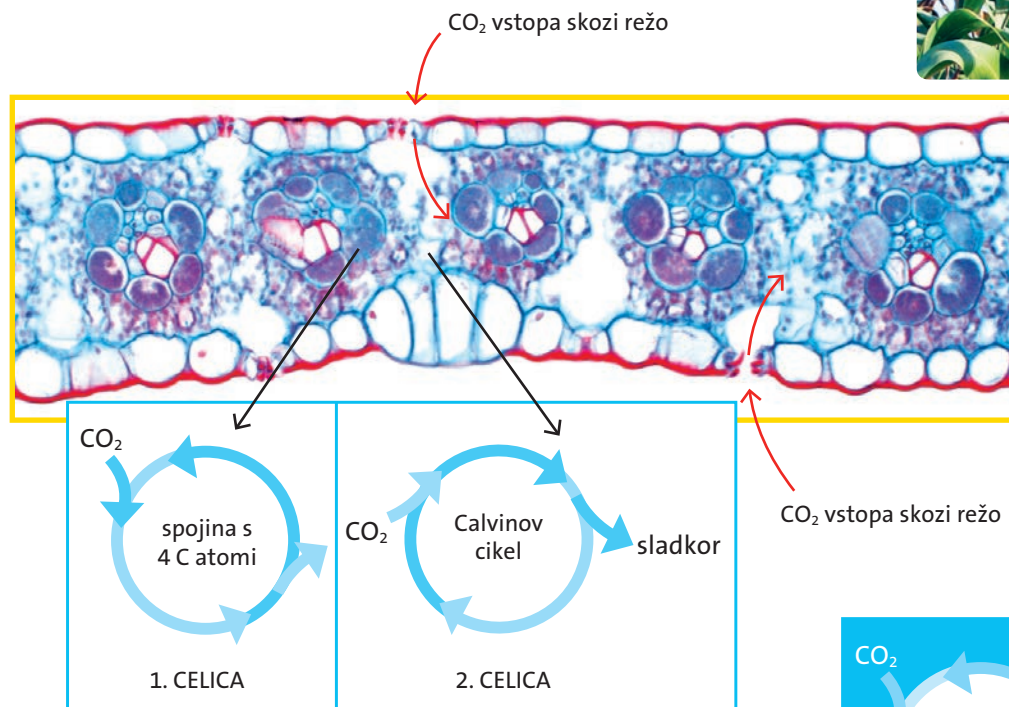
Fotosinteza C4

V evoluciji so se pri rastlinah, zaradi neugodnega razmerja med CO_2 in O_2 v ozračju, uveljavile prilagoditve, ki so v vročih in sušnih razmerah zmanjševale fotorespiracijo. Prilagojena biokemijska in morfološka zgradba lista je omogočila povečevanje koncentracij CO_2 v listu in s tem zmanjševanje negativnih učinkov O_2 , obenem pa se je izboljšala tudi učinkovitost izrabe vode. Pred približno 20

milijoni let se je začela pojavljati **fotosinteza C4** (→ I, Fotosinteza). Ta je bila odziv na nizke koncentracije CO_2 , pa tudi na visoke temperature. Rastline s fotosintezo C4 vežejo CO_2 v spojine s štirimi atomi C v celice žilnega ovoja in ga tam kopičijo v obliki organskih kislin. Od tod se sprošča v celice listne sredice, kjer se veže v Calvinov cikel. Fotosinteza C4 ima danes tri odstotke kopenskih rastlin, med njimi savanske trave in številne gospodarsko pomembne trave, kot so sladkorni trs, koruza.

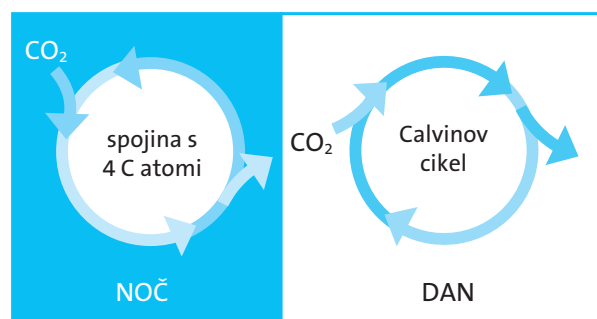


Pri rastlinah C4 vezava ogljika in Calvinov cikel potekata v različnih celicah.



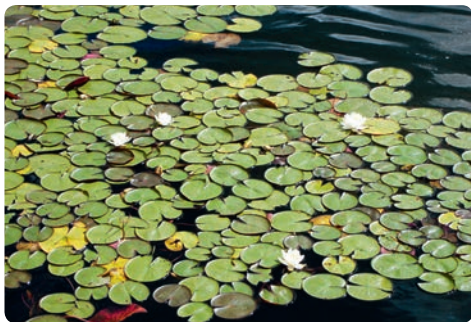
Fotosinteza CAM

Mnogo prej, pred približno 200 milijoni leti, se je razvila **fotosinteza CAM** (→ I, Fotosinteza). CAM je kratica za *crassulacean acid metabolism*, kar v slovenščini pomeni kislina presnova tolstičevk. Osnova CAM je enaka načinu C4, le da ne gre za prostorsko, ampak časovno ločeno vezavo CO_2 . Rastline ponoči, ko je zrak vlažen, odprejo listne reže in vežejo CO_2 v organske kisline, ki jih shranjujejo v vakuolah, podnevi pa se iz organskih kislin sprošča CO_2 , ki prehaja v listno sredico in se veže v Calvinov cikel. Prednost takega načina vezave CO_2 je, da ima rastlina podnevi reže lahko zaprte in ne izgublja dragocene vode. CAM fotosinteza je značilna za različne taksonomske skupine rastlin. Takšno ponavljanje je posledica neodvisnega razvoja podobnih lastnosti pri vrstah, ki niso sorodne, vendar živijo v podobnih razmerah. Rastline CAM so sočnice (sukulent) suhih in polsuhih rastišč ter nekatere **piraslike** ali **epifiti**. V zmernem podnebju je način fotosinteze CAM pri netresku, ki raste na rastiščih, kjer primanjkuje vode.



Netresk je rastlina s fotosintezo CAM, kjer sta vezava ogljika in Calvinov cikel časovno ločena: ponoči se ogljik veže v spojino s štirimi atomi C, podnevi pa se ta spojina pretvori v sladkor v Calvinovem ciklu.

Sončevo sevanje ni samo vir energije



Lokvanj ima liste, ki plavajo na vodni površini in so izpostavljeni močnemu sevanju, zato imajo bleščečo površino z debelo kutikulo.



Brstenje (a) in odpadanje listov (b) pri listopadnih rastlinah v razmerah zmerne podnebja je odvisno predvsem od dolžine dneva. Na oba procesa lahko dodatno vplivajo tudi drugi okoljski dejavniki, kot so skrajne temperature in količina vode na rastišču.

Kot že veste, je Sončevo sevanje sestavljeno iz različnih valovnih dolžin (→ I, Fotosinteza). Različne rastlinske in živalske vrste se različno odzivajo na kakovost sevanja. Za učinkovito vezavo CO_2 je potrebna tudi zadostna količina sevanja. Ker so sevalne razmere na rastiščih različne, morajo imeti listi na različnih rastiščih lastnosti, ki jim omogočajo učinkovito izrabo svetlobe. Tako so listi, ki so izpostavljeni soncu, navadno manjši in debelejši kot tisti v senci. Za zaščito pred premočno svetlobo imajo lahko debelo bleščečo kutikulo ali dlačice. Svetlobnim razmeram pa mora ustrezati tudi količina fotosinteznih in drugih barvil, ki je navadno večja v listih na soncu v primerjavi s tistimi v senci. Rastlinske vrste sončnih rastišč imajo večinoma tudi večjo presnovno dejavnost v primerjavi s senčnimi vrstami.

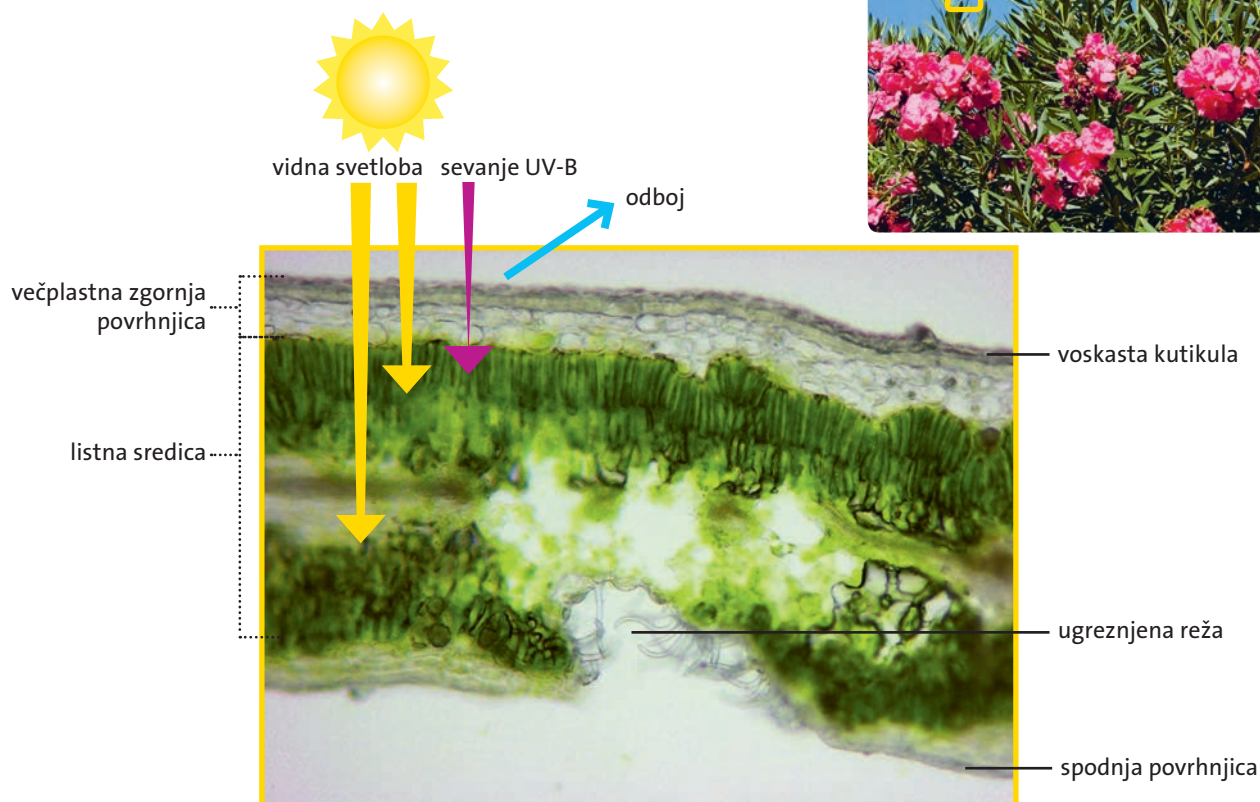
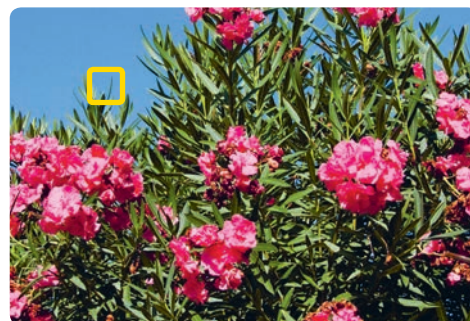
Za organizme so pomembne tudi spremembe trajanja in količine sevanja, ki nastanejo zaradi ponavljajočih letnih in dnevno-nočnih ritmov (→ II, Odzivanje na okolje). Ponavljanje svetlobnih ritmov imenujemo **fotoperiodičnost**. Obenem s spreminjanjem količine sevanja, ki prispe na Zemljo, se spreminja tudi temperatura, kar imenujemo **termoperiodičnost**. Organizmi imajo življenjske procese (rast, razvoj in razmnoževanje) usklajene s sezonskimi ritmi. Na primer pri rastlinah so razvojne oziroma, kot tudi rečemo, fenološke faze pogojene z dolžino dneva ali spremembami temperature. V sušnih razmerah pa je pomemben okoljski dejavnik, ki vpliva na življenjske kroge rastlin, količina vode. Tako so tudi dejavna obdobja rastlin povezana z dostopnostjo vode.

S sezonskimi spremembami so usklajeni tudi pomembni dogodki v življenju živali. Ravna se po biološki uri (→ II, Odzivanje na okolje), ki ob določeni dolžini dneva izzove določeno vedenje. Na ta način se usklajujejo množična premikanja živali, na primer selitve severnih jelenov, antilop, gazel, ptic selivk in rib, v najugodnejšem času. Zanimiv pojav je tudi navpično dnevno-nočno premikanje številnih zooplanktonskih vrst po vodnem stolpcu morja in jezer. V morjih je to tudi od 800 metrov globine pa do površine. Ponoči se zooplankton dvigne in hrani s planktonskimi algami, ob zori pa se spet premakne v globino. To je po eni strani uspešna prilagoditev, ki omogoča izogibanje plenilcem, po drugi pa prihranijo energijo zaradi bivanja v globoki hladnejši vodi. Nekatere morske živali, na primer črv palolo (mnogoščetinci) in nekatere meduze, se odzivajo tudi na lunino svetlobo.

Sevanje UV-B lahko poškoduje biološko pomembne makromolekule.

Del sevanja, ki doseže biosfero, ima lahko tudi škodljive učinke. Prilagojenost primarnih proizvajalcev omogoča učinkovito izrabo »dobrega« sevanja (fotosintezno aktivnega sevanja ali vidne svetlobe) in zaščito pred »škodljivim« sevanjem UV. Rastline imajo v povrhnjici snovi, ki učinkovito absorbirajo UV-žarke, medtem ko »dobra« vidna svetloba nemoteno prodira naprej. Sevanje UV-B lahko poškoduje biološko pomembne makromolekule, kot so nukleinske kisline, lipidi (v membranah) in beljakovine (encime in hormone). Raziskave so pokazale, da so učinki lahko neposredni zaradi absorpcije fotonov UV-B ter posredni zaradi nastanka prostih radikalov in aktivnih kisikovih oblik, ki imajo škodljive učinke. Poškodbe, ki jih rastline utrpijo na celični ravni, se odražajo na višjih ravneh organizacije, torej v zgradbi in delovanju organizmov in ekosistemov. Negativne učinke so opazili pri različnih vrstah, vključno s človekom. Posledica povečanega sevanja UV-B so tudi spremembe zgradbe rastline. Te spremembe vključujejo zmanjšanje višine rastline, dolžine lista in listne površine, povečanje debeline lista, spremembo listnega kota in večjo razvejanost. Rastline z naštetimi lastnostmi najdemo tudi v visokogorju, kjer je povečano sevanje UV-B, poleg skrajnih temperatur in pomanjkanja hranil, eden od pomembnih okoljskih dejavnikov, ki vpliva na rastline. Prilagoditev na sevanje UV-B, ki je lastna večini organizmov, je popraviljanje poškodb, ki nastanejo zaradi sevanja na DNA (→ I, DNA – njena zgradba in podvojevanje). Ta proces je zelo hiter in poteka na svetlobi, sočasno ob nastajanju poškodb zaradi UV-fotonov. To je eden od vzrokov, da se negativni učinki sevanja UV-B ne izrazijo v celoti.

Kutikula in povrhnjica listov rastlin vsebujeta snovi, ki uspešno zadržijo UV-fotone, in tako ščitita listno sredico. Zelo dobro so zaščiteni listi oleandra, ki raste v razmerah z velikim sevanjem. Tudi ljudje smo pred sevanjem zaščiteni, saj v koži nastaja melanin (→ II, Zaščita pred zunanjimi dejavniki).



Organizmi potrebujejo za preživetje tudi ustrezne temperature

Na Zemlji živijo organizmi v raznolikih temperaturnih razmerah. Temperaturne spremembe so počasnejše v vodi kot na kopnem, zato imajo vodne vrste navadno manjši obseg strpnosti kot sorodne vrste na kopnem. Vrste organizmov glede na temperaturno okolje delimo na **evritermne** in **stenotermne**. Temperaturni ritmi, skupaj z ritmi svetlobe, vlažnosti in plimovanja, vplivajo na sezonsko in dnevno dejavnost organizmov. Zaradi temperaturnih gradientov nastaja **pasovna razporeditev** (conacija) rastlinskih združb. Tak primer so spremembe združb na višinskem gradientu. Pomemben je tudi obseg sprememb temperature. Izkazalo se je, da so vrste, ki so v naravi navadno izpostavljene spremenljivim temperaturam, manj uspešne pri stalni temperaturi.

Skrajne temperature postavljajo meje razširjenosti rastlin

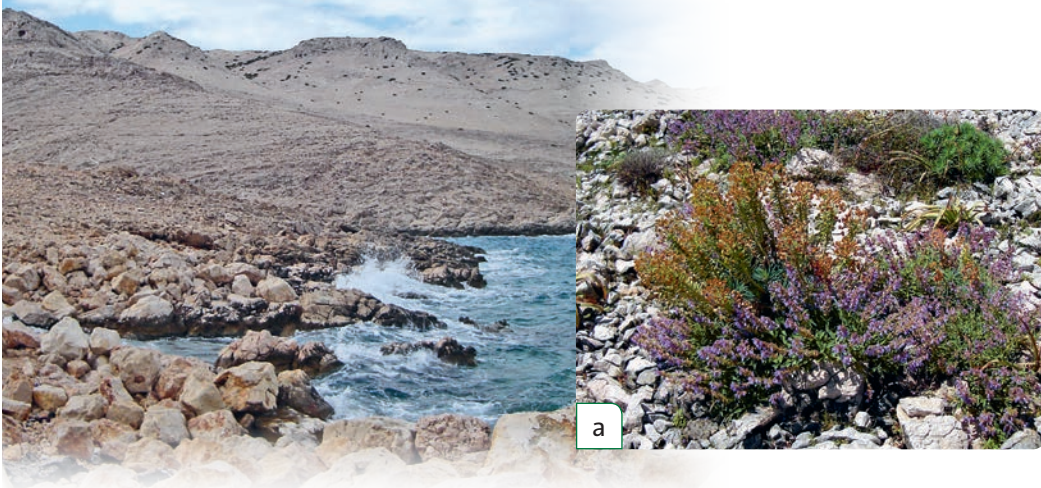


Rastlinske vrste v alpskem svetu imajo pogosto nizkoraslo, blazinasto razrast, ki jim omogoča ohranjanje ugodne temperature.



Bonsaji so miniaturna drevesca, ki jih človek goji v plitkih posodicah, kjer imajo omejen dostop do mineralnih hranil in vode. V naravi najdemo manjše različice večjih rastnih oblik, na primer dreves, v zaostrenih razmerah v visokogorju.

Rastline se pred mrazom lahko zaščitijo na več načinov. Nekatere se neugodni sezoni izognejo. Take so na primer rastline, pri katerih v razmerah zmernega podnebja odpadajo listi. V hladnih okoljih, v visokogorju in tundri rastejo nizkorastoče rastline, ki imajo ugodno razmerje med površino in prostornino, da se ne ohladijo prehitro. Ker je za rastline, pa tudi druge organizme, največja težava nastanek ledu v tkivu, lahko nekatere znižajo točko zmrzišča citoplazme s proizvodnjo različnih topnih snovi (na primer sladkorjev). Pomemben je tudi čas in način pojavljanja skrajnih temperatur. Če se pojavljajo skladno s sezonskimi spremembami, imajo rastline dovolj časa, da se postopno pripravijo (aklimatizirajo) na nizke oziroma visoke temperature. Težava je občasno in nenadno pojavljanje skrajnih temperatur, ki preseneti rastline neutrne. Zaradi tega nastajajo pozebe, kar nemalokrat občutimo tudi ljudje kot velike izgube pridelkov.



Skraina rastišča so tudi kamenišča, ki so nastala v Sredozemlju zaradi prekomernega vpliva človeka. Rastline, ki imajo tukaj svoj življenjski prostor, so dobro zaščitene pred sušo, objedanjem in visokimi temperaturami. Na kamenišču pogosto najdemo žajbelj, ki ima liste z gostimi dlačicami in vsebuje različne snovi za zaščito pred rastlinojedi (a). V takšnih razmerah je uspešen tudi Linejev bodičnik, ki tvori goste, močno bodičaste kupčke (b).

Živali s stalno in nestalno telesno temperaturo

Večina živali (nevretenčarji, ribe, dvoživke in plazilci) je **poikilotermnih**, ker se jim telesna temperatura spreminja. Njihova telesna temperatura je neposredno odvisna od toplotne energije v okolju, zato jih imenujemo tudi **ektotermni** organizmi. Ptice in sesalci so **homotermni**, saj imajo stalno telesno temperaturo. Ker jo vzdržujejo s svojimi presnovnimi procesi, jih imenujemo tudi **endotermni** organizmi (→ II, Notranji transport).

Živali s stalno telesno temperaturo so manj odvisne od sprememb v okolju, čeprav za vzdrževanje stalne notranje temperature porabijo veliko energije. Ugodno telesno temperaturo ohranjajo na različne načine. Nekatere imajo dobro izolacijo, kot je na primer krzno pri polarni lisici, nekatere znižajo stopnjo presnove in telesno temperaturo.

Pri ektotermnih organizmih so načini uravnavanja telesne temperature različni. Plazilci se nastavljajo sončnim žarkom. Nekatere kobilice uravnavajo sprejem sevanja s spreminjanjem barve. Težave za ektotermne organizme pa ne predstavlja le pomanjkanje, ampak tudi prekomerna količina toplote. Zato se pri visokih temperaturah umaknejo v senco, da se ne bi pregreli. Plazilci pri visokih temperaturah postanejo neaktivni; če se temperature v okolju še povišajo, pa lahko celo ogrožajo njihovo življenje. Za ektotermne živali so prav tako neugodne prenizke temperature. Podobno kot rastline lahko tudi nekatere živali proizvajajo snovi za preprečevanje nastajanja ledu v tkivu. To zmožnost imajo npr. nekatere vrste rib v polarnih morjih.



Plazilci, kot je zelenec, si zvišajo telesno temperaturo tako, da se grejejo na soncu. Zaradi nestalne telesne temperature in načina razmnoževanja njihovo pojavljanje upada z večanjem zemljepisne širine.



Gada spoznamo po cikcakastem vzorcu na hrbtu. V primerjavi z modrasom, ki je toploljubna vrsta, se zadržuje v hladnem in vlažnem okolju. Zato je pogost na večjih nadmorskih višinah.

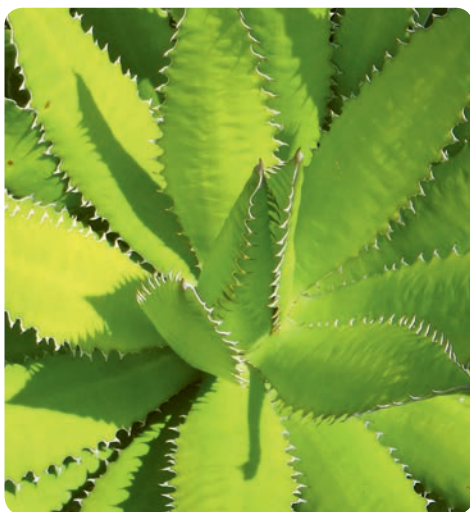
Razpoložljivost vode in prilagoditve organizmov

Življenje se je razvilo v vodi (→ I, Kjer se življenje začne; II, Vesolje se razvija in mi v njem), ki je medij vseh biokemijskih procesov. Voda je nujno potrebna za življenje in je dejavnik, ki omejuje življenje na kopnem pa tudi v vodnih okoljih, kjer se vodostaj močno spreminja.

Poikilohidre in homoiohidre rastline



Mahovi se lahko popolnoma izsušijo, zato lahko preživijo v skrajnih razmerah.



Sočnice varčujejo z vodo na različne načine. Imajo ugodno razmerje med prostornino in površino ter debelo kutikulo. Ogljikov dioksid privzemajo v nočnem času, zato da imajo podnevi listne reže zaprte. Poleg tega imajo še vodno tkivo, ki jim omogoča kopičenje vode – od tod poimenovanje sočnice.

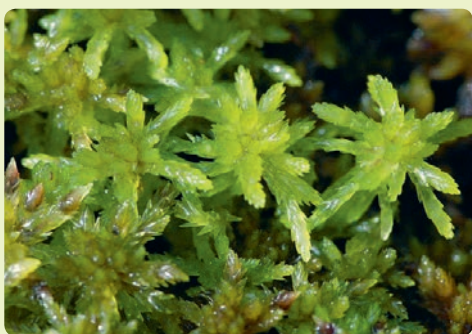
Pri **primarnih proizvajalcih** – avtotrofih, ki si sami izdelajo energijsko bogate organske snovi glede na možnost uravnavanja kratkotrajnih sprememb zaloga vode, ločimo dva skrajna načina uravnavanja vode. To sta **poikilohidrost** in **homoiohidrost**. Poikilohidre rastline so nekatere vrste alg, mahovi, praproti in celo nekatere vrste semenk. Pri poikilohidrih vrstah je količina vode v rastlini neposredno odvisna od vlage v okolju, medtem ko homoiohidre vrste dejavno uravnavajo količino vode v tkivu. Poikilohidre vrste preidejo v stanje popolne neaktivnosti (anabioze), kar jim omogoča preživetje suše, pa tudi močne svetlobe in skrajnih temperatur. Homoiohidre rastline so nekatere praproti in večina semenk. Izgubljanje vode upočasnijo z zapiranjem listnih rež, učinkovitim privzemanjem vode in rastjo korenin v globino, s shranjevanjem vode v tako imenovanih vodnih tkivih ter posebno zgradbo lista. Listi so navadno manjši, z voščenimi prevlekami ter z manjšimi in gostejšimi, včasih celo ugreznjenimi listnimi režami. Učinkovita prilagoditev, ki preprečuje prevelike izgube vode, je tudi odpadanje listov in zvijanje listov, ki je pogosto pri travah.

Vednozelenost in listopadnost

V istih podnebnih razmerah so nekatere rastline listopadne in odmetavajo liste, druge pa ne. In zakaj je **vednozelenost** v nekaterih okoljih v razmerah zmerne podnebja prednost? Izgradnja vednozelenega lista je za rastlino presnovno potrošna, vendar so dolgoročni stroški izdelave fotosinteznih površin enaki kot pri listopadnih vrstah. Vednozeleni rastlinski vrste so tudi v zimskem času sposobne izkoriščati trenutno ugodne razmere in imajo lahko v zmernih podnebnih razmerah podaljšano rastno sezono. Raziskave kažejo, da so vednozeleni rastline bolj odporne na nekatere strese, kot so na primer nizka temperatura, suša in rastlinojedstvo. Da lahko liste dolgo časa ohranijo, so dobro zaščitene pred različnimi stresi in rastlinojedi. Zaščito jim omogočajo dobro razvita mehanska tkiva in različne kemijske spojine. Razlike med vednozelenimi

in **listopadnimi** vrstami se pojavljajo tudi pri izrabi vode in mineralnih hranil. Vednozeleni listi so debelejši, imajo debelo kutikulo in so manjši. Ker listi večinoma ostanejo na rastlini, ima rastlina tudi manjše letne izgube mineralnih snovi. Zato so vednozeleni rastline učinkovitejše na tleh, ki so revna z mineralnimi hranili, medtem ko na bogatih bolje uspevajo listopadne vrste. Raziskave so pokazale negativno povezavo med izgradnjo biomase in življenjsko dobo listov, kar je posledica »dražjih« listov ter nižje fotosintezne dejavnosti v primerjavi s kratkoživimi listi. Razgradnja odpadlih listov vednozelenih rastlinskih vrst je razmeroma počasna, zato se kopičijo organske snovi ter v vlažnih razmerah tudi zakisajo tla. Tako na primer prevlada iglavcev na rastišču vzdržuje zakisanost in mineralno revnost tal ter lahko zmanjšuje uspevanje drugih vrst.

Šotni mahovi oblikujejo razmere, ugodne za svoje bivanje.



Rastlinice šotnega mahu rastejo na vršičku (apikalno), obenem pa njihovi spodnji deli postopno odmirajo. Okolje, v katerem živijo, je kislo in nasičeno z vodo, zato je razgradnja odmrlih delov zelo počasna in se organske

snovi kopičijo kot **šota**. Ko plast šote postane zelo debela, barjanska združba izgubi povezavo s talno vodo in je odvisna le še od padavin. Padavinska voda je revna z mineralnimi hranili, zato na visokem barju ostajajo le vrste, ki potrebujejo malo mineralnih hranil. Takšne so številne vrste šotnih mahov. Šotni mahovi pa vplivajo tudi na pH svojega okolja. Vrednost pH šotnih barij je med 3,5 in 4,5 in nikoli ne več kot 5. Gradniki njihovih celičnih sten so poliuronske kisline, ki tvorijo kar 21 odstotkov suhe mase šotnega mahu. Poliuronske kisline vežejo različne katione, sproščajo pa se H^+ ioni, ki zakisujejo okolje.

Prilagoditve živali na pomanjkanje vode

Živali se pomanjkanju vode lahko izognejo s selitvami na vlažnejša območja, kot na primer gazele in antilope. Druge vrste lahko uravnavajo izgube vode z omejevanjem izhlapevanja. Plazilci imajo nepropustno kožo, različne vrste nevretenčarjev se skrivajo pod kamni in listjem, medtem ko si nekateri sesalci zmanjšajo izgubo vode tako, da si poiščejo zavetje v rovih.



Vednozeleno črničje in listopadni puhasti hrast se ponekod pojavljata na istem območju, vendar najdemo slednjega le tam, kjer so tla nekoliko debelejša in lahko zadržijo več vode. Črničje ima debelejšše usnjate liste, ki so dobro zaščiteni pred izgubami vode.



Nekateri plazilci imajo debelo kožo, ki preprečuje izgube vode.



Kletni prašiček se zadržuje v vlažnem okolju.



Velblod

Nekatere živali, kot so na primer kotačniki, počasniki in talne gliste, lahko preživijo popolno izsušitev.

Na pomanjkanje vode so odlično prilagojeni tudi velblodi. Naenkrat lahko popijejo ogromne količine vode, tudi od 70 do 100 litrov. Kadar jim vode primanjkuje, jo lahko pridobijo z oksidacijo maščobe v grbi (→ I, Celično dihanje). Vodo dobro izkoristijo, saj so njihovi izločki močno koncentrirani (→ II, Uravnavanje sestave telesnih tekočin). Prilagoditve jim omogočajo, da pregretje dobro prenašajo, saj se njihova telesna temperatura lahko preko dneva nekoliko spreminja.

Spreminjanje okoljskih dejavnikov povzroča spremembe v številčnosti pojavljanja vrst

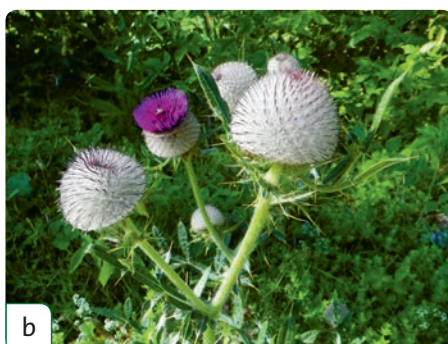


Pogled na gorski pašnik odkriva veliko mozaičnost površine, saj pašne živali izbirajo svojo hrano in se nekaterim rastlinam izogibajo.

Okoljske razmere vplivajo na številčnost posameznih vrst na določenem območju. Na primer na visokogorskem pašniku lahko opazujemo vplive paše na prisotnost rastlinskih vrst. Pašne živali pašnik teptajo in z izločki gnojijo. Največji vpliv pa ima objedanje, ki povzroči uničenje celotne rastline ali njenih delov. Rastline, ki sobivajo s pašnimi živalmi, se uničenju izognejo na različne načine. Nekatere, na primer trave, imajo veliko zmožnost obnavljanja in hitro nadomeščajo objedena tkiva. Druge izdelujejo različne strupene, neužitne ali neokusne snovi, to so na primer materina dušica, rosnik, šentjanževka in kislica. Spet tretje pa so pred plenilci zaščitene s trni ali bodicami kot na primer osat in bodeča neža. Raziskave so pokazale, da se po opustitvi paše zmanjša delež trav ter poveča številčnost in pestrost dvokaličnic.



a



b



c

Na pašnikih pogosto ostanejo rastline, ki imajo dobro zaščito pred rastlinojedi. Takšne rastline so na primer preobjeda (a), volnati osat (b), plahtica ali rosnik (c).

Spremembe številčnosti in pojavljanja vrst pa so povezane tudi s spremembami sezonskih vzorcev temperature, vlažnosti in sončevega sevanja ter z nenadnim pojavljanjem neugodnih razmer in različnih motenj, kot so požari in poplave. Na območju Cerkniškega jezera, na primer, se v različnih letih vodne razmere zelo razlikujejo, zato se pojavljajo tudi velike razlike v številčnosti nekaterih vrst rastlin in živali. V letih z višjimi vodostaji so razmere ugodne za razvoj rastlinskega planktona, parožnic, klasastega rmanca, rumenega blatnika, vodne dresni in prave potočarke, medtem ko se v letih z nižjimi vodostaji bolj številčno pojavljajo močvirski grint, širokolistna koščica in številne amfibijske rastline, kot so na primer božja milost, česnov vrednik in vodna meta. Spremembe se pojavljajo v številčnosti nekaterih vrst rib, pa tudi ptic, ki gnezdijo na območju poplav. Pravimo, da se številčnost populacij različnih vrst organizmov spreminja.



Navadno je Cerkniško jezero poleti suho, jeseni in spomladi pa se napolni z vodo. Včasih se zgodi, da voda poleti ne odteče ali pa se jezero ponovno napolni. Nenadejane spremembe na višku sezone lahko motijo organizme, ki tam živijo.



Mladolenice so žuželke s popolno preobrazbo, katerih ličinke in bube živijo v vodi. Ličinke pogosto živijo v raznovrstnih tulcih, ki jih izdelajo iz različnih materialov – delcev peska, vejic in listja. Na sliki so ličinke mladolenic, ki so ostale na kopnem, ko je voda odtekla.



Ljudje na območju Cerkniškega jezera živijo z jezerom. Vsako leto, ko voda presiha, rešujejo ribe.

Bodeča neža napoveduje vreme.

Bodeča neža ali brezstebelna kompava ima pritlično rozeto bodečih listov in dobro zaščiteno socvetje (košek), saj so tudi ovojčkovi listi polni ostrih trnov. Njeno socvetje se odziva na vlažnost zraka, zato jo po ljudskem izročilu uporabljajo za napoved vremena. Široko odprta socvetja napovedujejo lepo vreme, ko pa se vlažnost zraka povečuje, se socvetja zaprejo.



Bodeča neža s široko odprtim socvetjem napoveduje lepo vreme.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Osnovne prilagoditve vseh organizmov so tiste, ki omogočajo uspešno privzemanje ogljika, saj življenje na Zemlji temelji na ogljikovih spojinah. Glede na način privzema ogljika organizme razdelimo na avtotrofe in heterotrofe. Slednji organske snovi, bogate z energijo, dobijo s hranjenjem z drugimi organizmi ali njihovimi ostanki.
- ☞ Za učinkovito vezavo CO_2 v rastline, je potrebna tudi zadostna količina sevanja. Ker so sevalne razmere na rastiščih različne, morajo imeti listi na različnih rastiščih lastnosti, ki jim omogočajo učinkovito izrabo sevanja.
- ☞ Del sevanja, ki doseže biosfero, ima lahko tudi škodljive učinke. Prilagojenost primarnih proizvajalcev omogoča učinkovito izrabo fotosintezno aktivnega sevanja ali vidne svetlobe in zaščito pred sevanjem UV.
- ☞ Fotosinteza C_4 se je razvila kot posledica nižanja koncentracij ogljikovega dioksida v ozračju, medtem ko se je fotosinteza CAM razvila zaradi pomanjkanja vode.
- ☞ Encim rubisko je najbolj zastopana beljakovina na našem planetu. Sodeluje pri vezavi CO_2 v Calvinov cikel in na ta način omogoči, da je ogljik dostopen drugim organizmom. Tudi ljudje smo zgrajeni iz ogljika, ki ga iz ozračja vežejo rastline.
- ☞ Za rast in razvoj organizmov so pomembne tudi spremembe trajanja in količine Sončevega sevanja, ki nastanejo zaradi ponavljajočih letnih in dnevno-nočnih ritmov. V sušnih razmerah na življenjske kroge organizmov pomembno vpliva količina vode.
- ☞ Organizme glede na temperaturno okolje delimo na evritermne in stenotermne. Temperaturni ritmi, skupaj z ritmi svetlobe in vlažnosti, vplivajo na sezonsko in dnevno dejavnost organizmov. Zaradi temperaturnih, svetlobnih in vlažnostnih gradientov nastajajo conacije rastlinskih združb v vodi in na kopnem.
- ☞ Razpoložljivost vode je dejavnik, ki omejuje življenje na kopnem in v vodnih okoljih, kjer se vodostaj spreminja. Pri primarnih proizvajalcih ločimo dva načina uravnavanja vode: poikilohidrost in homoiohidrost.
- ☞ Živali se pomanjkanju vode lahko izognejo s selitvami na vlažnejša območja, omejevanjem izhlapevanja, vezavo vode v maščobe, z zniževanjem presnovne dejavnosti, nekatere vrste pa celo s popolno izsušitvijo.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kako delimo organizme glede na način privzema ogljika?
2. Katere prilagoditve omogočajo rastlinam privzem ogljikovega dioksida v različnih razmerah?
3. Zakaj je pomemben encim rubisko?
4. Kaj so prednosti fotosinteze C4 oziroma CAM?
5. Zakaj imajo rastline C4 večjo primarno proizvodnjo v primerjavi z rastlinami C3 in CAM?
6. Zakaj pritrjen način življenja predstavlja težavo za organizme?
7. Kaj omogoča rastlinam učinkovito izrabo sevanja?
8. Kako svetlobne in temperaturne spremembe vplivajo na življenje organizmov?
9. Zakaj je sevanje UV škodljivo za organizme?
10. Opišite prednosti vednozelenosti in listopadnosti?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Opreделите habitat lisice, vidre in poljske miši.
- Opreделите habitat črnega teloha, zvončka in lokvanja.
- Kako bi opisali habitat človeka?
- Kateri dejavniki okolja vplivajo na ljudi? Kateri so omejujoči dejavniki?
- Kakšna je fenotipska gnetljivost človeka?
- Ali se tudi ljudje aklimatiziramo na okoljske razmere? Naštejte nekaj primerov aklimatizacije.
- Opreделите obseg strpnosti človeka do različnih okoljskih dejavnikov.
- Naberite bršljan na različnih rastiščih in primerjajte liste. Opišite razmere na posameznih rastiščih (jakost svetlobe, vlažnost in temperatura zraka).



Organizmi živijo v populacijah

Rast človeške populacije je eksponentna. Največji porast smo zabeležili v preteklem stoletju, ko se je v le 40 letih, od leta 1950 do 1990, populacija ljudi povečala z dveh in pol na pet milijard. Podvojitve je zahtevala celo manj časa, kot je povprečna življenjska doba ljudi. Populacija še vedno narašča. Vsak dan se v času ene šolske ure na planetu rodi več kot 10.000 osebkov naše vrste, kar pomeni približno tri rojstva vsako sekundo. Takšna rast prebivalstva pa je na planetu, kjer so prostor in viri omejeni, dolgoročno nemogoča, saj na rast človeške populacije vplivajo isti dejavniki kot na druge vrste, ki bivajo na Zemlji. Tako je tudi povečevanje števila ljudi odvisno od gostote osebkov in znotrajvrstnega tekmovanja, razpoložljivosti virov ter okoljskih razmer, vključno s prisotnostjo drugih vrst. Ljudje smo v medsebojnem tekmovanju bolj ali manj uspešni, v tekmovanju za vire in prostor pa izpodrivamo druge vrste. Kljub temu danes približno polovica svetovnega prebivalstva živi v revščini, petina nima zadostne količine hrane, spreminjajo pa se tudi razmere za življenje.

Končen planet lahko vzdržuje
le določeno velikost (človeške)
populacije. Zato se mora rast
populacije približati ničli.

Garrett James Hardin (1915-2003),
ameriški ekolog





Ključni pojmi

*nosilnost okolja
populacija
populacijska dinamika*

Populacija je osnovna ekološka enota

- Zgradbo populacije opišemo z gostoto, porazdelitvijo ter starostno in spolno sestavo
- Na lastnosti populacije vplivajo rodnost, smrtnost ter doseljevanje in odseljevanje osebkov
- Spreminjanje številčnosti populacij je posledica spreminjanja okoljskih danosti
- Prostorske potrebe osebkov in populacij so različne za različne vrste
- Populacije različnih vrst uspešno sobivajo

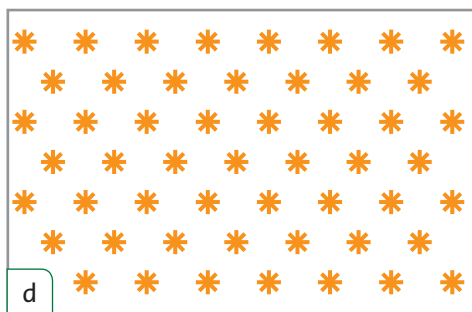
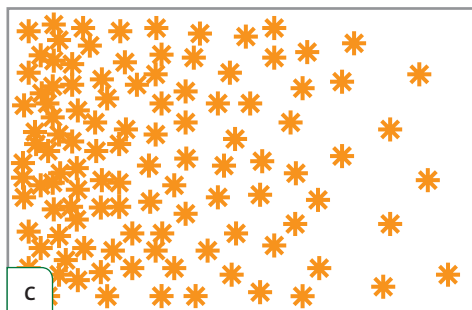
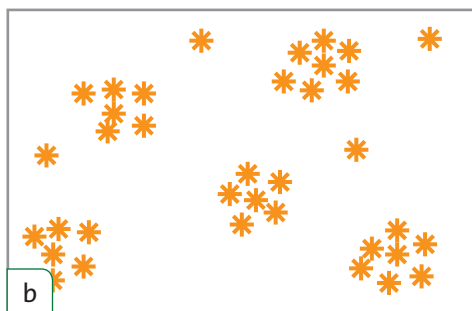
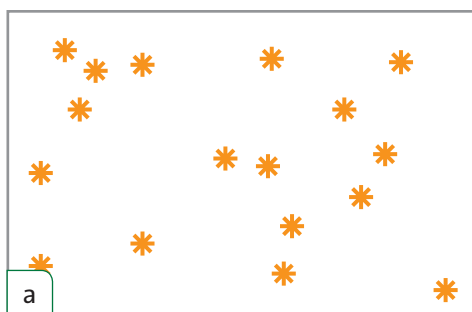
Populacija je osnovna ekološka enota

Evolucijski procesi ustvarjajo veliko raznolikost življenja, od ravni osebkov in vrste do populacije. **Populacija** je skupina osebkov iste vrste, ki živijo v istem času na istem območju, ter med seboj izmenjujejo gensko snov (→ I, Vzorci dedovanja; III, Evolucija je predvsem posledica hude gneče). Lastnosti populacije in zakonitosti, ki veljajo v populaciji, se razlikujejo od tistih, ki smo jih spoznali pri posameznem osebkju. Vsak osebek v populaciji je nosilec določene kombinacije genov, genska informacija vseh osebkov pa tvori **genski sklad**. Na primer, v mišji populaciji genski sklad vsebuje vse alele posameznih osebkov. Zato lahko rečemo, da je populacija **genska enota**. Izmenjava genov z drugimi populacijami poteka skozi **doseljevanje** in **odselsevanje**. Populacija je tudi **evolucijska enota**, saj skozi razvoj nastajajo spremembe pogostosti določenih genov v genskem skladu populacije. Genska variabilnost znotraj populacije je osnova naravnega izbora. Osamitev populacije lahko vodi v nastanek novih vrst. Osamitev lahko nastane pred oploditvijo zaradi osamitve habitata, časovne, vedenjske in mehanske osamitve ter zaradi neskladnih gamet. Po oploditvi pa lahko križanec propade ali je neploden ali pa neuspešen, kar pomeni, da osebek preživi in se razmnožuje, njegovi potomci pa ne. Populacija je tudi **osnovna ekološka enota**, saj so njene genske lastnosti neposredno povezane z njeno ekologijo, torej s prilagodljivostjo, razmnoževalno sposobnostjo in vztrajnostjo. Vztrajnost populacije pomeni zmožnost za potomstvo skozi dolgo časovno obdobje. Skupnost populacij različnih vrst, ki so prisotne v določenem času in prostoru, gradi **življenjsko združbo**.

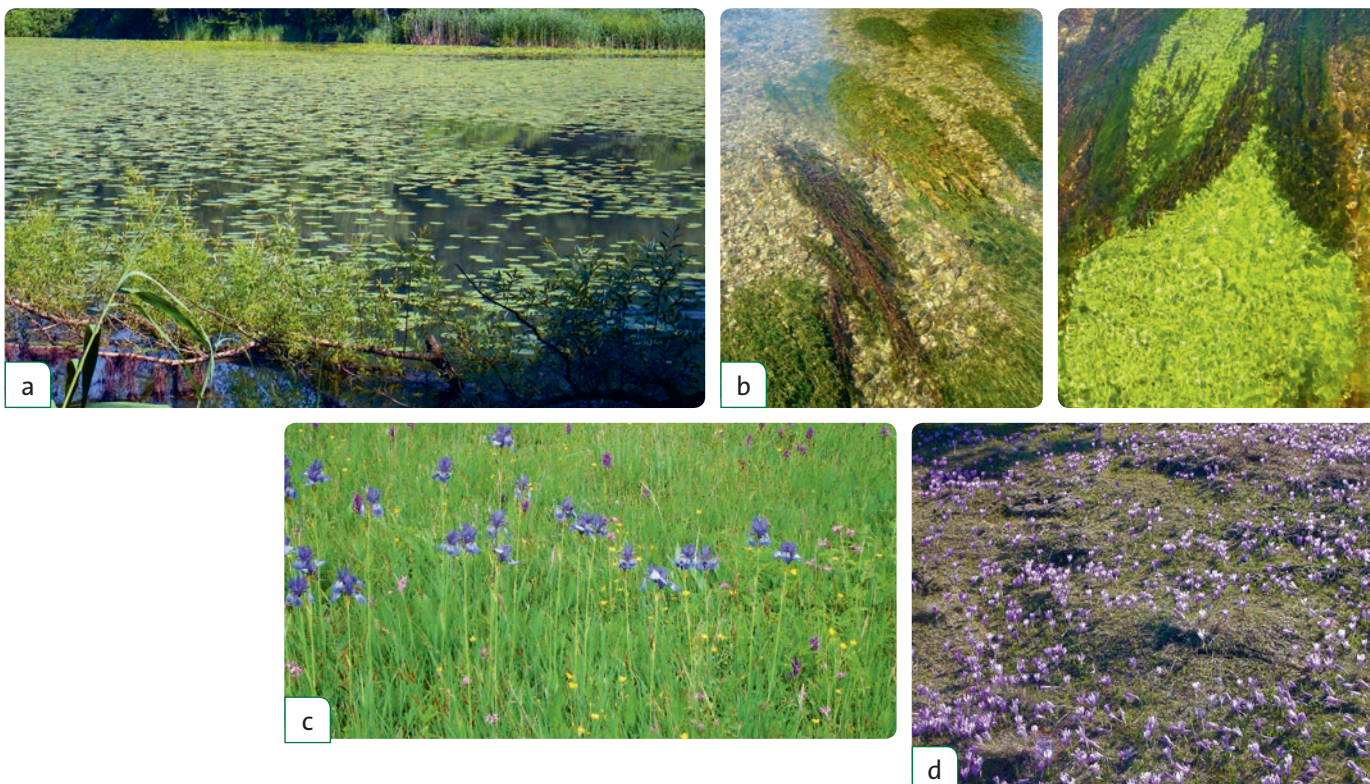
Zgradbo populacije opišemo z gostoto, porazdelitvijo ter starostno in spolno sestavo

Glavni parametri, s katerimi opišemo zgradbo populacije, so gostota, porazdelitev ter starostna in spolna sestava. Osebk določene populacije se različno razporejajo v prostoru in času. Prostorska razporeditev osebkov je lahko: (1) **naključna**, kadar osebk lahko najdemo kjerkoli na območju (na primer različni nasadi), (2) **enakomerna**, ko so osebk po območju enakomerno razporejeni (na primer trave na travniku), (3) **skupinska** ali **gručasta**, kadar se osebk pojavljajo v skupinah (semenke v vodotokih) ter (4) **gradientna**, če se številčnost osebkov povečuje vzdolž gradienta okoljskih razmer ali dostopne hrane (na primer močvirske vrste rastlin na prehodu vode in kopnega).

Gostota osebkov je lahko različna. **Gostoto populacije** izrazimo kot število osebkov ene vrste na enoto površine ali prostornine (na



Osebk se v prostoru razporejajo naključno (a), po skupinah ali gručasto (b), gradientno (c) ali enakomerno (d).

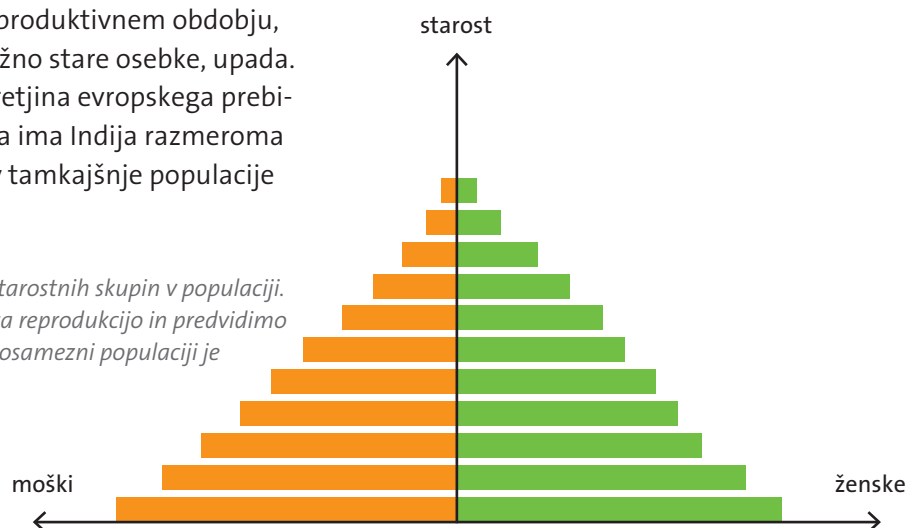


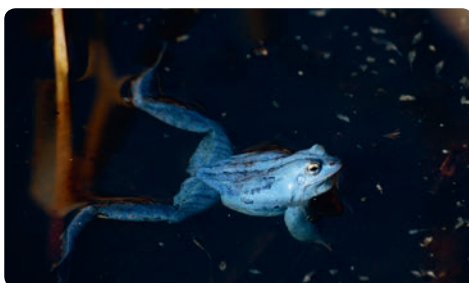
primer 10 topolov na 100 m², 5000 kremenastih alg na liter vode, 130 kg rib na km² vodne površine). Na gostoto populacije vplivajo okoljske razmere in razpoložljivost virov.

Osebkki so lahko različne starosti. V pragozdu najdemo drevesne vrste različnih starostnih razredov, medtem ko je v gospodarjenem gozdu zaradi vpliva človeka manj starejših dreves. **Starostna sestava** populacije je lastnost populacije, ki je odvisna od rodnosti in smrtnosti. Razmerje med različnimi starostnimi skupinami določa trenutno zmožnost populacije za rast populacije v prihodnosti. Starostno sestavo lahko ponazorimo s **starostnimi piramidami**. Starostna sestava je odvisna od smrtnosti in števila rojstev v posameznih populacijah. Delež osebkov v posameznih starostnih razredih nakazuje rast ali upadanje številčnosti populacije. Če jo sestavlja veliko mladih osebkov ali osebkov v reproduktivnem obdobju, se populacija povečuje, če pa imamo pretežno stare osebkke, upada. Po napovedih naj bi bila leta 2060 skoraj tretjina evropskega prebivalstva starejša od 65 let. Po drugi strani pa ima Indija razmeroma mlado prebivalstvo, saj je kar 40 odstotkov tamkajšnje populacije otrok, starih do štirinajst let.

Starostna piramida je grafični prikaz razporeditve starostnih skupin v populaciji. Iz piramide lahko razberemo zmožnost populacije za reprodukcijo in predvidimo njeno rast v prihodnosti. Število moških in žensk v posamezni populaciji je prikazano v petletnih starostnih skupinah.

Razporeditev različnih vrst rastlin v stojećih vodah (a) je navadno gradientna, medtem ko je v tekoćih vodah gručasta (b). Na travniku so osebkki različnih vrst rastlin lahko enakomerno razporejeni (c). Nekatere rastlinske vrste se množićno pojavljajo. Na sliki vidimo preproge spomladanskega žafrana (d).





Plavček spada med rjave žabe (a). Med svatovanjem imajo samci modro kožo (b). Populacije plavčkov živijo v SV in JV Sloveniji, pa tudi na Ljubljanskem barju. Velikost populacij je odvisna od okoljskih razmer in hrane, ki je na voljo.



Ris je največja evropska mačka. Za uspešno življenje potrebuje obsežne strnjene gozdove. Samica maja ali junija povrže dva do tri, včasih celo štiri mladiče, ki po treh mesecih postanejo samostojni.

Pomembna lastnost populacije je tudi njena **spolna sestava**. Spolna sestava populacije je pogojena s prisotnostjo osebkov posameznega spola. Večino populacij sestavljajo osebki obeh spolov, vendar je razmerje med spoloma lahko različno. Pri kuncih je delež ženskih in moških osebkov enak, pri določenih vrstah rac prevladujejo samci, medtem ko pri fazanih in srnjadi prevladujejo samice. Nekatere populacije so lahko enospolne. Tak primer so partenogenezne populacije listnih uši. Raziskave populacij so pokazale, da spolna sestava pomembno vpliva na populacijsko dinamiko.

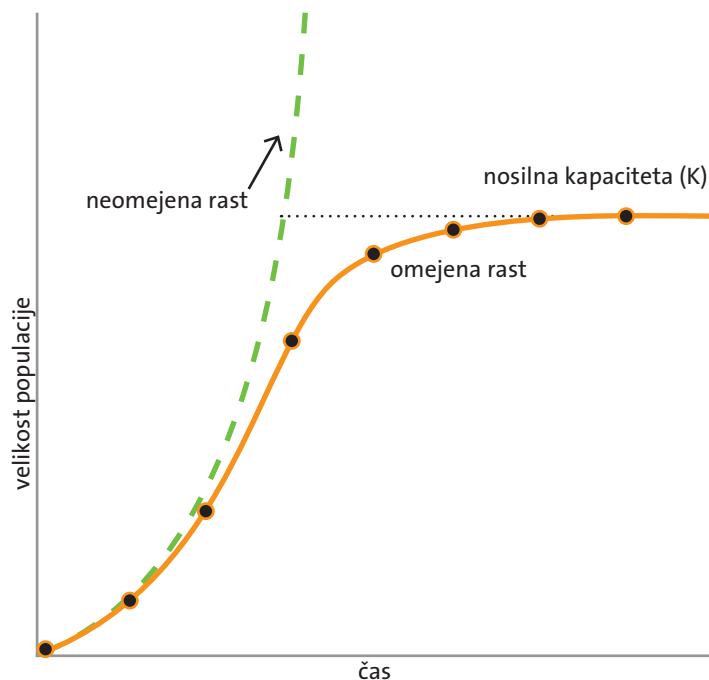
Na lastnosti populacije vplivajo rodnost, smrtnost ter doseljevanje in odseljevanje osebkov

Rodnost je zmožnost za povečevanje populacije osebkov v določenem času in je enaka številu rojstev oziroma številu novih osebkov, ki se razvijejo s kalitvijo in delitvijo. Rodnost živali navadno izrazimo kot število potomcev na samico na časovno enoto. Pri rastlinah, ki se vegetativno razmnožujejo, je to v nekaterih primerih nekoliko težje. Rodnost je odvisna od vrste organizma. Nekatere vrste živali imajo mladiče enkrat letno, druge lahko večkrat. Na primer ostriga lahko izleže od 55 do 114 milijonov jajčec, ribe nekaj 1000, ptice pa od 1 do 20.

Smrtnost povzroča zmanjševanje populacije in je enaka številu smrti v populaciji. Posredno lahko smrtnost v določenem času ocenimo s štetjem osebkov različnih starostnih skupin. Smrtnost je povezana s potencialno življenjsko dobo organizma in okoljskimi danostmi, ki vplivajo na dejansko življenjsko dobo. Na primer pri mladikah bukve je smrtnost največja v zgodnji fazi rasti, potem se zmanjšuje. V neugodnih razmerah lahko propadejo vsi osebki ene generacije.

Rast populacije je nemotena in največja, kadar so vse okoljske danosti, kot so prostor, hrana ter odnosi z drugimi organizmi, ugodne (brez omejitev). V takem primeru je rast neomejena, krivulja rasti v odvisnosti od časa pa eksponentna. Ko viri postanejo omejeni, je rast omejena. Takrat se rast upočasni, krivulja se postopno izravna in funkcija rasti populacije v odvisnosti od časa postane sigmoidna krivulja. Zgornja raven, okrog katere se število ustali (zgornja asimptota sigmoidne krivulje), se imenuje **nosilna kapaciteta okolja** (nosilnost) (→ III, Biotska evolucija je spremenila naš planet). Nosilna kapaciteta okolja določa največjo velikost populacije. Populacija se lahko poveča, če se poveča nosilnost okolja. Čeprav so izračuni za človeško vrsto zelo nasprotujoči, večina virov navaja, da na Zemlji lahko živi približno 12 milijard ljudi. Vprašanje pa je, ka-

kšne so njihove zahteve in v kolikšni meri so znanstveniki v modelih upoštevali hitro slabšanje kakovosti našega okolja in osnovnih virov. Praviloma so bolj kot število osebkov v populaciji pomembne spremembe številčnosti populacije v času oziroma **populacijska dinamika**. Raziskave dejavnikov, ki vplivajo na populacijsko dinamiko, omogočajo predvidevanja rasti populacije in so nujno potrebne za uspešno ohranjanje ogroženih vrst ter za učinkovito gospodarjenje z gospodarsko pomembnimi vrstami, kot so na primer ribe in divjad.



Prikaz neomejene in omejene rasti populacije. Ko se krivulja izravnava, je dosežena nosilna kapaciteta okolja za številčnost vrste.

Populacije imajo dva načina rasti.

Znanstveniki razlikujejo med dvema načinoma rasti populacije. Nekatere vrste se hitro razmnožujejo v okoljih, kjer je na voljo obilica virov. Tak primer je opuščena njiva ali travnik, ki se zarašča z lesnatimi rastlinami. Vrste, ki se tam naseljujejo, so tako imenovani **r-strategi** (kjer r pomeni trenutno stopnjo rasti populacije). To so vrste z majhno zmožnostjo prilagajanja in hitro rastjo populacije. Vrste, ki rastejo v okolju, kjer poteka močno tekmovanje za omejene vire, pa so dobro prilagojene na dane razmere (na primer drevesa v zrelem gozdu). Tem vrstam pravimo **K-strategi**, kjer K pomeni nosilno kapaciteto okolja. Populacija v tem primeru ne raste, vrste pa imajo veliko zmožnost prilagajanja. Ko populacija ne raste več, število osebkov v njej niha glede na nosilno kapaciteto okolja.

Ugotavljanje številčnosti populacij.

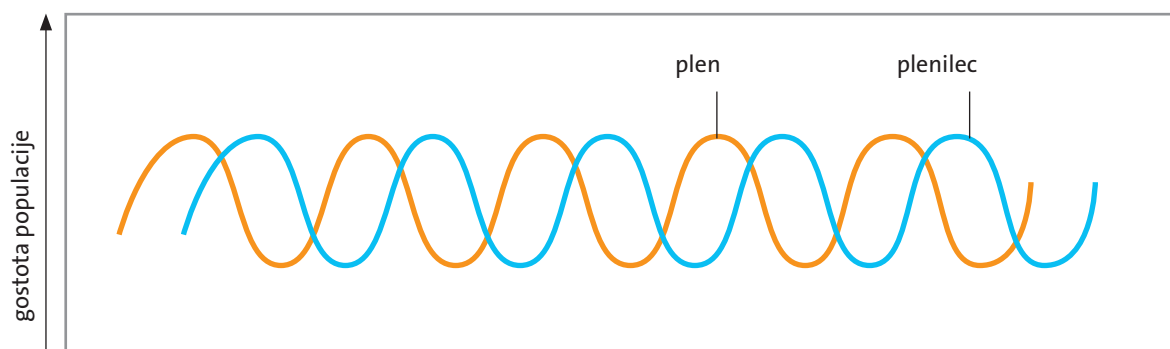
Številčnost populacij ugotavljamo na različne načine, med temi so: lovljenje s pastmi (pasti uporabljamo za male sesalce, pasti so tudi različne mreže za žuželke in planktonske organizme), nabiranje iztrebkov (na primer za določanje številčnosti kuncev, zajcev, srnjadi, jelenjadi), poslušanje oglašanja živali (na primer ptic), izlov (na primer pri ribah), pogovori z ljudmi, ki se pogosto zadržujejo na določenem območju (na primer prisotnost velikih sesalcev), spremljanje obžrtosti določene hrane in še nekateri drugi.

Spremembe številčnosti lemingov so krožne.

Populacije lemingov se močno povečajo na vsake tri do štiri leta. Spremembe številčnosti so povezane z različnimi dejavniki. Ko je številčnost populacije majhna, so osebkii nenapadalni in se uspešno razmnožujejo. Ko populacija naraste, so pri razmnoževanju uspešnejši napadalni posamezniki. Čeprav na uspešnost razmnoževanja lemingov vplivajo tudi plenilci, kot so snežne sove, podlasice in lisice, so nihanja v večji meri posledica velike gostote osebikov in zato omejenosti virov kot pa plenjenja.

Spreminjanje številčnosti populacij je posledica spreminjanja okoljskih danosti

Nihanje številčnosti populacij je pogojeno z okoljskimi danostmi, medsebojnimi odnosi ter količino dostopnih virov. Pri majhnih organizmih so nihanja velikosti populacije navadno večja kot pri velikih organizmih. V biotsko revnem, stresnem okolju na številčnost vplivajo abiotiki dejavniki, kot so podnebje, vodni tokovi, onesnaževanje in drugi. V biotsko zelo pestrih ekosistemih z ugodnimi življenjskimi razmerami pa številčnost uravnavajo biotski dejavniki (na primer tekmeci, plenilci, patogeni organizmi, simbiozanti). Nihanja številčnosti populacije lahko nastanejo tudi zaradi sezonskih sprememb. Tak primer so populacije vrst planktonskih alg v jezerih v razmerah zmerne klime. Nihanja odražajo stopnjo prožnosti populacije in so v veliki meri odvisna tudi od uspešnosti razmnoževanja. Lahko so tudi periodična, kot na primer pri lemingih, različnih žuželkah, zajcih in glodavcih.



Nihanja populacij plenilca so močno povezana z gostoto populacije plena.

Sprememba številčnosti populacij plenilca in plena je soodvisna.

Dokazan pa je vpliv plenjenja kanadskega risa na populacije snežnega zajca, ki občutno povečanje številčnosti na vsakih deset let, pri čemer so risi najbolj številčni približno leto dni zatem, ko je bila najbolj številčna populacija zajcev. Snežni zajec je poglavitna risova hrana, kar po oceni znanstvenikov dokazuje, da je plenjenje najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na populacije snežnega zajca.

Populacije, ki močno nihajo ali imajo malo osebikov, so ranljive in lahko **izumrejo**. Izumrtje je lahko posledica dogodkov, ki se jim ni mogoče izogniti, kot so bile različne naravne katastrofe (padci meteoritov, vulkanski izbruhi) v zemeljski zgodovini. Do izumrtja pa lahko privedejo tudi skrajni okoljski dejavniki, na primer velika sprememba lokalnega okolja, ali pa neuspešnost razmnoževanja. Posebno ranljive so maloštevilčne populacije. Dejavniki, ki povzročajo izumrtje vrst, lahko delujejo lokalno in povzročijo izginotje

vrste na omejenem območju. Večjo težavo predstavljajo globalne spremembe, ko vse populacije ene vrste izginejo. Tak je primer go-loba selca, ki je zaradi prekomernega lova in uničevanja habitatov izumrl leta 1914.

Prostorske potrebe osebkov in populacij so različne za različne vrste

Pomemben vidik populacij je njihovo širjenje. **Širjenje populacije** je premeščanje osebkov ali različnih razmnoževalnih enot, kot so semena, spore, deli rastlin in ličinke. Širjenje živali poteka z **dose-ljevanjem** in **odseljevanjem** oziroma **preseljevanjem** (migracijo). Prostorske potrebe osebkov in populacij so različne za različne vrste, lahko pa tudi za različne razvojne stopnje vrste. Osebk, pari ali skupine vretenčarjev omejujejo svojo aktivnost na določeno okolje, ki ga imenujmo **domači okoliš**. Če osebk ta okoliš branijo, govorimo o teritorialnosti. Torej je **teritorij** prostor, ki ga naselju-jejo in branijo osebk ali skupina osebkov iste vrste. Teritorialnost je lahko izražena vse leto ali pa samo med parjenjem. Teritorialne živali so na primer volkovi. Vsak trop brani svoj teritorij pred vol-kovi iz sosednjega tropa. Meje teritorija označujejo z vonjavami in oglašanjem. Ko imajo mladiče, se zadržujejo v okolici brloga, sicer so razpršeni po širšem območju. Teritoriji različnih tropov se med seboj skoraj ne prekrivajo.

Gospodarjenje s populacijami

Kot je ugotovljeno, se populacija povečuje in osebk najboljše uspevajo, če je številčnost populacije precej manjša, kot je nosilna kapaciteta okolja. Če želimo povečati število osebkov, ki jih lahko uporabimo kot svoj vir, moramo ohranjati kakovostne življenjske razmere za rast in razvoj vrste.

Populacije različnih vrst uspešno sobivajo

Na uspešnost populacije določene vrste vplivajo tudi populacije drugih vrst, s katerimi sobiva v združbi. Populacije različnih vrst na določenem območju delujejo usklajeno, saj se skupaj razvijajo skozi dolgo časovno obdobje. Skupen razvoj je privedel do številnih odnosov med vrstami, zato populacije različnih vrst delujejo kot presnovna celota.



Na populacije rastlinskih vrst vplivajo tako živi kot neživi dejavniki okolja. Na Cerkniškem jezeru je poglaviten dejavnik, ki določa številčnost populacij, obsežnost poplav. Ena od takšnih rastlin je poletni veliki zvonček. Uspeva na močvirnih travnikih in plitvejših predelih jezera.



Navadni jelen je ena največjih vrst jelenov. Samci se ločijo od samic po mogočnem rogovju. Jeleni tekmujejo za košute in se značilno oglašajo. Z oglašanjem označujejo svoj paritveni teritorij.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Populacija je skupina osebkov iste vrste, ki živijo v istem času na istem območju, ter med seboj izmenjujejo gensko snov. Je tudi osnovna ekološka enota, saj so njene genske lastnosti neposredno povezane z njeno ekologijo, razmnoževalno sposobnostjo in vztrajnostjo. Skupnost populacij različnih vrst, ki so prisotne v določenem času in prostoru, gradi življenjsko združbo.
- ☞ Lastnosti populacije in zakonitosti, ki veljajo v populaciji, se razlikujejo od tistih, ki smo jih spoznali pri posameznem osebkju. Glavni parametri, s katerimi opišemo zgradbo populacije, so gostota, porazdelitev ter starostna in spolna sestava. Porazdelitev je naključna, enakomerna, gručasta ali gradientna. Gostoto populacije izrazimo kot število osebkov ene vrste na enoto površine ali prostornine. Na gostoto populacije vplivajo okoljske razmere in razpoložljivost virov. Osebkji so lahko različne starosti. Starostna struktura populacije je lastnost populacije, ki je odvisna od rodnosti in smrtnosti. Razmerje med različnimi starostnimi skupinami določa trenutno zmožnost populacije za razmnoževanje in nakazuje težnje stanja populacije v prihodnosti. Spolna struktura populacije je pogojena s prisotnostjo osebkov posameznega spola. Večino populacij sestavljajo osebkji obeh spolov, vendar je razmerje med spoloma lahko različno. Lastnosti, ki odražajo dogajanje v populaciji, so rodnost, smrtnost, doseljevanje in odseljevanje. Rodnost je zmožnost osebkov za povečevanje populacije v določenem času in je enaka številu rojstev oziroma številu novih osebkov, ki nastanejo s kalitvijo in delitvijo. Smrtnost povzroča zmanjševanje populacije in je enaka številu smrti v populaciji.
- ☞ Rast populacije je največja, kadar so vse okoljske danosti, kot so prostor, hrana ter odnosi z drugimi organizmi, ugodne. V takem primeru je krivulja rasti v odvisnosti od časa eksponentna. Ko razmere postanejo neugodne in viri omejeni, je rast omejena. Zgornja raven, nad katero se število ne more več povečevati, je nosilna kapaciteta okolja.
- ☞ Bolj kot število osebkov v populaciji so pomembne spremembe številčnosti populacije v času oziroma populacijska dinamika. Poznavanje dejavnikov, ki vplivajo na populacijsko dinamiko, omogoča predvidevanje rasti populacije in je nujno potrebno za uspešno ohranjanje ogroženih vrst ter za učinkovito gospodarjenje z gospodarsko pomembnimi vrstami, kot so na primer ribe in divjad.
- ☞ Nihanje številčnosti populacij je pogojeno z okoljskimi danostmi, kot so značilnosti fizičnega okolja, plenilstva in drugih medsebojnih odnosov ter količina dostopnih virov. Nihanja nastanejo tudi zaradi sezonskih sprememb. Odražajo stopnjo prožnosti populacije.
- ☞ Populacije, katerih številčnost se zelo spreminja ali imajo malo osebkov, so ranljive in lahko izumrejo. Izumrtje je lahko posledica dogodkov, ki se jim ni mogoče izogniti, kot so bile različne naravne katastrofe v zemeljski zgodovini. Do izumrtja pa lahko privedejo tudi skrajni okoljski dejavniki, na primer velika sprememba lokalnega okolja, in neuspešnost razmnoževanja. Posebno ranljive so maloštevilne populacije.

- ☞ Uravnavanje številčnosti populacij je odvisno od razmer v okolju. V biotsko revnem, stresnem okolju na številčnost vplivajo abiotični dejavniki, v biotsko zelo pestrih okoljih pa biotični dejavniki (tekmovalnost, plenilci, patogeni organizmi, simbiozanti).
- ☞ Širjenje populacije je premeščanje osebkov ali različnih razmnoževalnih enot, kot so semena, spore, deli rastlin in ličinke. Širjenje živalskih populacij poteka tudi z doseljevanjem in odseljevanjem oziroma preseljevanjem (migracijo).
- ☞ Teritorij je prostor, ki ga naseljujejo in branijo osebkovi ali skupina osebkov iste vrste. Teritorialnost je lahko izražena vse leto ali pa samo med parjenjem.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj je populacija?
2. Opreделите parametre, s katerimi opišemo zgradbo populacije.
3. Kaj je vzrok za različno prostorsko razporeditev osebkov v populaciji?
4. Kaj je starostna struktura populacije in kaj nam ta podatek pove?
5. Katere lastnosti populacije odražajo dogajanje v populaciji?
6. Opišite dinamiko rasti populacije.
7. Od česa je odvisna dinamika rasti populacije?
8. Kaj vpliva na številčnost osebkov v populaciji?
9. Kaj vpliva na širjenje populacije?
10. Kaj je vzrok za izumrtje populacije?
11. Zakaj populacije branijo svoj teritorij?
12. Ali so vse vrste teritorialne?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Zakaj se zakonitosti v populacijah razlikujejo od tistih pri posameznih osebkih?
- Primerjajte način širjenja populacije pri veverici in pri hrastu. Katere so glavne razlike? Kaj vpliva na širjenje obeh populacij?
- Ali veljajo za človeško populacijo iste zakonitosti kot za populacije drugih vrst? Katere so te zakonitosti?
- Ocenite in narišite starostno piramido prebivalcev vaše ulice, vašega bloka, vaše vasi. Starostni razredi naj obsegajo 20 letni razpon (0-20, 20-40, 40-60, 60-80, več kot 80 let).
- Ocenite in narišite spolno strukturo prebivalcev vaše ulice, vašega bloka, vaše vasi. Starostni razredi naj obsegajo 20 letni razpon (0-20, 20-40, 40-60, 60-80, več kot 80 let).

Odnosi med organizmi

Smo v smrekovem gozdu. Temno je. Drevesne krošnje so goste. Veje spodnjih delov krošenj so redke. Čeprav so se mlade rastlinice smrek šele prebile skozi debelo plast iglic, nekaterim iglice že rumenijo in odpadajo. Premajhne so, da bi tekmovali z odraslimi drevesi. Debla starejših dreves so porasla z lišaji in mahom. Nedaleč od debla debele smreke je videti rjav klobuk jurčka, ki ga je pravkar načel polž. Na čistini se pase srna. Iz daljave pa je slišati žolno, ki pod lubjem išče hrano.

Habitat organizma je mesto, kjer organizem
domuje, oziroma mesto, kjer se organizem
zadržuje. Ekološka niša je položaj
organizma v združbi in ekosistemu, ki je
posledica prilagoditev zgradbe in delovanja
ter njegovega obnašanja. Ekološka niša
organizma ni odvisna samo od tega, kje
organizem domuje, ampak tudi od tega, kaj
dela. Tako lahko rečemo, da je habitat
naslov organizma in niša njegov poklic.

William Odum (1942-1991),
ameriški ekolog



Življenjske združbe oblikujejo tudi odnosi med organizmi

- Znotrajvrstni odnosi
- Tekmovanje za prostor, vire in partnerja
- Vrste, ki tekmujejo, tudi sobivajo
- Ekološka niša združuje različne vidike življenja organizma
 - Obseg virov, ki jih vrsta uporablja za svoje preživetje, nakazuje širino niše
- Plenilstvo in zajedavstvo pomenita korist za enega partnerja in škodo za drugega
 - Rastlinojedstvo je tudi plenilstvo
 - Plenjenje živali
 - Priskledništvo ali komenzalizem
 - Zajedavstvo ali parazitizem
- Mutualizem je vzajemen pozitiven odnos med vrstama
 - Obvezni simbiotični mutualizem pomeni medsebojno odvisnost
 - Mikoriza je obvezen ali neobvezen mutualistični odnos med rastlino in glivo
 - Opraševanje
 - Mutualizem se je razvil iz drugih oblik odnosov med vrstami

Ključni pojmi

*ekološka niša
koevolucija
mutualizem
plenilstvo
tekmovanje (kompeticija)*



V gozdu je močno tekmovalje zaradi velike gostote dreves.



Rdeča mušnica raste na kislih tleh v iglastih in listnatih gozdovih. Za mikoriznega partnerja si pogosto izbere smreko.



Hermelin ali velika podlasica je plenilec, ki se hrani v glavnem z glodavci. Ima rjav kožuh, po trebuhu pa je bel. Na zadnji tretjini repa ima črno dlako. Pozimi se njegov kožuh zgosti in razen črnega dela repa, postane bel. Bela dlaka je v zasneženi zimski krajini pomembna zaščita pred plenilci. Živi v vlažnih okoljih.

VRSTE RAZMERIJ MED ORGANIZMI

Odziv		
Razmerje	A	B
Mutualizem	+	+
Priskledništvo	+	0
Amenzalizem	-	0
Zajedavstvo	+	-
Plenilstvo	+	-
Tekmovalje	-	-
Nevtralno	0	0

0 ni neposrednega učinka;
+ pozitivni učinek;
- negativni učinek

Življenjske združbe oblikujejo tudi odnosi med organizmi

Na razvoj življenjske združbe poleg neživih dejavnikov okolja vplivajo tudi odnosi med organizmi, ki sobivajo v združbah in omogočajo delovanje ekosistema. Odnosi se razvijajo med osebkami iste vrste (**znotrajvrstna**) in med osebki različnih vrst (**medvrstna**). Učinki razmerij na posameznega partnerja v razmerju so lahko **pozitivni**, **negativni** ali **nevtralni**. V primeru nevtralnih učinkov ni neposrednih posledic sobivanja za partnerja. V primeru pozitivnih učinkov imata oba partnerja v odnosu korist eden od drugega. Tak odnos imenujemo **mutualizem** (→ III, Nekaj posebej pomembnih poglavij v evlucijski zgodovini). V nekaterih primerih je ta odnos enostranski, tako da ima korist le en partner, kar so raziskovalci poimenovali **priskledništvo**. V drugih ima en partner v odnosu škodo, drugi pa ni prizadet, kar imenujemo **amenzalizem**. Amenzalizem na primer nastane, če rastlina sprošča kemične snovi v okolico korenin, kar neugodno vpliva na rast sosednjih rastlin, zanje pa to ne predstavlja koristi. Amenzalizem je le ena od razvojnih stopenj do nastanka **alelopatije**. V primeru alelopatije ima rastlina, ki sprošča alelopatske snovi, korist, ki pa je posredna, saj lahko onemogoči sosednje rastline ali vpliva na njihovo vitalnost, njej sami pa ostane več virov. V nekaterih zvezah odnos prinaša korist za enega partnerja in škodo za drugega. Taka odnosa sta **plenilstvo** (hranjenje s plenom) in **zajedavstvo**. V zajedavskem odnosu en partner, navadno manjši (zajedavec), živi v ali na drugem organizmu (gostitelju), od katerega dobi hrano. V naravi pa obstaja tudi razmerje, v katerem imata oba partnerja škodo. Tak odnos se razvije, kadar začne primanjkovati virov. Imenujemo ga **tekmovalje** (kompeticija).

Učinek alelopatije lahko koristno uporabimo v kmetijstvu.

Alelopatija je pojav, ki ga je leta 77 prvi omenil Plinij. V zapisih omenja negativno delovanje oreha na sosednje rastline. Alelopatija je izločanje kemičnih snovi, ki zavirajo kalitev in rast rastlin v okolici, rastlina, ki snovi sprošča, v našem primeru oreh, pa zaradi tega bolje raste. Zanimivo je, da se negativni učinek izrazi le, kadar oreh posadimo v tuje okolje, medtem ko v domačem okolju s samoniklo združbo negativnega učinka ni, ker imajo rastline, ki sobivajo z orehom, ustrezne prilagoditve. Učinek alelopatije lahko koristno uporabimo v kmetijstvu za nadzor plevelov.

Znotrajvrstni odnosi

Odnosi med osebki iste vrste se razvijajo zaradi potreb po istih dobrinah (hrana, prostor, bivališče), zaradi razmnoževanja, zaradi selitev in prezimovanja ter celo zaradi premagovanja neugodnih okoljskih razmer. Živali se lahko povezujejo v jate, črede, trope in različne druge skupine. Povezovanje je odvisno od okoljskih razmer in nagnjenosti vrste k povezovanju. Posledice so večinoma ugodne, saj se v skupini lahko poveča varnost pred plenilci, učinkovitost lova in varstvo mladičev. Lahko pa so tudi neugodne, saj večja gostota pomeni tudi večjo jakost tekmovanja med osebki. Vrste, ki tvorijo skupine, imajo pogosto posebne vedenjske vzorce, ki preprečujejo nestrpnost med osebki v skupini (na primer hierarhija, vodilni samec ali samica).

Tekmovanje za prostor, vire in partnerja

Za rast in razmnoževanje vsi organizmi potrebujejo zadostno količino virov. Sobivajoči osebki v združbi tekmujejo za prostor, vire in partnerja. Tekmovanje je lahko **znotrajvrstno** ali **medvrstno**. Osebki iste vrste s tekmovanjem vplivajo na velikost populacije. Ta se spreminja, ko začne primanjkovati prostora in virov. Gostoto populacije uravnava vir, ki je omejujoč v uravnoteženih razmerah. Nekateri, navadno mladi osebki ne dobijo dovolj virov in se ne razmnožujejo ali celo propadejo, kar upočasni rast populacije. Pri medvrstnem tekmovanju lahko močnejša vrsta vrsto, s katero tekmuje, izloči iz združbe, oziroma ekosistema. Pritrjene živali in rastline navadno tekmujejo za prostor, slednje tudi za svetlobo in druge vire, medtem ko večina prostoživečih živali tekmuje za hrano. Razmerja med vrstami se v času razvoja ekosistema spreminjajo in postajajo čedalje številčnejša, zato je zgradba ekosistema vse bolj celostna in zapletena.

Ekologi ločijo dva tipa tekmovanj med vrstami: neposredno (tudi interferenčno) in posredno (tudi izkoriščevalsko). Pri prvem osebki različnih vrst neposredno tekmujejo za prostor in vire (na primer rastline na travniku lahko tekmujejo za prostor, hranila in vodo, rastline v gozdu pa za prostor, hranila, vodo in svetlobo). Pri drugem pa osebki ene vrste delujejo na osebke drugih vrst z izčrpavanjem skupnih virov, ne da bi prišli z njimi v stik. Na primer rastline, ki imajo globok koreninski sistem, zmanjšajo zaloge mineralnih hranil v tleh in lahko povzročijo propad drugih rastlin, s slabše razvitim koreninskim sistemom. Pomen tekmovanja se lahko zmanjša zaradi odnosov med vrstami, denimo alelopatije in sožitja, in zaradi spreminjanja razmer na rastišču.



Rumenonogi galebi se združujejo v jate. Živijo ob morju, čeprav jih videvamo tudi ob rekah in jezerih, pogosto pa tudi na smetiščih.



Plamenci se pojavljajo v velikih skupinah. Živijo lahko v skrajnih razmerah, kjer najdemo le maloštevilne vrste, na primer slanih jezerih.



Nekatere tujerodne vrste rastlin, kot sta japonski dresnik in kanadska zlata rozga, uspešno tekmujejo za vire, zato so postale invazivne in izpodrivajo domorodne vrste. Na sliki vidimo omenjeni vrsti, ki tvorita goste sestoje.

Koevolucija je sočasni razvoj dveh ali več vrst.

Evolucija nenehno poteka. V določenem okolju se naenkrat razvijajo različne vrste, ki so podvržene naravnemu izboru. Kadar dve ali več vrst razvijejo lastnosti, s katerimi vplivajo ena na drugo, proces imenujemo koevolucija. Na primer na ta način vrste izoblikujejo strategije, da se izognejo plenilcem, medtem ko vrste, ki se z njimi hranijo izoblikujejo strategije za uspešno plenjenje. Številne cvetnice se razvijajo skupaj s svojimi opraševalci. Rastline se razvijajo v smeri povečanja uspešnosti opraševanja, opraševalci pa v smeri čim večjih koristi za lastno preživetje. Tudi ljudje smo vključeni v različne procese koevolucije. Na primer, da smo preprečili bolezní zaradi patogenih bakterij, smo začeli uporabljati antibiotike. S pogosto uporabo antibiotikov so se pri številnih bakterijah pojavile adaptacije za odpornost na učinke nekaterih antibiotikov. Taka oblika adaptacije se imenuje odpornost.

Generalist med rastlinami je navadni trst (a), ki mu ustrezajo različne okoljske razmere in se zato pojavlja na različnih rastiščih in različnih delih kopnine našega planeta. Specialist je na primer majska prstasta kukavica (b), ki uspeva le na mokrotnih travnikih.



Vrste, ki tekmujejo, tudi sobivajo

Kako lahko več vrst, ki tekmujejo, sobiva na določenem območju? In kako lahko sobivata vrsti z enakimi zahtevami za določen okoljski dejavnik ali vir? Na ti dve vprašanji je poskušal odgovoriti ruski mikrobiolog G. F. Gause. V poskusih na praživalih je ugotovil, da dve vrsti lahko sobivata, če svoji niši spremenita, tako da ju omejita ali ločita. V kolikor to ni mogoče, bo ena vrsta izginila. Pozneje so to potrdili še številni drugi znanstveniki. Pojav so poimenovali **tekmovalno izključevanje**. Načelo tekmovalnega izključevanja temelji na konceptu ekološke niše.

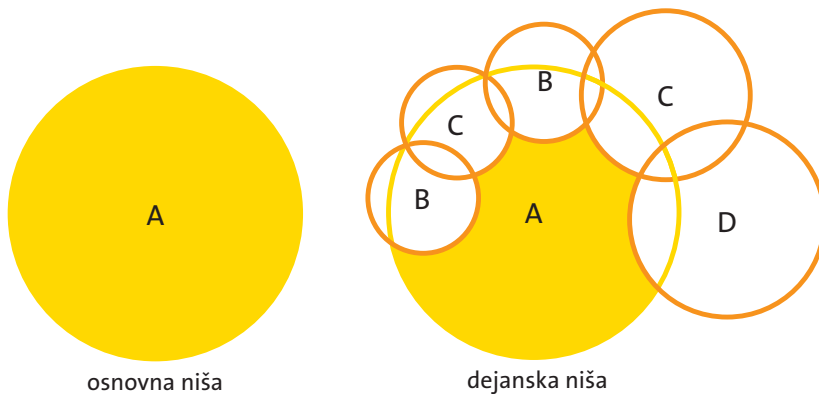
Ekološka niša združuje različne vidike življenja organizma

Ekološka niša (→ Vesolje se razvija in mi v njem) je večdimenzionalen prostor, v katerem vrsta udejanja vse svoje potrebe. Ekološka niša združuje različne vidike življenja organizma. **Prostorski vidik** vključuje habitat in razširjenost organizma, **funkcionalni vidik** vključuje delovanje organizma (na primer njegovo mesto v prehranskem spletu), **vedenjski vidik** pa vključuje medsebojne odnose z drugimi organizmi (na primer ali je organizem plenilec ali zajedavec). Niša vključuje tudi prilagoditve organizma, način izrabe virov in način njegovega vedenja. Vsi organizmi imajo osnovno nišo in dejansko nišo, ki je posledica sobivanja vrst. Kadar dve vrsti delno uporabljata iste vire, pravimo, da se njuni niši prekrivata.

Obseg virov, ki jih vrsta uporablja za svoje preživetje, nakazuje širino niše

Generalisti izkoriščajo širok nabor naravnih virov, **specialisti** pa ozek nabor naravnih virov. Če ni tekmovalja, nekatere vrste lahko razširijo svojo nišo, tako da spremenijo svoje vedenjske in prehranjevalne navade. Če sta ekološki niši dveh vrst podobni, je tekmo-

vanje med njima močnejše. Posledica tekmovanja je lahko zoženje ekološke niše populacije, ki je posledica fenotipske gnetljivosti vrste. Pri populaciji se pojavijo nove poteze in na ta način se populacija lahko izogne močnemu tekmovanju. Evolucijska posledica tega procesa je postopno povečevanje razlik v lastnostih organizmov v populaciji oziroma v adaptacijah (genotipskih prilagoditvah na ravni populacije), kar postopno vodi v ločevanje niš in uspešnejše sobivanje vrst v združbi.



Osnovna in dejanska niša vrste. Osnovna niša vključuje celoten razpon okoljskih danosti, v okviru katerih vrsta lahko živi. Uspešnejše vrste (B, C, D), katerih niše se prekrivajo z nišo vrste A, jo lahko izrinejo iz dela osnovne niše, na katero je najbolj prilagojena, tako da se njena dejanska niša spremeni.



Navadni modrin je pogost metulj, ki je razširjen tako na morski obali in kot tudi visoko nad drevesno mejo.



Kraško kuščarico najdemo na kamnitih, delno poraslih mestih ter parkih, vrtovih in vinogradih.

Razlike v nišah so lahko zelo majhne.

Vrsti galapaških ščinkavcev se razlikujeta po velikosti kljuna. Razlike so pomembne, ker je od velikosti kljuna odvisna velikost semen, s katerimi se vrsta prehranjuje. Osebk z majhnimi kljuni jedo majhna semena, osebk z srednjimi srednje velika, osebk z velikimi pa velika semena. Obe vrsti tekmuje za srednja semena, zato se vrsta, katere osebk imajo pretežno majhne kljune, začne prehranjevati izključno z majhnimi semeni, vrsta s pretežno velikimi kljuni pa z velikimi. Tako se zaradi velikosti kljuna niši obeh vrst nekoliko razlikujeta.

Invazivni tujerodni vrsti orjaška in kanadska zlata rozga lahko sobivata v istem habitatu in sta si po videzu precej podobni. Cvetita v časovnem zamiku, kar zmanjša tekmovanje za opraševalce.

Jelka sobiva z različnimi drevesnimi vrstami, največkrat s smreko in bukvijo. Jelka je uspešnejša, če je na rastišču skupaj s smreko kot pa z bukvijo. To je posledica različnega koreninskega sistema in zato drugačne ekološke niše. Medtem ko ima smreka plitev koreninski sistem, je jelkin razmeroma globok (kot pri bukvi), vendar slabo razvejan in ima izrazito glavno korenino. To je tudi eden od vzrokov, da jelka potrebuje globlja tla. Zaradi teh razlik smreka in jelka ne tekmuje neposredno za hranila in vodo.



Vsi ljudje imamo enako nišo.



Vsem predstavnikom človeške populacije viri niso enako dostopni. Ker smo vsi ljudje ena vrsta, velja, da je niša vseh ljudi enaka. Če želimo, da bo človeška družba uravnoteženo delovala, je predpogoj čim večja enakost med ljudmi. Ljudje ne omejujemo prostora in virov samo predstavnikom svoje vrste, ampak posredno in neposredno tudi številnim drugim vrstam. Naš način tekovanja ni le izkoriščevalski, ampak nemalokrat tudi uničevalen, saj ne le da izrabljamo vire in zasedamo prostor drugim vrstam, ampak tudi spreminjamo in celo uničujemo njihove habitate.



Tudi ljudje smo generalisti. Bivamo v očitno različnih okoljskih danostih.

Biti večji ni vedno prednost.

Pri znotrajvrstnem tekovanju pogosto velja, da so večji osebki uspešnejši. Vendar vedno ni tako, saj sta pomembni tudi starost in vitalnost osebkov, pri rastlinah pa tudi rastna oblika. Na primer v gozdu drevesa z veliko rastno obliko ogrožajo svoje mlade potomce. V primeru delovanja suše pa so drevesa ranljiva, saj imajo veliko listov, skozi katere izgubljajo vodo, za njihovo vzdrževanje pa je potrebne veliko energije. Tako imajo v skrajnih razmerah majhni osebki lahko tudi prednost.



Tujerodni pajesen je tekmovalno uspešna vrsta, vendar bo na tem mestu lahko ostala le ena rastlina.



Mlada rastlinica bukve ima malo možnosti za preživetje.

Plenilstvo in zajedavstvo pomenita korist za enega partnerja in škodo za drugega

Plenilstvo v najširšem smislu je odnos, kjer je en organizem hrana drugemu. Tako je plenilstvo v širšem pomenu tudi rastlinojedstvo, vsejedstvo in zajedavstvo. Odnos med plenilcem in plenom ključno vpliva na razmerja v populacijah in ekosistemu. Kakršen koli okoljski vpliv na plenilca ima vpliv na plen in obratno. Plenjenje je uspešno, če je razmerje med stroški (porabo energije za plenjenje) in dobitkom ugodno. Plenilstvo ima lahko dva različna izida. Če se številčnost plena poveča, jih plenilci pojedjo več ali pa postanejo številčnejši. Spremembe odnosov na eni prehranjevalni ravni lahko vplivajo na druge ravni. Ob pomanjkanju plena se plenilci generalisti preusmerijo na drug plen, medtem ko specialiste to močno prizadene in se zmanjša raven razmnoževanja ali številčnost osebkov plenilcev specialistov.

Rastlinojedstvo je tudi plenilstvo

Rastlinojedstvo je zaužitje dela ali celotne rastline. **Plenjenje rastlin** vključuje pašo živali ter hranjenje s semeni, plodovi in drugimi deli rastlin. Spremembe količine in kakovosti rastlinske biomase vplivajo na rastlinojede, kar vpliva tako na rastlinske kot tudi živalske populacije. Učinek je odvisen od tega, kateri del rastline je pojejen. Če so poškodovane korenine, to vpliva na privzemanje hranil in vode, pri objedanju listov je prizadeta fotosinteza, v primeru plenjenja semen in plodov pa razmnoževanje. Rastlinojedstvo zmanjša količino rastlinskih zalog ter vpliva na vitalnost in uspešnost rastline. Rastline so razvile različna kemična in mehanska »orožja« za obrambo pred plenilci (→ II, Organizmi imajo pred napadalci dobro razvite obrambne mehanizme). Izgube preprečijo ali zmanjšajo z izgradnjo različnih snovi (sekundarnih presnovnih proizvodov), kot so alkaloidi, fenoli in terpeni. Zato so rastline ali njihovi deli lahko odbijajočega vonja, neužitni ali celo strupeni. Zaščitne snovi so lahko stalno prisotne ali pa njihovo proizvodnjo izzovejo rastlinojedi. Kemična obramba je zelo učinkovita zaščita pred plenilci generalisti, medtem ko imajo specialiste različne prilagoditve, ki zmanjšajo učinkovitost zaščitnih snovi. Nekateri rastlinojedi so sposobni strupe nevtralizirati ali jih celo shraniti v svojih tkivih, da se zaščitijo pred svojimi plenilci. Tak način zaščite imajo gosenice monarha, ki objedajo liste sirske svilnice ter kumarični hrošči, ki objedajo kumare.

Drug način zaščite pred plenilci pa je mehanska zaščita s trni, dlačicami ali celo z vključevanjem silicija v svojo zgradbo, kot na primer pri travah. V nekaterih primerih rastline posnemajo druge, manj užitne rastline (mimikrija) in se na ta način izognejo plenilcem. Nekatere med njimi privabijo celo mravlje, da jih ščitijo pred plenilci.



Preslica vsebuje veliko količino kristalov silicijevega dioksida (kremena), ki jo ščiti pred plenilci.



V slogi je moč. Ličinke rastlinskih os (listaric) se hranijo v skupinah, da bi preplašile napadalce.



Odrasli škržadi se hranijo z rastlinskimi sokovi. Samci različnih vrst škržadov se oglašajo z različnimi napevi, s katerimi privabljajo samice. Ličinke živijo v tleh. Razvojni krog škržadov traja od nekaj pa celo do 17 let. Množično pojavljanje je eden od načinov zaščite pred plenilci.



Planinska kavka je vsejed. Hrani se z žuželkami, polži, jagodičjem, sadjem, brsti in semeni.



Kobranka pri hranjenju. Hrani se z manjšimi ribami, žabami, pupki ter njihovimi ličinkami. Plen požre živ.



Samice cvetnega pajka, ki lovijo na različnih cvetovih, se lahko prilagajajo barvi cveta, ki jim omogoča, da so uspešnejše pri plenjenju.



Navadni ali pisani močerad je zavarovan s svarilnimi barvami. Je repata dvoživka, ki zraste do 20 centimetrov. Njegov hrbet in boki imajo rumene lise na črni podlagi. Po vzorcu lahko prepoznavamo posamezne osebkke.

Plenjenje živali

Tudi živali odvrčajo ali svarijo možnega plenilca. Eden od načinov je zaščita plena s **svarilnimi** in **varovalnimi barvami**. Nekatere okusne vrste lahko posnemajo neokusne in se na ta način izognejo plenilcem. Druge posnemajo barvne vzorce in oblike v svojem okolju (na primer paličnjaki), da so manj vidne. Pomembni načini zaščite so še **čas pojavljanja** (na primer pri škržatih), **pobeg** ali **skrievanje** (na primer pri pticah in ribah), **veliko telo** (kot pri slonih in nosorogih), **oklepi** (pri želvi in pasavcu), različne **ostre strukture** (pri ježu in ježevcu, ki imata dlake preoblikovane v bodice) ter **strupeni** in **smrdljivi izločki** (na primer smradne žleze pri skunku, strupne žleze pri krastačah). Svarilne in varovalne barve lahko uporabljajo tudi plenilci, da lažje pridejo do plena. V ta namen so plenilci razvili tudi različne strategije lova. Način zaščite, ki je lasten tako rastlinskemu kot tudi živalskemu plenu, je **množično pojavljanje** bodisi osebkov bodisi semen ali plodov. Množičnost pomeni, da ima plenilec preobilico hrane, ki je ne more pojesti in je zato nekaj ostane. Tak način poznamo pri drevesih, ki imajo vsakih nekaj let obilico plodov, vmes pa razmeroma malo. Na primer, obilica žira pri bukvi v določenem letu vpliva na povečanje populacije polhov. Naslednje leto pa se številčnost populacije polhov močno zmanjša, ker je hrane občutno manj.



Nekateri plenilci se poslužujejo tudi naprav za lovljenje plena.



Mesojede rastline so plenilke živali. Takšna rastlina je alpska mastnica, ki pridobiva del hranilnih snovi iz ujetih živali, večinoma žuželk. Zato lahko uspeva na tleh, revnih z mineralnimi hranili. Mastnice imajo na površini listov in cvetnih stebelc žleze z lepljivimi izločki. Od tod tudi njihovo ime.

Poseben način plenilstva je **kanibalizem** (hranjenje z osebki iste vrste), ki se pojavlja pri populacijah v neugodnih razmerah in je pomemben mehanizem njihovega nadzora. Kanibalizem je razmeroma pogost. Opazili so ga na primer pri praživalih, različnih žuželkah in ribah ter celo pri šimpanzih in polarnih medvedih.

Priskledništvo ali komenzalizem

Priskledništvo je razmerje dveh ali več organizmov, pri katerem ima en organizem koristi, drugi pa nima niti koristi niti škode. Priskledništvo se nemalokrat omenja v povezavi s plenilstvom. Priskledniki so pogosto mrhovinarji, ker se hranijo s plenom plenilca, ko se ta od plena oddalji. Plenilec nima koristi niti škode, prisklednik pa dobi hrano, do katere sicer ne bi mogel. Priskledniške žuželke in pršice na mravljišču se prehranjujejo z ostanki hrane mravelj, ne da bi bile mravlje zaradi tega prikrajšane. Priskledniki so tudi nekatere vrste komarjev, ki ležejo ličinke v vodno mesojedo rastlino saracenijo, in spužva, ki živi prirasla na volnati rakovici, ki ji omogoča premikanje v okolju.

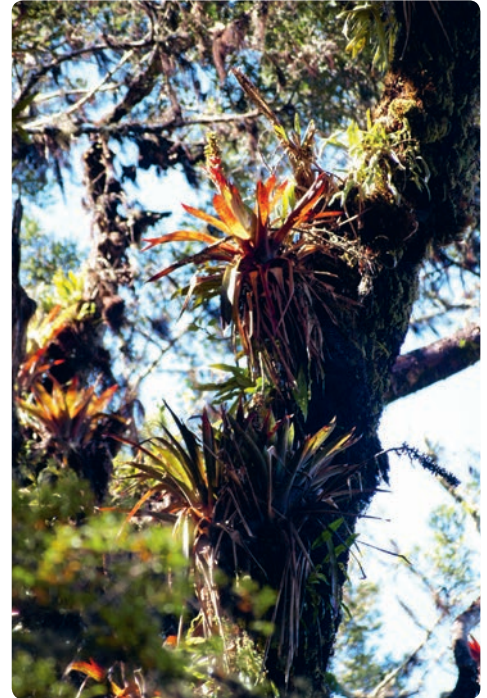
V rastlinskem svetu so »prisklednice« priraslike ali epifiti (različne semenke, praproti, mahovi, alge in lišaji), ki uporabljajo drevesa le kot habitat, osnovne vire, kot so ogljikov dioksid, mineralna hranila in voda, pa privzemajo same. Rast na drevesih jim omogoča življenje v ugodnejših svetlobnih razmerah.

Zajedavstvo ali parazitizem

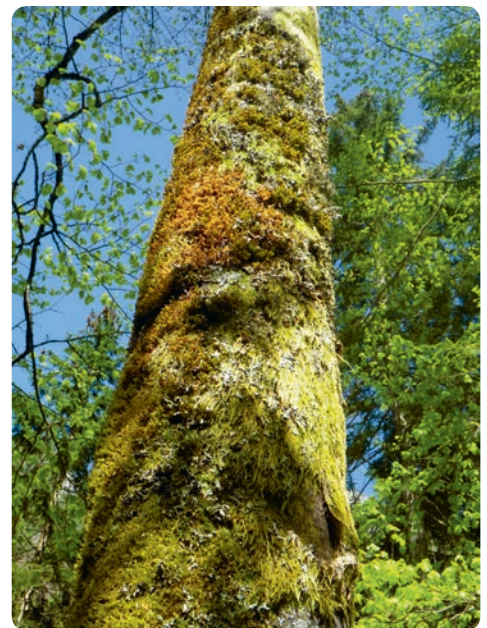
Zajedavstvo ali parazitizem je odnos med dvema vrstama organizmov, pri katerem ima zajedavec korist na račun gostitelja, vendar ga navadno ne ubije (→ III, Nekaj posebej pomembnih poglavij v evolucijski zgodovini). Odnos med gostiteljem in zajedavcem je podoben odnosu med plenilcem in plenom, vendar je v primeru **zajedavstva** povezava mnogo bolj tesna, saj je gostitelj zajedavčev vir hrane in habitat obenem. Zajedavec je zato neposredno odvisen od gostote populacije gostitelja.

V tem odnosu je potrebna precejšnja stopnja specializiranosti. Specializacija je posledica dolgotrajnega vzajemnega razvoja obeh partnerjev in se navadno pojavlja pri obveznih povezavah.

Zajedavce (parazite), ki živijo na površini gostitelja, imenujemo zunanji zajedavci ali **ektoparaziti**, to so na primer nekatere pršice. Zajedavce, ki živijo v telesu gostitelja, imenujemo notranji zajedavci ali **endoparaziti** (na primer trakulja). Zajedavce razdelimo tudi glede na njihovo velikost. **Mikroparaziti** so drobni organizmi, kot



Prisklednice v najširšem pomenu so tudi priraslike. Na sliki vidimo različne ananasovke, ki jih najdemo na vejah dreves v tropskem gozdu. Na ta način lahko pridejo do svetlobe.



Mahovi naseljujejo različne podlage. Obračajo tudi debla dreves.



Rastline, kot sta pojalknik (a) in predenica (b), so zajedavke.

Kukavice

Zajedavke v širšem pomenu besede so tudi nekatere vrste ptic iz rodu kukavic, ki prepustijo skrb za svoj zarod drugim valedim pticam. Samica blizu primerne gnezda čaka na priložnost, da lahko podtakne svoje jajce. »Krušni starši« zvalijo in vzredijo kukavičje mladiče, ki so večji in navadno izrinejo iz gnezda druga jajca in mladiče.



Srpična trstnica hrani kukavičjega mladiča.

so virusi, bakterije, praživali in glive, ki se hitro razmnožujejo. **Ma-kroparaziti** pa so večji, na primer gliste, klopi in bolhe. Imajo daljši generacijski čas in se ne razmnožujejo vedno v gostitelju. Največja težava zajedavcev je, kako priti v gostitelja in iz njega. Zajedavce med gostitelji prenašajo **prenašalci**. Zajedavci so lahko močno specializirani, da uspejo preživeti v gostitelju. Gostitelj se na okužbo odzove na različne načine; z vnetjem ter imunskimi ali kemičnimi odzivi (→ II, Organizmi imajo pred napadalci dobro razvite obrambne sisteme). Ker je smrt gostitelja škodljiva tudi za zajedavca, na ravni izbor poteka v smeri manj škodljivih oblik zajedavstva, torej da lahko živijo na ali v gostitelju, ne da bi povzročili njegovo smrt.

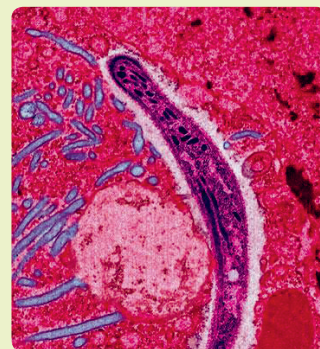
Posebna oblika zajedavstva je tatinsko zajedavstvo ali **kleptoparazitizem**, kjer zajedavec dobi hrano s krajo plena svojega gostitelja. Kleptoparazitizem je pogost pojav pri vrstah, kjer hranjenje plenilca s plenom poteka dlje časa. Tak odnos se pojavlja tudi med risom in medvedom, ki se hrani z ostanki risovega plena, še preden ris konča hranjenje.

Prenašalci malarije

Malarijo (→ I, Spremembe genoma), ki jo povzroča bičkar plazmodij, prenašajo komarji. Okužene samice prenašajo spore plazmodija v žlezah slinavkah. Spore se s pikom prenesejo v kri toplokrvnih živali in začnejo množiti v jetrih. Nastanejo razvojne oblike, imenovane merozoiti, ki vstopajo v rdeča krvna telesa in se tam delijo, dokler eritrocit ne poči. Takrat bolnik dobi napad. Plazmodij je dobro zaščiten pred gostiteljevim imunskim sistemom.



Samica komarja mrzličarja.



Plazmodij v času vstopa v človeško telo iz sline samice komarja mrzličarja.

Zajedavec v različnih fazah razvoja zajeda različne gostitelje.

Klopi so prehranski generalisti in imajo veliko različnih vretenčarskih gostiteljev, vključno s človekom. Imajo več razvojnih stopenj. Ko se samica nahrani, odpade z gostitelja in v nekaj tednih izleže jajčeca. Iz njih se razvijejo ličinke, katerih gostitelji so mali sesalci. Ličinke zajedajo gostitelja potem pa odpadejo. Po mirovanju se spomladi preobrazijo v novo obliko ličinke, ki jo imenujemo nimfa. Ta se oprime toplokrvne živali, spet hrani in zatem znova odpade. Po nekaj tedenskem mirovanju se preobrazi v odraslega klopca in se oprime večje živali ali človeka. Celoten razvoj klopca traja od enega do dveh let in v tem času klop zamenja tri gostitelje. Kri sesajo samo mladostni stadiji in samica. Pomembni gostitelji klopov so ptiči, ki med selitvami klope prenašajo na velike razdalje. Največja težava klopovega napada je okužba, saj klopi prenašajo mikroorganizme in viruse, s katerimi jih okuži gostitelj. Prenos poteka z vbodom ali izločki. Najpogostejša bolezen v Evropi je lymfska borelijoza, ki jo povzroča bakterija *Borrelia burgdorferi*. V Sloveniji za lymfsko boreliozo zbolijo 2000 ljudi letno. Prenašalci klopov so različni vretenčarji, klopi pa so prenašalci bakterij in virusov.



Tudi kraja cvetne medicīne je »tatinsko zajedavstvo«.

Nekatere vrste metuljev z dolgimi sesali mnogokrat iz cveta vzamejo medicīno, ne da bi oprášili rastlino. Nekatere vrste čmrljev pa celo prevrtajo cvetno odevalo in medicīno posrkajo. Ko je cvet preluknjan, pridejo še druge žuželke. Tak način kraja medicīne se na primer pojavlja pri sviščih, preobjedah in orlicah.

Mutualizem je vzajemen pozitiven odnos med vrstama

Podobno kot pri zajedavstvu je velika stopnja specializiranosti in vzajemnega razvoja obeh partnerjev prisotna tudi pri mutualističnih odnosih med vrstama (→ III, Nekaj posebej pomembnih poglavij v evlucijski zgodovini). V nasprotju s plenilstvom in zajedavstvom, ki prinašata škodo enemu od partnerjev, pa je ta odnos koristen za obe udeleženi vrsti.

Mutualizem je vzajemen pozitiven odnos med dvema vrstama, ki nastane na ravni organizma ali populacije. Primeri mutualizma so lišaji (→ III, Nekaj posebej pomembnih poglavij v evlucijski zgodovini), prebavni mutualizem bakterij v vampih prežvekovalcev, črevesna flora, mikoriza (→ II, Oskrba s hranili), odnos med opráševalci (→ II, Razmnoževanje) in rastlinami ter rak samotar in morska vetrnica. Odnos je lahko **simbiotičen** ali **nesimbiotičen**, **obvezen** ali **neobvezen**. Kadar sta organizma v obveznem simbiotičnem odnosu, sta fizično odvisna eden od drugega kot na primer alge in glive pri lišajih. Vrsti v obveznem nesimbiotičnem odnosu pa sta med seboj odvisni, vendar lahko živita neodvisno življenje, kot na primer mravlje, ki živijo v odebeljenih trnih akacije. Neobvezne povezave so navadno priložnostne. Neobvezna povezava obstaja med rastlinami in živalmi, ki so prenašalke plodov in semen. Semena se lahko med premikanjem slučajno oprimejo dlake ali perja. Plodovi lahko služijo kot hrana in jih živali pojedo, potem na drugem mestu iztrebijo in obenem mesto še pognojijo. Nekateri (na primer veverice) pa semena naberejo in skrijejo. V primeru, da na skrite zaloge pozabijo in so razmere ugodne, semena vzkaliijo.



Prenašalci semen so tudi veverice, ki pogosto »založijo« nabrana semena.



Počitek goveda po obilnem obroku.

Človeška mikrobiota

Črevesna mikrobiota je sestavljena iz mikroorganizmov, ki živijo v prebavnem traktu. Človeško telo je sestavljeno iz 10^{18} celic in v prebavilih vsebuje približno desetkrat toliko mikroorganizmov.



Poznamo tri oblike lišajev – skorjaste, listaste in grmičaste. Grmičasti so najbolj občutljivi na onesnaženje, saj imajo razraslo rastno obliko.

Prežvekovalci in mikroorganizmi

Prostoživeči prežvekovalci (srnjad) in domači prežvekovalci (govedo in drobnica) pridobijo hrano s pašo. Poglavitna sestavina njihove hrane so strukturni ogljikovi hidrati (celuloza) (→ I, Gradniki življenja), ki jih sami ne morejo razgraditi, zato jim pri tem pomagajo različni mikroorganizmi (bakterije, arheje, praživali in glive). Prežvekovalci hrano zaužijejo hitro, jo slabo prežvečijo in požrejo. Hrana potuje v vamp. Grobi delci se vrnejo v ustno votlino na vnovično prežvekovanje, kjer se sprošča veliko sline. Prežvekovalci imajo posebej prilagojen prebavni trakt, katerega najpomembnejši del predstavlja štiridelni želodec, ki ga sestavljajo trije predželodci, vamp, kapica in prebiralnik ter pravi želodec ali siriščnik (→ II, Oskrba s hranili). Od tu dalje poteka prebava hrane s pomočjo prebavnih sokov. Raziskave so pokazale, da večji del hrane prežvekovalcev predstavlja prav mikroorganizmi (→ III, Nekaj posebej pomembnih poglavij v evolucijski zgodovini).

Obvezni simbiotični mutualizem pomeni medsebojno odvisnost

Lišaji (→ III, Sistematski pregled živega sveta) so pomemben in razširjen način sožitja. Njihova steljka je zgrajena iz zelenih alg ali iz cianobakterij in gliv. Prve proizvajajo sladkorje, cianobakterije pa tudi vežejo zračni dušik, medtem ko glive privzemajo vodo in mineralna hranila, ščitijo alge pred različnimi vplivi (izsuševanjem, premočnim sončevim sevanjem) ter dajejo trdnost steljki. Sožitje alge in glive je večinoma obvezno, čeprav nekatere alge lahko živijo tudi samostojno. Lišaji se lahko popolnoma izsušijo (so poikilohidri) in so strpnji do skrajnih okoljskih dejavnikov (kot so pomanjkanje vode, visoke in nizke temperature), zato lahko preživijo na območjih, kjer večina drugih organizmov ne more. Zaradi preproste zgradbe in skromnih potreb so lišaji najpomembnejši pionirski organizmi na kopnem. Sodelujejo pri biološkem preperevanju kamnine in ustvarjajo razmere, ki omogočajo naselitev drugim organizmom. Brez njih bi bilo naseljevanje nenaseljenih območij zelo oteženo. Čeprav so razmeroma robustni, so zelo občutljivi na onesnaženje. Zato jih lahko uporabljamo kot kazalnike obremenjenosti okolja.

Mikoriza je obvezen ali neobvezen mutualistični odnos med rastlino in glivo

Sožitje med glivo in rastlino imenujemo **mikoriza** (→ II, Oskrba s hranili; III, Nekaj posebej pomembnih poglavij v evolucijski zgodovini). Zveza je lahko obvezna ali neobvezna, čeprav je večina kopenskih rastlin mikoriznih. Mikorizne glive preraščajo površino korenin ali segajo celo v njihovo notranjost. Preplet glivnih hif de-

luje kot podaljšek koreninskega sistema in lahko poveča površino za privzemanje mineralnih hranil in vode tudi od sto do tisočkrat. Kolonizacija korenin z mikoriznimi glivami ima pomembno vlogo pri kroženju hranil in pretoku energije. Vpliva na razgradnjo snovi v tleh ter na dostopnost vode in mineralnih hranil. Gostiteljska rastlina hitreje raste in je odpornejša na različne oblike stresa. Glive tudi varujejo rastlino pred patogenimi organizmi ter prestrezajo in kopičijo različne strupene snovi, na primer toksične kovine. V zameno pa rastline preskrbijo glivo z ogljikovimi hidrati. Raziskave so pokazale, da so rastline, ki rastejo v sožitju z glivami, mnogo bolj uspešne kot tiste, kjer ta povezava ni razvita. Mikoriza tudi omogoča rastlinam, da rastejo v okoljih, kjer sicer ne bi uspevale. Tak primer so vresovke, ki živijo na zakisanih tleh, revnih z mineralnimi hranili. Prisotnost mikorize tej skupini rastlin omogoča, da lahko preživi v okolju, revnem s hranili. S pomočjo mikorize se lahko rastline iste vrste ali celo različnih vrst med seboj povezujejo, tako da mineralna hranila, voda in sladkorji prehajajo od ene rastline do druge. Odnos med mikoriznimi glivami in rastlinami ima ugodne posledice za delovanje združb in ekosistemov.

Posebnost so tudi kukavičevke, ki imajo z glivami posebne **obvezne** povezave. Kukavičevke imajo drobna semena, ki nimajo založnih snovi. Mikorizne glive omogočijo semenu, da vzkali, mlade rastlinice pa preskrbijo tudi s sladkorji, ki jih dobijo od drugih rastlin. Prav sožitje z glivami je omogočilo kukavičevkam, da so postale ena najbolj pestrih skupin rastlin na našem planetu.



Brez mikoriznih gliv kukavičevke ne bi bile tako pestra skupina rastlin.

Ljudje izkoriščamo sobivanje cianobakterije s praprotnjo.

Mikroskopsko majhna nitasta cianobakterija (*Anabaena azollae*) živi v tkivu drobne vodne praproti (azole). Azola raste v počasi tekočih in stoječih vodah v zmernih in tropskih predelih. Azola skupaj s svojim partnerjem, ki veže dušik, že stoletja predstavlja pomembno gnojilo za riževa polja na Kitajskem in v nekaterih drugih azijskih deželah. Podobna povezava je znana tudi za vulkansko gunero.

V steblu gunere so cianobakterije, ki rastlini zagotavljajo uporabno obliko dušika.



Mikorizo najdemo pri večini rastlinskih vrst.

Fosilni ostanki kažejo, da so bile mikorizne povezave prisotne že pri prvih kopenskih rastlinah pred 450 milijoni let. V času razvoja so rastline in glive izoblikovale številna partnerstva. Zato ni čudno, da mikorizo najdemo pri večini rastlinskih družin v večini kopenskih ekosistemov. Danes prisotnost mikoriznih gliv odkrivamo celo pri vodnih in močvirskih rastlinah. Brez mikorize bi bila na našem planetu pestrost življenjskih oblik precej skromnejša, če se seveda ne bi razvila kakšna druga oblika sožitja.



Lastovičar pride do nagrade v koških nebinovk s svojim dolgim sesalom. Njegovo pozornost pogosto pritegnejo roza-vijoličasti cvetovi.



Hrošči ne tvorijo posebnih opraševalnih zvez. Obiskujejo cvetove različnih oblik, z močnim vonjem.

Povezava os in figovcev je mutualizem, ki obstaja že 80 milijonov let.

Posebna povezava se je razvila pri figovcih (rod *Ficus*), ki jih oprašuje več kot 600 različnih vrst os. Ose oprašijo ženske cvetove, nato ležejo jajčeca v razvijajočo jajčno celico, kjer nastane ličinka, iz katere se razvije odrasla žuželka. Moški osebki, ki se razvijejo prvi, preluknjajo figo in oplodijo ženske osebke, preden se dokončno razvijejo. Ko samice odrastejo, naberejo pelod in zletijo skozi luknjo, ki so jo naredili samci, ki poginejo v figi. Samice po vonju najdejo pravo vrsto figovca ob pravem času.



Opraševanje

Opraševanje rastlin (→ II, Razmnoževanje) poteka z vetrom, vodo ali živalmi. Opraševanje rastlin z živalmi je pomemben mutualističen odnos. Med živalmi so opraševalci večinoma žuželke, lahko pa tudi ptice (kolibriji), netopirji in še nekatere druge živali. Nekateri znanstveniki opredeljujejo odnos med rastlinami in opraševalci kot sožitje, kar velja le za nekatere primere, saj je povezava partnerjev po večini manj tesna kot povezava, ki smo jo spoznali pri lišajih in v primeru mikorize.

Živali obiskujejo cvetove zaradi hrane, v sušnih razmerah pa tudi zaradi vode. Oprašitev je največkrat slučajen dogodek. Rastline opraševalce privabljajo z oglaševanjem in nagrado. Pozornost opraševalcev pritegnejo bodisi z barvitim cvetom ali socvetjem bodisi z obarvanimi podpornimi listi in vonjem. Najpomembnejši nagradi, ki ob obisku čakata na opraševalce, pa sta cvetni prah in medicina (nektar), nekatere rastline proizvajajo celo olja. Izdelava nagrade je za rastline »draga«, saj za izgradnjo teh snovi potrebuje veliko energije. Medicina vsebuje sladkorje in aminokisline, medtem ko je cvetni prah še bolj hranljiv, saj vsebuje beljakovine, škrob, sladkorje, maščobe in številne presnovno pomembne elemente. Zato ni čudno, da si nagrade, ki jih naberejo žuželke, prilasčamo tudi ljudje.

Večina žuželk, ki se hrani z medicino, je **generalistov**. Žuželke, ki zbirajo medicino, po večini obiskujejo rastline zato, da bi jih izkoristile, in ne da bi jih oprašile. Ker je cvetenje razmeroma kratko, si žuželke, ki se hranijo z medicino, težko privoščijo, da bi bile odvisne le od ene vrste. Kljub temu pa so se zaradi večje uspešnosti obiskov tako za rastline kot za opraševalce pri nekaterih vrstah razvile obvezne **specialistične povezave**, ki povečajo verjetnost uspešne oprašitve. Pri specialističnih povezavah sta oblika cveta in tip nagrade usklajena z zahtevami opraševalca, zato so cvetovi najrazličnejših barv, oblik in velikosti. Hrošči navadno oprašujejo odprte, skledaste cvetove, medtem ko so opraševalci rastlin s cevastimi cvetovi živali z dolgim sesalom ali jezikom (ptice, metulji, večče). Tudi sproščanje vonjav je nemalokrat usklajeno z dnevno aktivnostjo opraševalcev. Za uspešnost opraševanja pa je ključna časovna usklajenost pojavljanja opraševalcev in cvetenja rastlin, zato so takšne zveze uspešne le v stabilnem okolju. Spremembe okolja lahko povzročijo bodisi zamik cvetenja bodisi zamik v razvoju žuželk ali spremembe v številčnosti osebkov posamezne vrste. Znatnim spremembam okolja smo, zaradi vplivov človeka in ogrevanja ozračja, priča tudi danes.

Mutualizem se je razvil iz drugih oblik odnosov med vrstami

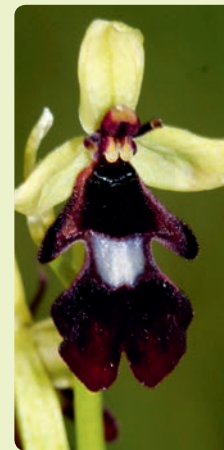
Populacijski ekologi predvidevajo, da se je mutualizem razvil iz odnosov med plenilcem in plenom, parazitom in gostiteljem ali iz priskledništva. Verjetno je sprva en partner zagotovil stalno razpoložljivost virov drugemu. Sčasoma so se začele pojavljati prednosti tudi za drugega partnerja in njegovo izboljšano delovanje je ugodno vplivalo na stanje prvega. Nesimbiotični mutualizem se je verjetno začel z izkoriščanjem. Ptice ali žuželke so prišle na rastlino, da bi se nahranile s pelodom, semeni ali plodovi. Pri tem so slučajno prenesle pelod na drugo rastlino ali raztrosile semena. Mutualističen odnos se ni razvil naenkrat, ampak je bilo potrebnih več tisoč obiskov različnih vrst.

Odnose med vrstami lahko izkoristimo za biološki nadzor.

Biološki nadzor je omejevanje velikosti populacij »škodljivcev« z izkoriščanjem odnosov med vrstami, na primer plenilstva, rastlinojedstva, zajedavstva. Ta način je uporaben v kmetijstvu ali za nadzor invazivnih vrst. V kmetijstvu lahko sadimo rastlinske vrste, ki s svojo rastjo ali izločki negativno vplivajo na plevel. Lahko pa uporabimo tudi živali, ki vplivajo na škodljivce. Tak primer so plenilske polonice, ki se prehranjujejo z drugimi žuželkami z mehkim zunanjim skeletom (na primer z listnimi ušmi). Pri izvajanju biološkega nadzora moramo biti zelo previdni, saj lahko težavo še povečamo, še posebej če vnašamo tujerodne vrste. Med najbolj znanimi neuspešnimi primeri je vnos indijskega munga na Mauritius, Male Antile, Havaje in druge otoke za nadzor podgan na poljih sladkornega trsa. Vrsta je namesto na podgane negativno vplivala na populacije domorodnih ptic in nekaterih plazilcev.

Nekatere rastline imajo nenavadne prilagoditve.

Nekatere rastline privabljajo opraševalce s posnemanjem. Oblika cveta in/ali vonj spominjata na samico opraševalca. To privabi samce in zgodi se tako imenovana psevdokopulacija (nepravo parjenje). Take prilagoditve ima rod mačje uho (*Ophrys*), ki sprošča snovi, podobne feromonom njegovih opraševalcev (→ II, Razmnoževanje).



Cvetovi muholikega mačjega ušesa z vonjem in obliko oponašajo samice nekaterih vrst kožekrilcev. Na ta način prevarajo samce žuželk, ki se želijo s cvetovi pariti in obenem oprašijo rastlino.

V naravi ni »škodljivcev« in ne »plevelov«, obstajajo le enakovredni organizmi, ki so povezani v različnih medvrstnih odnosih.

Izraz »škodljivec« ljudje uporabljamo za organizme (mikroorganizme in živali), ki se množično pojavljajo in povzročajo bolezni ter poškodbe ali pa se hranijo s poljščinami ali drugimi dobrinami, pomembnimi za ljudi. Do množičnega pojavljanja določenih organizmov v naravi pride v skrajnih razmerah (na primer sušah), bolj pogosto pa na območjih, kjer smo ljudje zasadili enovrstne sestoje rastlin (na primer v sadovnjakih in na njivah se pojavljajo različne žuželke, v smrekovih gozdovih podlubniki). Razlogi so različni: (1) enovrstni sestoji so biotsko revni zato v njih navadno ni plenilcev »škodljivcev«, (2) kulturne rastline so bile žlahtnjene v smeri večjega pridelka in zato niso dovolj odporne na plenjenje ter (3) večina kulturnih rastlin izhaja

iz drugačnih okoljskih razmer, zato so bolj občutljive na neugodne okoljske razmere v novem okolju.

Ljudje pogosto uporabljamo tudi izraz »pleveli«. To so rastlinske vrste, ki se množično pojavljajo tam, kjer smo ljudje posadili kulturne rastline (na njivah, vrtovih) in z njimi tekmujejo za prostor in vire. Vzrok za to so ugodne razmere za njihovo rast in razvoj. S sajenjem mešanih kultur lahko številčnost plevelov močno zmanjšamo. Tudi v naravi se določene rastlinske vrste lahko v določenih razmerah (zaradi uničenja biocenoze, ob neugodnih razmerah) množično pojavijo, vendar se številčna razmerja med vrstami navadno uravnajo, ko se razmere vrnejo v prejšnje stanje.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Življenjske združbe oblikujejo odnosi med organizmi, ki sobivajo v združbah in omogočajo delovanje ekosistema. Odnosi nastanejo med osebki iste vrste (znotrajvrstni) in med osebki različnih vrst (medvrstni). Učinki na posameznega partnerja v odnosu so lahko pozitivni, negativni ali nevtralni.
- ☞ Odnosi med osebki iste vrste nastanejo zaradi potreb po dobrinah (hrana, prostor, bivališče), razmnoževanja, selitev in prezimovanj ter celo zaradi premagovanja neugodnih okoljskih razmer.
- ☞ Tekmovanje za prostor, vire in partnerja je lahko znotrajvrstno ali medvrstno. Osebki iste vrste s tekmovanjem vplivajo na velikost populacije. Gostoto populacije uravnava vir, ki je omejujoč v uravnoteženih razmerah.
- ☞ Ločimo dva tipa tekmovanj med vrstami: neposredno (tudi interferenčno) in posredno (tudi izkoriščevalsko). Pri prvem osebki različnih vrst neposredno tekmujejo za prostor in vire, pri drugem pa osebki ene vrste delujejo na osebke drugih vrst z izčrpavanjem skupnih virov, ne da bi prišli z njimi v stik.
- ☞ Dve vrsti lahko sobivata, če spremenita svoji niši, tako da ju omejita ali ločita. V kolikor to ni mogoče, bo ena vrsta izginila. Ta pojav imenujemo tekmovalno izključevanje. Načelo tekmovalnega izključevanja temelji na konceptu ekološke niše.
- ☞ Ekološka niša je večdimenzionalen prostor, v katerem vrsta udejanja vse svoje potrebe. Niša vključuje habitat in razširjenost organizma, delovanje organizma in medsebojne odnose z drugimi organizmi. Vključuje tudi prilagoditve organizma, način izrabe virov in način njegovega obnašanja. Kadar dve vrsti delno uporabljata iste vire, pravimo, da se njuni niši prekrivata.
- ☞ Obseg virov, ki jih vrsta uporablja za svoje preživetje, nakazuje širino niše. Generalisti izkoriščajo širok nabor naravnih virov, specialisti pa izkoriščajo ozek nabor naravnih virov. Če ni tekmovanja, nekatere vrste lahko razširijo svojo nišo, tako da spremenijo svoje vedenjske in prehranjevalne navade.
- ☞ Plenilstvo je odnos, kjer en organizem služi kot hrana drugemu. Tako je plenilstvo v širšem smislu tudi rastlinojedstvo, vsejedstvo in zajedavstvo. Številčnost plenilca ima vpliv na plen in obratno. Plenjenje je uspešno, če je razmerje med porabo energije za plenjenje in dobitkom ugodno.

- ☞ Rastlinojedstvo je zaužitje dela ali celotne rastline. Plenjenje rastlin vključuje pašo živali ter hranjenje s semeni, plodovi in drugimi deli rastlin. Spremembe količine in kakovosti rastlinske biomase vplivajo na rastlinojede, kar vpliva tako na rastlinske kot tudi živalske populacije. Rastline so razvile različno kemično in mehansko obrambo pred plenilci.
- ☞ Živali odvrčajo ali svarijo možnega plenilca. Eden od načinov je zaščita plena s svarilnimi in varovalnimi barvami, čas pojavljanja, pobeg ali skrivanje, veliko telo, oklep, ostre strukture ter strupeni in smrdljivi izločki. Svarilne in varovalne barve lahko uporabljajo tudi plenilci, da laže pridejo do plena.
- ☞ Poseben način plenilstva je kanibalizem ali hranjenje z osebki iste vrste. Ta način je v neugodnih razmerah pomemben mehanizem nadzora populacij.
- ☞ Priskledništvo je razmerje dveh ali več organizmov, pri katerem ima en organizem koristi, drugi pa nima niti koristi niti škode. Priskledniki so pogosto mrhovinarji, ker se hranijo s plenom plenilca, ko se ta oddalji od plena.
- ☞ Zajedavstvo ali parazitizem je odnos med dvema vrstama organizmov, pri katerem ima zajedavec korist na račun gostitelja, vendar ga navadno ne ubije. Gostitelj je zajedavčev vir hrane in habitat obenem. Zajedavec je zato neposredno odvisen od gostote populacije gostitelja. Smrt gostitelja je škodljiva za zajedavca, zato je naravni izbor potekal v smeri manj škodljivih oblik zajedavstva.
- ☞ Kleptoparazitizem je odnos, kjer zajedavec dobi hrano s krajo plena svojega gostitelja. Pogost je pri vrstah, kjer hranjenje plenilca s plenom poteka dlje časa.
- ☞ Mutualizem je vzajemen pozitiven odnos med vrstama. Odnos je lahko simbiotičen ali nesimbiotičen, obvezen ali neobvezen. Kadar sta organizma v obveznem simbiotičnem odnosu, sta fizično odvisna eden od drugega, neobvezne povezave pa so navadno priložnostne.
- ☞ Lišaji so pomemben in razširjen način sožitja. Njihova steljka je zgrajena iz zelenih alg ali iz cianobakterij in gliv. Sožitje alge in glive je večinoma obvezno, čeprav nekatere alge lahko živijo tudi samostojno. Lišaji so najpomembnejši pionirski organizmi na kopnem.
- ☞ Sožitje med glivo in rastlino imenujemo mikoriza. Zveza je lahko obvezna ali neobvezna, čeprav je večina kopenskih rastlin mikoriznih. Mikorizne glive preraščajo površino korenin ali segajo v njeno notranjost. Preplet glivnih hif deluje kot podaljšek koreninskega sistema in poveča površino za privzemanje hranil in vode. Kolonizacija korenin z mikoriznimi glivami ima pomembno vlogo pri kroženju hranil in pretoku energije v ekosistemu.

- ☞ Opraševanje rastlin z živalmi je mutualističen odnos. Opraševalci so žuželke, ptice, netopirji in nekatere druge živali. Oprašitev je največkrat naključen dogodek. Rastline opraševalce privabljajo z oglaševanjem in nagrado. Pozornost opraševalcev pritegnejo z barvitim cvetom, socvetjem, obarvanimi podpornimi listi ali vonjem. Najpomembnejši nagradi sta cvetni prah in medičina. Zveze med opraševalci in rastlinami so po večini neobvezne, medtem ko so številne obvezne in so nastale z dolgotrajnim vzajemnim razvojem obeh partnerjev.
- ☞ Mutualizem se je razvil iz odnosov plenilec – plen, parazit – gostitelj ali iz priskledništva. Nesimbiotični mutualizem se je verjetno začel z izkoriščanjem. Mutualističen odnos se je razvijal postopno.

Narava ničesar ne dela nepopolno
in po nepotrebem.

Aristotel (384 pr.n.št.-322 pr.n.št.),
grški antični filozof in polihistor

Kaj je plevel? Plevel je
rastlina, katere vrline
še nismo prepoznali.

Ralph Waldo Emerson (1803-1882),
ameriški esejist,
pisatelj in filozof

Največja nerodnost, ki jo človek lahko izreče
za kakšno rastlino ali žival je: "Zakaj je
to dobro?" Kajti, če je dobra celota, je
dober vsak njen del, če to razumemo ali ne.
Življenje, ki se je izoblikovalo v milijardah
let, občudujemo, čeprav ga ne razumemo
popolnoma in samo nespametni spregleda
dele, ki so na videz nepotrebni. Upoštevanje
vsakega, tudi najmanjšega dela celote, je
predpogoj za preudarno ravnanje.

Aldo Leopold (1887-1948),
ameriški okoljevarstvenik

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Naštejte odnose med organizmi.
2. Zakaj so pomembni znotrajvrstni odnosi?
3. Za kaj osebkni tekmujejo?
4. V čem je pomen tekmovanja med osebki ene vrste?
5. Kaj je rezultat tekmovanja osebkov različnih vrst?
6. Razložite besedno zvezo tekmovalno izključevanje.
7. Kaj je ekološka niša? Ali se ekološka niša lahko spreminja?
8. Kako plenilstvo prispeva k pretoku energije v ekosistemu?
9. Kaj je rastlinojedstvo?
10. S čim se rastline in živali zaščitijo pred plenjenjem?
11. Zakaj se pojavlja kanibalizem?
12. Kaj z ekosistemskega vidika pomeni priskledništvo?
13. Ali lahko trdimo, da nekateri odnosi med organizmi prinašajo večje koristi za ekosistem?
14. Opišite pomen mikorize za oba deležnika in ekosisteme?
15. Zakaj pravimo, da so lišaji pionirski organizmi in v čem je njihov pomen?
16. V katerem primeru je opravevanje simbiotični odnos?
17. Na kakšen način so se v evoluciji razvijali mutualistični odnosi?
18. Zakaj so se lahko ohranili tudi negativni odnosi?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Zakaj so odnosi v združbi pomembni?
- Kaj je vzrok, da zajedavci ne uničijo gostitelja?
- Ali imata lahko dve vrsti enako ekološko nišo? Razložite.
- Primerjajte širino ekološke niše tujerodne rastlinske vrste japonski dresnik in nekaterih domorodnih zelnatih vrst (kot je na primer navadni lapuh).
- Opredelite osnovno in dejansko ekološko nišo ljudi.
- Zakaj imamo ljudje različen način življenja, čeprav imamo isto osnovno ekološko nišo? Ali se razlikujemo v ključnih potrebah?
- Ali smo ljudje generalisti ali specialisti? Pojasnite.
- V katero prehranjevalno skupino lahko uvrstimo ljudi?

Življenjske združbe so dinamični sistemi

Celovitost življenjskih združb je odvisna od okoljskih razmer in dejavnikov, ki vplivajo na odnose med vrstami. Nemalokrat se razvijejo medsebojni vplivi različnih razmerij med vrstami. Na primer obsežno plenjenje lahko zmanjša tekmovanje med plenjenimi vrstami. V različnih združbah lahko prevladujejo različne vrste, zato je pomembno, da razumemo, zakaj v nekaterih združbah prevladujejo ene, v drugih pa druge vrste. Največji razlog za razlike v pestrosti in vrstni sestavi združb so razlike v okoljskih danostih ter razlike v vrsti in jakosti odnosov med vrstami. Raznolikost vrst, ki gradijo življenjske združbe, nastaja v procesu evolucije.



Če je ena pot boljša od druge,
je to gotovo pot narave.

Aristotel (384-322 pr. n. št.),
starogrški filozof



Populacije so gradniki življenjskih združb

- Vrste v življenjskih združbah imajo lahko različne vloge
- Ali večja vrstna pestrost pomeni večjo stabilnost življenjske združbe?
- Življenjske združbe se v prostoru in času spreminjajo

Ekološko zaporedje je postopno spreminjanje življenjske združbe v času

- Vrste v različnih sukcesijskih stopnjah imajo različne lastnosti
- Tipi sukcesije

Motnje so vsakršna fizična sila, ki povzroči poškodbe in umiranje organizmov

- Hipoteza zmernih motenj
- Dobrodejni ogenj
- Poplave kot naravna motnja
- Rastlinske združbe lahko ublažijo delovanje motenj

Ključni pojmi

conacija
ekološka sukcesija
motnje
življenjska združba

Populacije so gradniki življenjskih združb

Življenjska združba je skupek soodvisnih populacij različnih vrst, ki sobivajo v določenem prostoru in času. Življenjsko združbo opišemo na podlagi prisotnosti in številčnosti vrst, ki jo sestavljajo. Življenjske združbe pogosto poimenujemo po najbolj zastopani vrsti po biomasi (na primer smrekovje po smreki) ali glede na značilne okoljske razmere (visokobarjanska združba šotnega mahu in ruševja). Ker v življenjskih združbah po biomasi večinoma prevladujejo rastline, jih večinoma poimenujemo po rastlinskih vrstah. Življenjske združbe so lahko vrstno revne, z le nekaj vrstami, ali pa vrstno zelo bogate.



Veliki sesalec, kot je jelen, je krovna vrsta.



Navadni trst je na Cerknškem jezeru dominantna vrsta.



V bukovem gozdu je ključna vrsta bukev.

Vrste v življenjskih združbah imajo lahko različne vloge

Krovne vrste so tiste vrste, ki vplivajo na življenjske razmere vrst, ki živijo znotraj njihovega območja.

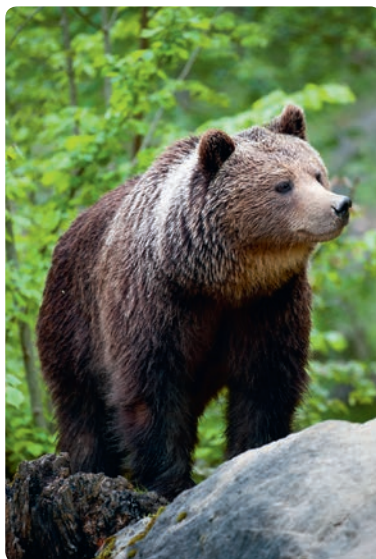
Dominantne vrste so tiste, ki prevladujejo v določenih ekosistemi.

Ključne vrste lahko pripadajo različnim skupinam organizmov in imajo pomembno vlogo pri ohranjanju zgradbe in delovanja ekosistema.

Karizmatične vrste imajo lastnost (na primer velikost, videz, barvitost perja, oglašanje), ki jih jasno loči od drugih vrst.

Vektorji so vrste, ki tvorijo povezave med vrstami (opraševalci, plenilci, prenašalci bolezni).

Ekosistemski »inženirji« so vrste, ki lahko močno spremenijo ekosistem.



Mravlje dejavno ustvarjajo svoje okolje, zato jih imenujemo tudi ekosistemski »inženirji«.

Rjavi medved je karizmatična vrsta. Človeka se izogiba in mu ni nevaren. Potrebuje obsežen življenjski prostor s čim manjšim vplivom človeka.

Endemiti so vrste, ki živijo le na določenem območju (v določenem arealu). To so bodisi potomci v preteklosti zelo razširjenih vrst ali, kot tudi rečemo, ostanki ali relikti (na primer iz ledenih dob) bodisi moderne vrste ali **neoendemiti**. Razlogi za pojavljanje so neobičajne življenjske razmere, kot na primer v kraškem podzemlju, prostorska ločenost (na primer odmaknjeni otoki) in spremembe razmer skozi zgodovino (ledene in medledene dobe). Za primer: tako imenovani glacialni relikti (ostanki ledenodobne flore) so avrikelj, skorjasti kamnokreč, dvocvetna vijolica in skalna kernejevka. Največ endemitov najdemo v gorskih predelih (na primer v Alpah, Pirenejih in Karpatih).

Ceh je skupina vrst, ki izkoriščajo iste vire (na primer različne pašne živali se pasejo na istem travniku).



Na meliščih in v skalnih razpokah raste Zoisova zvončnica, ki je alpski endemit.

Nekatere vrste imajo velik vpliv v ekosistemi.

Velike pašne živali, kot so na primer bizoni, imajo ključno vlogo v ekosistemi, saj lahko znatno vplivajo na zgradbo življenjske združbe. Imenujemo jih **ključne vrste**.

Raziskovalci so naredili poskus in bizonom omogočili pašo samo na nekaterih mestih prerijske, na drugih pa ne. Bizoni se v glavnem hranijo s travami. Najraje se pasejo po površinah, ki se zaraščajo po požarih. Območja, kjer bizonov ni bilo, so se kmalu zarasla z visoko travo in so bila biotsko zelo revna, medtem ko je bila pestrost na popasenih površinah večja, predvsem na račun dvokaličnic. Bizoni ugodno vplivajo tudi na kroženje snovi, saj njihov urin hitro razpade v amonij in nitrat, ki sta dostopna rastlinam, medtem ko se dušik iz razkrajajoče stelje sprošča zelo počasi. Ameriški bizon je bližnji sorodnik zobra, ki živi tudi v Evropi, oba pa izvirata iz že izumrle vrste *Bison sivalensis*.



Ali večja vrstna pestrost pomeni večjo stabilnost življenjske združbe?

Stabilnost življenjske združbe je mera zmožnosti združbe, da se po delovanju motenj oziroma neugodnih razmer povrne v uravnoteženo stanje. Ekologi si pogosto zastavljajo vprašanje: »Ali večja vrstna pestrost poveča stabilnost življenjske združbe?« Kar nekaj je dokazov, da je tako, saj različne vrste zasedajo različne habitate, kar omogoča boljši izkoristek virov. Hipotezo večje prožnosti pestre življenjske združbe podpira tudi dejstvo, da se v primeru upada pogostosti ene vrste, na primer zaradi suše, pogostost bolj strpnih vrst poveča. Drugi spet menijo, da je povezava šibka, in trdijo, da odziv življenjske združbe temelji predvsem na **dominantnih vrstah**.



Primer postopnega spreminjanja rastlinske združbe na prehodu med vodo in kopnim na zahodnem delu Bohinjskega jezera.

Življenjske združbe se v prostoru in času spreminjajo

Fizična in biološka zgradba življenjskih združb se spreminjata v času in prostoru. Spremembe okolja pomenijo ugodnejše razmere za življenje nekaterih vrst in manj ugodne razmere za druge. To vodi v postopno spreminjanje življenjskih združb. Spremembe okoljskih danosti se dogajajo tako v vodi kot na kopnem. Vpliv okolja na rastlinsko združbo je zelo dobro viden na območju, kjer se eden ali več dejavnikov postopno spreminja, kot na primer s povečevanjem nadmorske višine, globine vode, ravni talne vode, slanosti in podobno. V teh primerih rastlinske združbe postopno prehajajo ena v drugo, lahko pa se spreminja le prevladujoča vrsta. Pojav imenujemo pasovno pojavljanje ali conacija.

Conacijo povzroča spreminjanje vlažnosti tal v obrežnem pasu jezera, kjer na najbolj osušenem delu uspeva gozd, ki mu sledi obrežno vrbovje, v z vodo nasičenih tleh rastejo močvirske rastline, na poplavljenih površinah do globine metra ali dveh rastejo rastline s plavajočimi listi in potopljene rastline, zadnje v nizu pa so potopljene vodne rastline, ki jih najdemo do globine štirih metrov ali celo več.



Na sliki vidimo različne rastne oblike rastlin, ki se pojavljajo v življenjskih združbah na prehodu med vodo in kopnim.

Ekološko zaporedje je postopno spreminjanje življenjske združbe v času

Spreminjanje življenjske združbe v času imenujemo **ekološka sukcesija** ali **ekološko zaporedje**. Je postopno in na videz usmerjeno spreminjanje združbe na določenem območju, na primer zaraščanje travnika v gozd ali prehajanje jezera v visoko barje. Sukcesija je posledica spreminjanja okoljskih danosti zaradi delovanja organizmov v življenjski združbi. Gonilna sila sukcesije je naseljevanje

in nadomeščanje vrst z vrstami, ki so v novih razmerah uspešnejše. Naseljevanje, izginotje in nadomeščanje vrst je posledica tekmovanja. Jakost tekmovanja se povečuje s povečevanjem zrelosti ekosistema.

Vrste v različnih sukcesijskih stopnjah imajo različne lastnosti

Vrste zgodnjih sukcesijskih stopenj imenujemo tudi **pionirske vrste**. Pionirske vrste imajo v normalnih razmerah manjšo zmožnost tekmovanja, se hitro razmnožujejo in tudi hitro rastejo – so r-strategi (→ Organizmi živijo v populacijah). Po drugi strani v zrelejših življenjskih združbah prevladujejo tekmovalno močne vrste z malo potomci, ki imajo veliko sposobnost prilagajanja – so K-strategi (→ Organizmi živijo v populacijah).

Časovni vzorec spreminjanja združb določenega območja imenujemo **sukcesijsko zaporedje**. Proces sukcesije privede do stanja, ko sta proizvodnja in razgradnja v ravnovesju in se z vso razpoložljivo energijo vzdržuje največja možna biomasa. Končni stadij sukcesije imenujemo **klimaks**, kjer se ohranja dinamično ravnovesje med vrstami. Na razvoj klimaksne rastlinske združbe vplivajo značilnosti območja, kot so matična kamnina, tla in drugi okoljski dejavniki (na primer prisotnost motenj, temperatura in dostopnost vode). V ekosistemi nenehno umirajo osebk in se praznijo habitati, zato je klimaksno stanje le navidezno. Na različnih izpraznjenih mestih najdemo predstavnike združb različnih sukcesijskih stopenj. Tak primer je na primer čistina, ki nastane, ko v gozdu propade staro drevo. Zato so tudi zreli gozdovi lahko vrstno zelo pestri, saj so mozaik površin z različnimi vrstami. Proces sukcesije pa je nedokončana zgodba, pri čemer je uravnoteženo oziroma klimaksno stanje le statistični opis razmer na širšem območju.

V proces sukcesije so vključene tako rastline kakor tudi drugi organizmi. Pomembno vlogo imajo tudi rastlinojedi, ki neposredno in posredno vplivajo na hitrost sprememb združbe, saj imajo različne odnose z rastlinami, to so oprasčevanje, raznašanje semen, izbira hrane in objedanje. Raznolikost živali v različnih stopnjah sukcesije je odvisna od rastlinskih združb, pri tem je pomembna tudi raznolikost krajine.

Heterotrofna sukcesija

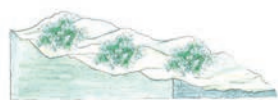
Del sukcesije je tudi **heterotrofna sukcesija**, ki večinoma temelji na razgradnji odmrle biomase primarnih proizvajalcev in drugih organizmov. Nosilci heterotrofne sukcesije so na primer bakterije, glive in žuželke. Razkrojevalci so zelo pomembni, saj zagotavljajo stalno dostopnost virov.

Tipi sukcesije

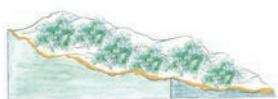
Primarna sukcesija je poseljevanje neporaščenih površin, ki jih organizmi s svojim delovanjem še niso spremenili. Zato tla še niso razvita, prav tako pa ni spor, semen ali drugih razmnoževalnih enot. Takšne površine so obalne sipine, rečne naplavine in površine, ki so močno spremenjene zaradi plazov in izbruhov vulkanov. Primarna sukcesija pa omogoča tudi dvigovanje rastlinske in drevesne meje zaradi sprememb podnebja.



Gola kamnina
Čas ekološkega zaporedja:
0 let



Lišaji
Čas ekološkega zaporedja:
50 let



Lišaji
Čas ekološkega zaporedja:
150 let



Praproti in zelišča
Čas ekološkega zaporedja:
250 let



Grmovje in manjša drevesa
Čas ekološkega zaporedja:
350 let



Zrel gozd
Čas ekološkega zaporedja:
500 let

Primarna sukcesija gozda je postopen in dolgotrajen proces. Najprej pionirske rastline omogočijo nastanek tal in šele nato se začnejo naseljevati bolj zahtevne rastline. Sočasno s povečevanjem celovitosti rastlinske združbe se spreminjajo tudi združbe živali in drugih organizmov.

Sekundarna sukcesija je naseljevanje predhodno že poraščenih površin. V tem primeru so tla že razvita in tudi razmnoževalne enote organizmov so na območju že prisotne. Mineralna hranila in energija so dostopnejši v zgodnejših stopnjah sekundarne sukcesije, potem pa postopno upadajo. Med najbolj proučevanimi primeri sekundarne sukcesije sta zaraščanje opuščene polja ali pašnika in sukcesija morskih travnikov.

Sukcesija poteka na dva načina: po celotni površini hkrati ali/in pa se pojavljajo jedra. Jedra so na primer visoke steblike, ki spremenijo razmere v takšni meri, da se začnejo naseljevati nove vrste. Rastline, ki olajšajo naselitev drugim vrstam, imenujemo tudi negovalne rastline.



a



b

Primera sekundarne sukcesije. Zaraščanje travnika v gozd. Po opustitvi paše se najprej začnejo pojavljati visoke steblike nato pa lesnate rastline (a). Zaraščanje nizkega barja z lesnatimi vrstami (b).

Primer primarne sukcesije – spreminjanje jezera v visoko barje

Raziskave našega paleobotanika Alojza Šerclja so pokazale, da je visoko barje Šijec na Pokljuki nastalo iz ledeniškega jezera. V njem so uspevale različne vodne rastline, kot so dristavci, rmanci, lokvanjevke in rogozi. Jezerce je izginilo pred približno 6900 leti, ko so začeli površino naseljevati šotni mahovi. Postopno je nastajalo barje. Do danes se je na barju nakopičila šest metrov debela plast šote. Končna sukcesijska stopnja na vseh slovenskih visokih barjih je združba šotnih mahov z ruševjem. Površina barja je zelo razgibana. Tvorijo jo kupčki šotnih mahov, luže, erozijski jarki in uravnani predeli. Tudi na visokem barju mozaičnost habitatov omogoča naselitev različnih vrst, tudi tistih, ki so značilne za zgodnejše sukcesijske stopnje.

Motnje so vsakršna fizična sila, ki povzroči poškodbe in umiranje organizmov

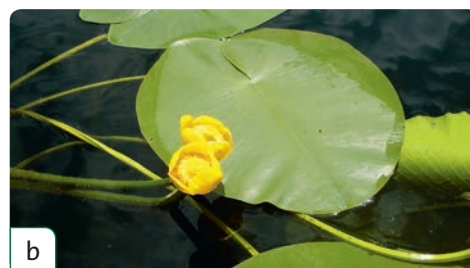
Motnje so naravne, lahko pa jih povzročamo ljudje. Naravne motnje so ogenj, paša, veter, spremembe vodostaja, valovanje, močan tok in vulkanski izbruhi. Ljudje pa motimo ekosisteme z izsekavanjem, požiganjem, obdelovanjem tal, pašo, rudarjenjem in urbanizacijo. Vsaka motnja prekine »sukcesijsko uro« in vrne sistem v zgodnejšo sukcesijsko stopnjo. Motnje se razlikujejo glede na jakost (koliko biomase je odstranjene oziroma kakšna je raven smrtnosti), pogostost (kolikšno je število motenj na časovno enoto, ponavljanje), krožnost (krožno ali slučajno pojavljanje) in območje delovanja, ki je lahko majhno ali veliko.

Hipoteza zmernih motenj

Motnje povzročajo mozaičnost, nastanek zaplat in nov krog sukcesije. Če se motnje krožno ponavljajo, se tudi življenjske združbe krožno spreminjajo. Motnje pa ne povzročajo le uničevanja in umiranja organizmov, ampak tudi priložnost za naselitev novih. Krožne naravne motnje so samo ena od danosti okolja za vzdrževanje življenjskih združb, ki so prilagojene na motnje. Vendar tudi za prilagojene združbe prepogoste motnje predstavljajo težavo, saj lahko preprečijo obnovo in povzročijo propad naravnih sistemov. Posledice motenj za življenjsko združbo so zelo različne. Na podlagi obsežnih raziskav so znanstveniki postavili **hipotezo zmernih motenj**, ki pravi, da je na območjih, kjer se pojavljajo zelo močne in obsežne motnje, in na tistih z zelo šibkimi motnjami biotska pestrost organizmov nižja kot na območjih z zmernimi motnjami.

Primer sekundarne sukcesije – sukcesija kraških košenic

Zaraščanje kraških košenic je primer sukcesijskega niza s slovenskega Krasa. Po opustitvi košnje se na pokošenih površinah najprej pojavi združba dlakavega gadnjaka in navadne oklasnice, potem se začno pojavljati visoke steblike (na primer širokolistni in gorski jelenovec). Visoke steblike lahko zaradi svoje velikosti zelo spremenijo razmere na rastišču. V naslednji stopnji se začno naseljevati lesnate rastline in nastane združba z rujem, ki ji sledi združba rdečega dreva in malega jesena ter nato gozd črnega gabra in vilovine. Klimaksna stopnja ekološkega zaporedja je združba puhastega hrasta in črnega gabra.



Če je vodna faza na Cerkljskem jezeru dovolj dolga, se lahko množično pojavijo prave vodne rastline (a). Ko voda odteče, potopljene vodne rastline večinoma propadejo, medtem ko tiste s plavajočimi listi lahko preživijo tudi na kopnem. Takšna rastlina je rumeni blatnik (b), (c).



Gozdni požar se zelo hitro širi, kar preprečuje večje poškodbe ekosistema.



Na območjih, kjer je požar naravna motnja, se življenjska združba zelo hitro obnovi.



Nekatere rastline so na požare dobro prilagojene. Učinkovita zaščita je tudi debela skorja. Na sliki je deblo nepravega plutovca, ki ga pred ognjem ščiti debela plast plute.

Dobredejni ogenj

Ogenj je najobsežnejša motnja na kopnem. V naravnih razmerah pride do vžiga, ko se nabere dovolj suhe odmrle biomase (goriva). V razmerah sušnega podnebja je ogenj ponavljajoča se naravna motnja. Če ne bi bilo ognja, bi se nakopičilo ogromno suhe, odmrle biomase. Razgradnja v sušnih razmerah je počasna, zato bi kmalu začelo primanjkovati mineralnih hranil. Zaradi velike množine suhe biomase pa bi lahko prišlo do katastrofalnega požara. V okoljih, kjer je ogenj naravna motnja, so organizmi nanj dobro prilagojeni. Sposobnost preživetja ognja pri rastlinah je odvisna od zmožnosti rastline, da lahko tvori nove poganjke na bazi starega poganjka ali iz podzemnih delov. Take rastline najdemo tudi v Sredozemlju, kjer je ogenj pogosta motnja. Dobro prilagojeni vrsti sta na primer jagodičnica in črničevje. Veliko sposobnost obnavljanja ima na primer tudi kanarski bor, ki lahko požene nove poganjke celo iz preživelih vej. Pomembna prilagoditev pri drevesih je debela skorja, kot na primer pri hrastu plutovcu, ki je učinkovita zaščita pred visokimi temperaturami in ognjem. Zanimivo je tudi, da semena številnih rastlin ogenj celo potrebujejo za uspešno kalitev, saj kalijo, šele ko so izpostavljena vročini, ognju ali dimu.

Požari so za določene ekosisteme koristni in celo nujno potrebni, saj vplivajo na izbor vrst na območju in imajo pozitiven vpliv na življenjsko združbo in ekosistem kot celoto ter pomlajujejo sestoje. Vsak večji požar povzroči nov krog sukcesije (požarni krog). Nenaadni požari na območjih, kjer organizmi niso prilagojeni na ogenj, so uničujoči za življenjske združbe in so v resnici katastrofe.

Poplave kot naravna motnja

Naše presihajoče Cerkniško jezero je deležno obilo pozornosti in čudenja, ker ga zaznamujejo obsežne spremembe vodostajev. Povprečno tri mesece v letu, po navadi v poletnem času, jezero presahne, medtem ko se z jesenskim deževjem napolni z vodo in poplavi kar 24 km² površine Cerkniškega polja. Kadar je padavin veliko, se jezero lahko napolni v enem tednu, kar bi za organizme, ki tam živijo, lahko predstavljalo težavo. Če bi bilo res tako, Cerkniško jezero danes ne bi bilo izjemno biotsko pester ekosistem. Vendar ni tako, saj je večina organizmov, ki tam živijo, dobro prilagojena na spremembe vodostaja, njihovi življenjski krogi pa usklajeni z ritmom pojavljanja poplav in suš. Na območju Cerkniškega jezera najdemo številne rastline, ki jim pravimo amfibijske rastline ali rastline dvoživke, kot so na primer vodna dresen in prava potočarka. Te rastline ob spremembi osredja (voda/zrak) razvijejo nove liste, ki so uspešni bodisi na kopnem bodisi v vodi. Drugi organizmi spremembe preživijo tako, da se izognejo neugodnim razmeram, tvorijo trajne



Poplave ne predstavljajo težave, če se pojavljajo na območjih, kjer je to del naravnega dogajanja. Ob skrajnih poplavih voda na Cerkniškem jezeru prekrije tudi več kot 30 km² površine Cerkniškega polja.

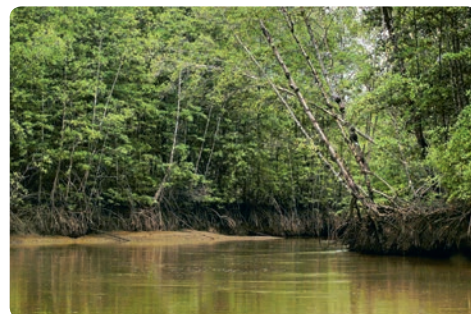
oblike (na primer planktonski organizmi) ali pa so strpni do sprememb (na primer navadni trst). Težava nastane, kadar pojavljanje poplav ni usklajeno z življenjskimi krogi organizmov. Takrat so negativni učinki predvsem na planktonske, ribje in ptičje populacije neizogibni.

Katastrofičnost poplav v veliki meri povzročamo ljudje sami. Glavni razlog je poseganje v zgradbo naravnih ekosistemov in spremembo njihove vloge v krajini. Najbolj usodne so spremembe v rastlinskih združbah, tleh in vodnih telesih, kar neposredno vpliva na zadrževalno sposobnost krajine za vodo. Uničevanje gozdov in izsuševanje močvirij povečuje hitrost odtekanja vode. Skrajne poplave so večinoma le odraz neuravnoteženosti elementov vodnega kroga. Ljudje pa svojo ogroženost zaradi poplav še povečujemo z naseljevanjem v obvodni prostor.

Rastlinske združbe lahko ublažijo delovanje motenj

Tudi viharji imajo lahko uničujoč vpliv na organizme in njihove habitate. Močni vetrovi povzročijo lomljenje in izkoreninjanje rastlin ter premeščanje erodiranega materiala. Posebno uničujoči so cunamiji, ki lahko popolnoma uničijo določeno območje. Cunamiji so zaporedje visokih valov, ki jih povzročijo podvodni izbruhi vulkanov, potresi in druge motnje v oceanih. Raziskave so pokazale, da lahko obalno rastlinstvo ublaži uničujoče delovanje valov na kopnem. Zelo učinkoviti pri tem so obalni gozdovi mangrov, ki pa so danes izpostavljeni množičnemu uničevanju.

Ljudje dobro poznamo varovalni pomen gozdov, saj varujejo krajino pred vetrom, vodo in zameti. Varovalne gozdove sadimo na območjih, kjer je močna burja.



Gozdovi mangrov blažijo delovanje valov.



Posebno pomembne so rastline na strminah ali bregovih voda, kjer preprečujejo hitro odtekanje vode in zato varujejo zemljišča pred erozijo in plazovi.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Življenjska združba je skupek soodvisnih populacij različnih vrst, ki živijo v določenem prostoru in času. Združbo opišemo na podlagi prisotnosti in številčnosti vrst, ki jo sestavljajo. Največji razlog za razlike v pestrosti in vrstni sestavi življenjskih združb so razlike v okoljskih danostih ter razlike v vrsti in jakosti odnosov med vrstami.
- ☞ Vrste v življenjskih združbah imajo različne vloge.
- ☞ Stabilnost življenjske združbe je mera zmožnosti združbe, da se po delovanju motenj oziroma neugodnih razmer povrne v prejšnje stanje.
- ☞ Fizična in biološka zgradba življenjskih združb se spreminjata v času in prostoru. Spremembe so vidne na območjih, kjer se okoljske razmere (globina vode, raven talne vode, slanost, temperatura) postopno spreminjajo. Pojav imenujemo pasovno pojavljanje ali conacija.
- ☞ Postopno in na videz usmerjeno spreminjanje življenjske združbe na določenem območju imenujemo ekološka sukcesija ali ekološko zaporedje. Sukcesija je posledica spreminjanja okoljskih danosti zaradi delovanja organizmov v združbi. Vrste zgodnjih sukcesijskih stopenj imenujemo tudi pionirske vrste. Časovni vzorec spreminjanja združb določenega območja imenujemo sukcesijski niz.
- ☞ Končno stopnjo sukcesije imenujemo klimaks. Na razvoj klimaksne življenjske združbe vplivajo značilnosti območja. Klimaksno stanje je le navidezno končno, saj najdemo na različnih izpraznjenih mestih ekosistema nove vrste in predstavnike združb različnih sukcesijskih stopenj.
- ☞ Ločimo dva tipa sukcesije. Primarna sukcesija je poseljevanje neporaščenih površin oziroma površin, ki jih organizmi s svojim delovanjem še niso spremenili, sekundarna sukcesija pa naseljevanje predhodno že poraščenih površin.
- ☞ Motnje so vsakršna fizična sila, ki povzroči poškodbe in umiranje organizmov. Ločimo naravne motnje, kot so ogenj, paša, veter, spremembe vodostaja, valovanje, močan tok in vulkanski izbruhi, ter motnje, ki jih povzročamo ljudje. Motnje povzročajo mozaičnost, nastanek zaplat in nov krog sukcesije. Zmerne motnje omogočajo največjo biotsko pestrost.
- ☞ Na območjih, kjer je ogenj naravna motnja, so organizmi nanj dobro prilagojeni. Požari vplivajo na izbor vrst, imajo ugoden vpliv na življenjsko združbo in ekosistem kot celoto ter pomlajujejo sestoje. Nenadni požari na območjih, kjer organizmi niso prilagojeni na požare, so uničujoči za življenjske združbe in so naravne katastrofe.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj je življenjska združba in kako jo opišemo?
2. Naštejte vloge, ki jih različne vrste opravljajo v življenjskih združbah.
3. Kaj je vzrok za pasovno pojavljanje življenjskih združb?
4. Kaj je ekološko zaporedje ali sukcesija?
5. Kaj »poganja« sukcesijo?
6. Kakšna je razlika med primarno in sekundarno sukcesijo?
7. Kdaj se sukcesija konča?
8. Kakšno je stanje v ekosistemu ob koncu sukcesije in od česa je odvisno?
9. Kakšen vpliv imajo na življenjske združbe motnje?
10. Zakaj in v kakšnih razmerah ima ogenj lahko tudi dobre dejne učinke?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Kaj si predstavljate pod besedno zvezo stabilnost združbe?
- Kakšna je razlika med pionirskimi in klimaksnimi vrstami?
- Kakšna je vloga živali pri ekološkem zaporedju?
- Kdaj so požari in poplave katastrofe?
- Kaj vpliva na obsežnost poplav?
- Kakšne so posledice na kopnem, ko voda prestopi bregove?
- Kako bi lahko ublažili negativne učinke poplav?



Ekosistem

Letalo leti nad gričevnato krajino. Sledi človeka odslikavajo vzorce: naselja, ceste, njive, mejice, travnike in zaplate gozda. Nenadoma se krajina spremeni in najdemo se nad Alpami. Z gozdovi porasla pobočja, visokogorski travniki in skalovja. Gozd se v nepravilnem vzorcu zajeda v travnike in skalovje. Prstaste oblike postopno prehajajo ena v drugo. V daljavi se zasveti jezero, stisnjeno v ozki dolini. V sosednji dolini se kot srebrn trak vije reka. Ponekod je trak prekinjen, ker ga prekrivajo goste krošnje dreves in grmovja, ki raste vzdolž reke. Gorski hrbti in vzorci na njih se nadaljujejo. Tu in tam je videti odmaknjeno kmetijo. Potem se svet zravnja in spet se pojavijo vzorci, ki jih je zarisal človek. Rjave, zlato rumene in zelene kmetijske površine pravilnih oblik z ravnimi, le redko ukrivljenimi, ostrimi robovi. Spet zagledamo reko, ki je v tem delu popolnoma drugačna; širša in jasno zarisana v krajini. Obrežnega drevja in grmovja je malo, ponekod ga celo ni. Travniki in njive segajo do struge. Vmes so začrtane ceste, ki sekajo zaplate še na manjše dele. Krajina je iz zraka videti kot krpanka, ki jo sestavljajo: gozdovi, travniki, skalovja, reke, jezera in njive. Meje med zaplatami so bolj ali manj jasno začrtane. Ali ste se kdaj vprašali, zakaj je krajina tako raznolika; zakaj ponekod uspeva gozd, drugje pa se razprostira močvirje ali travnik? In zakaj je skupnost organizmov na enem delu travnika ali gozda drugačna kot tista na drugem?

Sončevo sevanje je sila, ki je v milijardah let izoblikovala čudežen splet življenja na tem planetu. Deluje varno in popolno ter postavlja meje našim potrebam in našemu pohlepu.

Theodore B. Taylor (1925 - 2004),
ameriški fizik, oblikovalec jedrskega
orožja in kasneje borec za njegovo
uničenje

Če želimo ustaviti uničevanje
ekosistemov, moramo "razmišljati
kot ekosistem".

Douglas P. Wheeler,
ameriški okoljevarstvenik



Ključni pojmi

*biocenoza
biotop
ekološka učinkovitost
ekosistem
ekoton
primarna proizvodnja
sekundarna proizvodnja*

Ekosistem je skupnost vseh organizmov in fizičnega okolja na določenem območju

- Ekosistemi imajo meje

Živiljenjska združba je sestavljena iz primarnih in sekundarnih proizvajalcev

- Primarni proizvajalci predstavljajo osnovno raven v ekosistemu
- Sekundarni proizvajalci so potrošniki in razkrojevalci

Energija se enosmerno pretaka skozi ekosisteme, snovi krožijo

- Ekosisteme poganja energija Sonca
- Prehranjevalne verige in spleti so poti, po katerih se pretaka energija in krožijo snovi
- Ekosistemi so odprti
 - Organizmi vplivajo na abiotško okolje

Ekosistem je skupnost vseh organizmov in fizičnega okolja na določenem območju

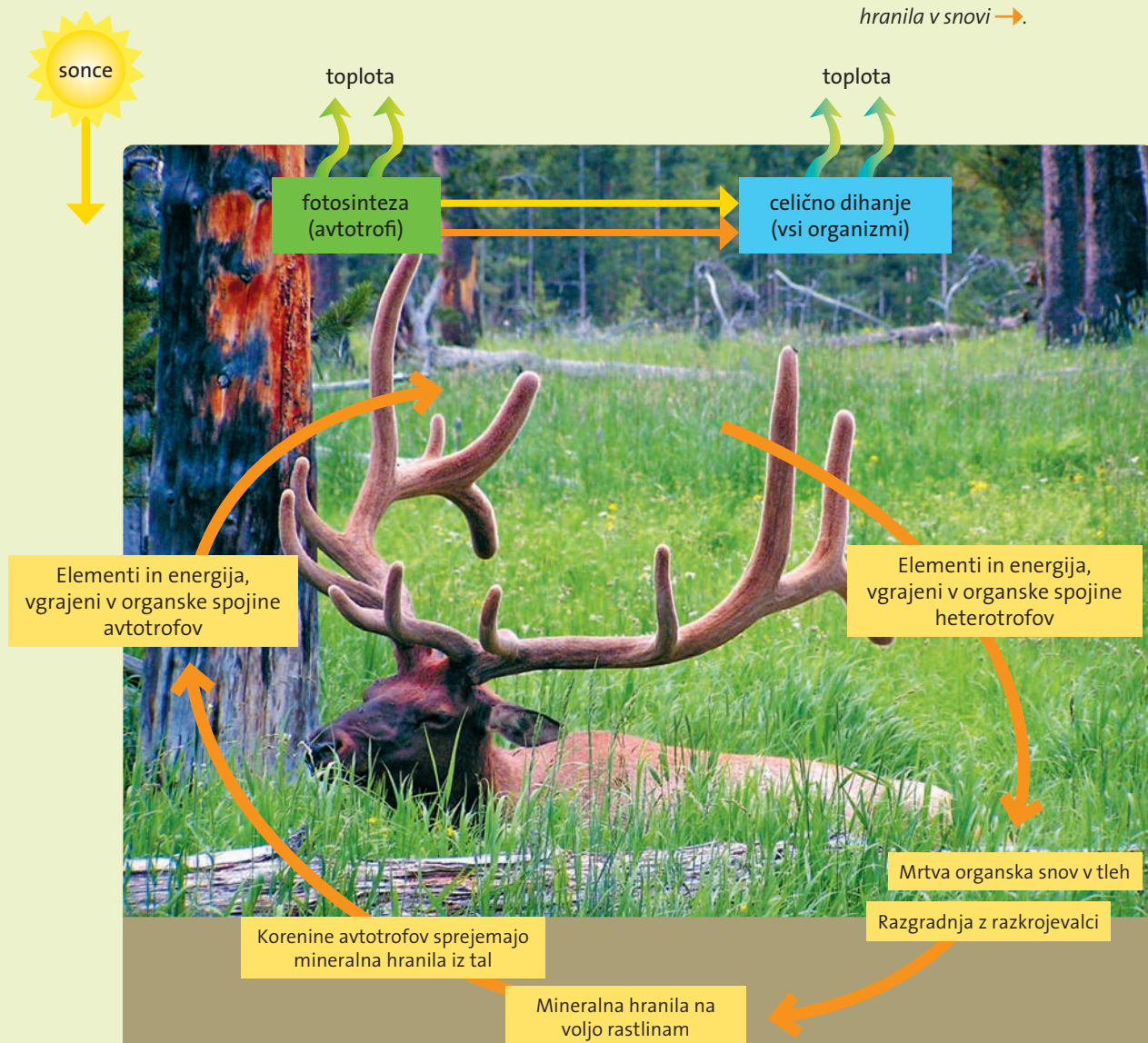
Ideja o ekosistemu se je razvijala.

Ideja ekosistema izhaja iz 19. stoletja, ko je ameriški znanstvenik Stephen Alfred Forbes za jezero uporabil besedo mikrokozmos. V začetku 20. stoletja so nekateri znanstveniki ekološko združbo poimenovali superorganizem. Prvi je besedo ekosistem uporabil britanski ekolog Arthur Tansley (1935), ki je zapisal, da je ekosistem celoten sistem, ki ne vključuje samo vseh organizmov, ampak tudi vse fizične dejavnike, ki tvorijo tisto, kar imenujemo okolje. Organizmov ne moremo ločiti od fizičnega okolja, saj skupaj tvorijo sistem. Tansleyjev koncept sta nadgradila ameri-

ška ekologa Eugene in Harvard Odum, ki sta ekosisteme (in organizme) opredelila kot energijske sisteme (v katerih veljajo zakoni termodinamike), ki s svojim okoljem neprestano izmenjujejo snov in energijo. Vezava in pretvorba energije v prehranjevalnem spletu omogoča zmanjševanje nereda (entropije) v sistemu

in povečanje nereda v okolju. Trdila sta, da lahko vse, kar se v ekosistemu zgodi, opišemo z vidika energije (→ I, Celica kot energijski sistem).

Snovi v ekosistemu krožijo, energija pa skozenj teče in se v končni stopnji pretvori v toploto (→ I, Celica kot energijski sistem). Energija →, hranila v snovi →.



Skupnost vseh živih organizmov v ekosistemu je **življenjska združba** ali **biocenoza**.

Neživi del obsega fizično okolje organizmov oziroma **življenjski prostor** ali **biotop**. Življenjski prostor vključuje tla (vključno z odmrliimi organizmi in deli organizmov), zrak in vodo, različne mehanske dejavnike, kot so težnost, veter, ogenj, ter fizikalne, kot so temperatura, sevanje, vlažnost, in kemijske značilnosti okolja, to so pH, prisotnost mineralnih snovi. Vsi ekosistemi skupaj tvorijo **ekosfero**. Ekosfera se razlikuje od ekosistemov po tem, da je prostorsko omejena na planet Zemljo, medtem ko se meje ekosistemov lahko spreminjajo.

Ekosistemi imajo meje

Meje naravnih ekosistemov so nepravilnih oblik, ker so posledica okoljskih razmer, v katerih se ekosistem razvija. Večinoma so zabrisane, saj se zaradi postopnega spreminjanja razmer pojavljajo prehodne življenjske združbe. Izjemoma, zaradi značilnosti krajine ali pa če naravni ekosistemi mejijo na njive in pašnike, so meje ravne in ostro začrtane. Prehod med dvema ekosistemoma imenujemo **ekoton**. Postopni prehod iz ene življenjske združbe v drugo ima zaščitni pomen, saj varuje osrednji del ekosistema pred neposrednimi vplivi. Tako se med gozdom in travnikom pojavlja gozdni rob, med kopenskim in vodnim ekosistemom pa obrežni pas. V predelu gozdnega roba najdemo vrste, ki se sicer pojavljajo v zgodnejših sukcesijskih fazah gozda.

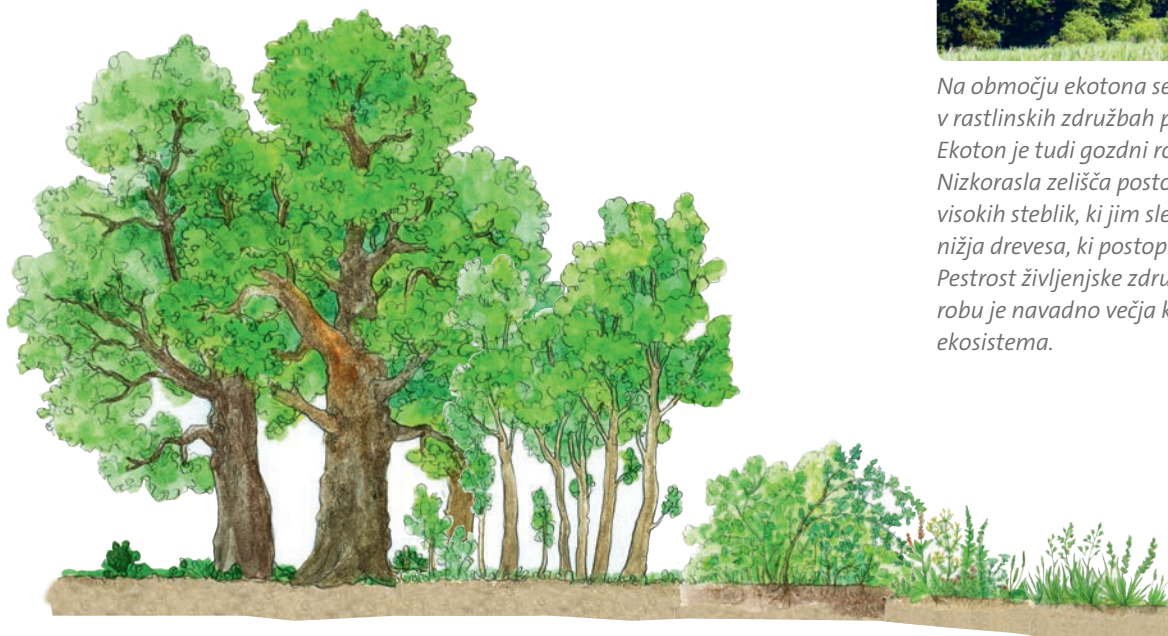
Ostri prehodi med ekosistemi, ki jih naredi človek, lahko povečajo ranljivost ekosistema, saj so vrste osrednjih delov ekosistemov bolj občutljive na spremembe okoljskih dejavnikov.



Shematska predstavitev različnih ekotonov. Različni barvi predstavljata različne ekosisteme, npr. njivo in gozd ali jezero in travnik.



Na območju ekotona se rastne oblike rastlin v rastlinskih združbah postopno spreminjajo. Ekoton je tudi gozdni rob. Ima klinasto obliko. Nizkorasla zelišča postopno prehajajo v pas visokih steblik, ki jim sledi grmovje in nato nižja drevesa, ki postopno prehajajo v gozd. Pestrost življenjske združbe na gozdnem robu je navadno večja kot v osrednjem delu ekosistema.



Življenjska združba je sestavljena iz primarnih in sekundarnih proizvajalcev

Primarni proizvajalci so avtotrofi, ki si sami izdelajo energijsko bogate organske snovi, **sekundarni proizvajalci** pa so heterotrofi (→ II, Oskrba s hranili).

Primarni proizvajalci predstavljajo osnovno raven v ekosistemu

Primarni proizvajalci so nekatere bakterije (na primer cianobakterije), alge in vse zelene rastline. Poskrbijo za vnos energije in njeno pretvorbo v kemično energijo. V procesu fotosinteze s pomočjo svetlobe vežejo ogljikov dioksid iz zraka in ga pretvorijo v organsko snov, ki je dostopna heterotrofnim organizmom, vključno s človekom. Obenem pa se sprošča kisik, ki omogoča dihanje vsem aerobnim organizmom (→ I, Fotosinteza; II, Oskrba s hranili). Živo snov (**biomaso**), ki nastane na tak način, imenujemo **primarna proizvodnja**.

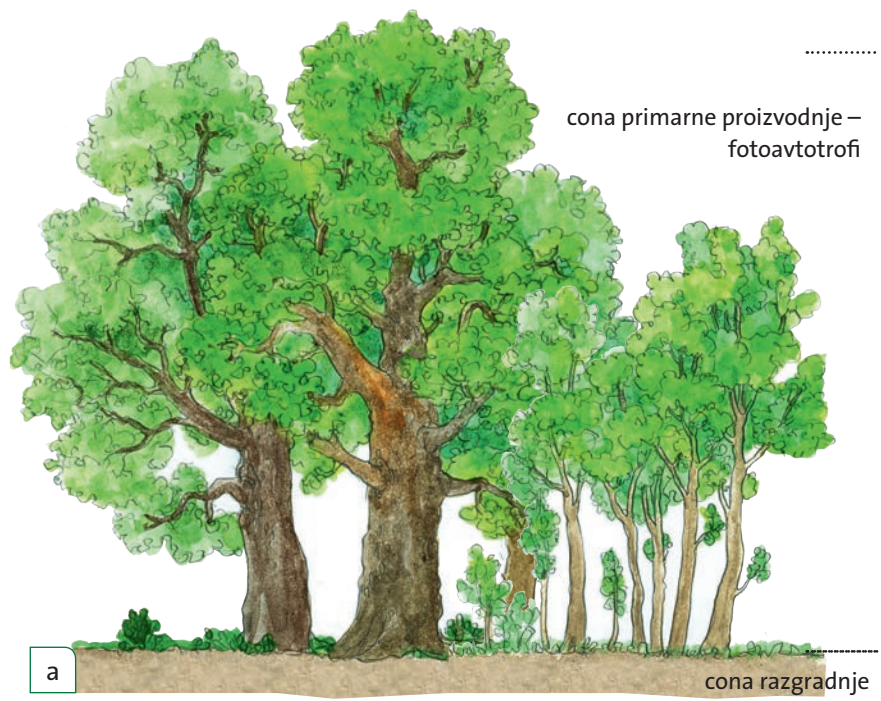
Primarna proizvodnja je odvisna od okoljskih razmer, v katerih živijo primarni proizvajalci. Na kopnem je odvisna od stopnje fotosintezne dejavnosti, dolžine rastne sezone, temperature ter količine padavin in dostopnih mineralnih hranil. Na primarno proizvodnjo vplivajo tudi motnje. V morju sta omejujoča dejavnika svetloba in količina mineralnih hranil. Na kopnem je primarna proizvodnja največja v tropskem pasu (tropski deževni gozd), proti poloma pa se zmanjšuje. V tropskih morjih je zaradi pomanjkanja mineralnih hranil primarna proizvodnja omejena, poveča se na območjih 40 do 60 stopinj severno in južno od ekvatorja ter ob obalah kontinentov, kjer navpični tokovi prinašajo mineralna hranila iz globin. Med najbolj produktivnimi sistemi so mokrišča, na primer delte rek in obalna močvirja. Njihova letna primarna proizvodnja je primerljiva s proizvodnjo tropskega deževnega gozda. Primarna proizvodnja se manjša z večanjem nadmorske višine. V jezerih in oceanih je navadno največja v zgornjih plasteh vode, v gozdovih pa v zgornjih delih krošenj, kjer je svetlobe dovolj. Primarno proizvodnjo merimo posredno z meritvami izmenjave plinov pri fotosintezi, odbite svetlobe, ter neposredno s tehtanjem nastale biomase. Primarno proizvodnjo alg pa lahko ocenimo tudi na podlagi meritev količine klorofila a.

Ljudje poskušamo povečati primarno proizvodnjo.

Pri kmetijskih rastlinah se primarna proizvodnja poljščin močno poveča ob namakanju in gnojenju. Žlahtnjenje rastlin je navadno usmerjeno v povečevanje pridelka – uporabnega deleža kmetijskih rastlin, na primer zrnja, korenin, gomoljev in listov. Ciljne spremembe lahko vplivajo na kakovost drugih tkiv v organizmu. Ker se večina dostopne energije usmeri v izgradnjo tistih organov, ki jih ljudje potrebujemo, so takšne rastline navadno manj odporne, saj zmanjka energije za zaščito pred različnimi dejavniki, ki povzročajo stres. Ljudje danes kmetujemo na približno 1/3 kopnine planeta (brez zaleđenih površin), kar vpliva na biotsko pestrost in količino dostopne energije za druge organizme ter na kroženje ogljika in vode.



Na njivi, kjer dodajamo mineralna hranila in vodo ter s katere preženemo neželene vrste drugih organizmov, lahko primarno proizvodnjo znatno povečamo. Obilica hrane pa vedno ne zagotavlja kakovosti, saj z dodajanjem kemikalij lahko povzročimo kopičenje različnih strupenih snovi v tleh in v rastlinah.



Primarna proizvodnja na kopnem (a) in v vodi (b) je različno razporejena, kar vpliva tudi na prehranjevalne spletke, kroženje snovi in pretok energije. V oceanih sega cona primarne proizvodnje do globine 200 m.

Cianobakterije so pomembni primarni proizvajalci.

Razvoj s kisikom bogatega ozračja v zgodovini našega planeta je bil najverjetneje posledica fotosintezne aktivnosti cianobakterij, ki so se na Zemlji razvile pred več kot tremi milijardami in pol let (→ I, Kjer se življenje začne; II, Vesolje se razvija in mi v njem). Na razvoj življenja so pomembno vplivale s sproščanjem kisika in vezavo dušika (N_2) iz ozračja. Vezava zračnega dušika poteka v posebnih celicah, ki jih imenujemo heterociste, v katerih se molekularni dušik pretvarja v biološko dostopno amonijsko obliko, ki je dostopna tudi drugim organizmom. Ta prilagoditev cianobakterijam omogoča, da naseljujejo območja, revna z dušikom, kot so polarna območja, odprto morje in puščave. So ekološko izjemno strpni organizmi, saj prenesejo izsuševanje, prekomerno slanost, visoke in nizke temperature in tudi visoke jakosti sevanja UV-B. V času razvoja so nastale številne mutualistične povezave med cianobakterijami in drugimi organizmi, na primer z glivami (lišaji), praprotni, kremenastimi algami, morskimi travami in spužvami.



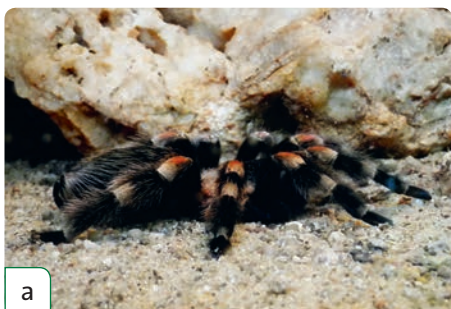
Cianobakterije imajo celice, imenovane heterociste, v katerih poteka vezava zračnega dušika.

heterocista

Sekundarni proizvajalci so potrošniki in razkrojevalci

Sekundarni proizvajalci (heterotrofi) so vse živali, nekatere bakterije, glive in celo nekatere parazitske rastline, kot sta npr. prava gnezdovnica in pojalnik. Proces spreminjanja biomase iz ene oblike v drugo, ki poteka v sekundarnih proizvajalcih, imenujemo **sekundarna proizvodnja**. Sproščena energija iz privzetih organskih snovi (hrane) se uporabi za vzdrževanje, rast, razmnoževanje in odpadne proizvode, delno pa se spremeni v toploto. Poraba energije za vzdrževanje življenjskih procesov je različna. Pri majhnih živalih s stalno telesno temperaturo je določena in je ni mogoče zmanjšati. Pri nevretenčarjih pa je neposredno odvisna od zunanje temperature.

Potrošniki se hranijo z živo biomaso. **Razkrojevalci** so predvsem različne žuželke in mikroorganizmi, ki kot vir energije uporabljajo odmrle organske snovi, ki jih spreminjajo v anorgansko obliko. S pomočjo njihovega delovanja so anorganske snovi spet dostopne primarnim proizvajalcem. Proces razgradnje je najmanjši na območjih, kjer okoljske razmere preprečujejo razgradnjo in se organske snovi kopičijo. Takšne razmere ustvarjajo nizke temperature, nizek pH ali z vodo nasičena tla.



Poraba energije je pri različnih organizmih različna. Na primer telesna temperatura pajkov (a) in hroščev (b) je neposredno odvisna od temperature okolja, zato je poraba energije za vzdrževanje življenjskih procesov razmeroma nizka, raca mlakarica (c) pa vzdržuje stalno telesno temperaturo, kar predstavlja precejšnjo porabo energije.

Energija se enosmerno pretaka skozi ekosisteme, snovi krožijo

Pretvorba energije v bioloških sistemih je podvržena **zakonom termodinamike**. Energija je neuničljiva in se spreminja iz ene oblike v drugo. Pri vsaki pretvorbi se del energije sprosti kot **toplota**. Energija se enosmerno pretaka skozi sistem. Koncept pretoka energije je temeljni koncept ekologije. Količina snovi (vode, hranil) pa je omejena, zato je kroženje snovi nujno potrebno.

Ekosisteme poganja energija Sonca

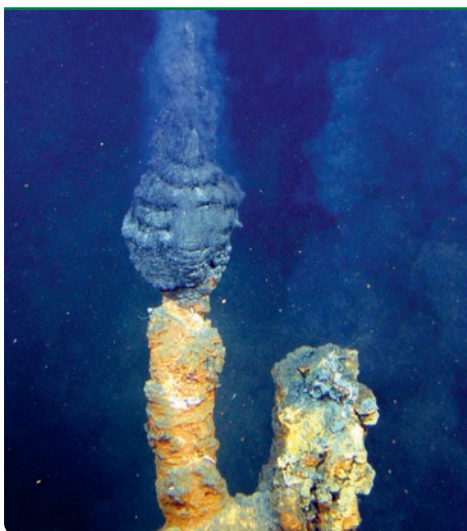
Primarni vir energije v večini ekosistemov je Sončevo sevanje (→ I, Fotosinteza). Sončevo sevanje pride na Zemljo v obliki **fotonov**. Preden fotoni dosežejo biosfero, se jih približno polovica absorbira v ozračju. Preostalo sevanje se delno odbije od delcev v ozračju, oblakov in Zemljine površine, delno ga absorbira Zemlja. Del prejetega sevanja se spremeni v toploto, ki ogreva Zemljo in ozračje, poganja kroženje vode in vzdržuje ugodno podnebje. Zelo majhen delček sevanja (v vidnem delu spektra od 400 do 700 nanometrov), ki doseže rastline, se v procesu fotosinteze pretvori v kemično vezano energijo, shranjeno v ogljikovih hidratih in drugih organskih snoveh; veliko se je izgubi v okolje kot toplota. Te snovi so vir energije za potrošnike, kot so rastlinojedi, mesojedi in razkrojevalci.

Delež v biomaso vezane energije je na vsaki naslednji prehranski ravni manjši. To ponazorimo z **energijsko piramido**. Primarni proizvajalci izkoristijo največ pet odstotkov Sončeve energije, na drugih prehranjevalnih ravneh pa so izkoristki od nekaj do dvajset odstotkov. V povprečju se prenese približno 10 % energije na višjo prehranjevalno raven. Delež prenosa energije z ene prehranjevalne ravni na drugo imenujemo **ekološka učinkovitost**. Sistemi lahko delujejo le, če je na voljo dovolj za delo uporabne energije. Z razvojem in povečevanjem zrelosti življenjske združbe postajata vezava in kopičenje kakovostne kemijsko vezane energije v ekosistemi vedno večja. Če se pojavi presežek energije, to pomeni možnost za vključitev novega organizma. Zaradi tega ekosistemi v času svojega razvoja združujejo čedalje večje število vrst in procesov. V zrelih ekosistemi je pomembno, da je delež energije, ki se veže v biomaso, enak vsoti deležev energije, ki se porabijo za presnovo, in tiste, ki se sprošča v obliki toplote. Na ta način se ohranja nemoteno delovanje ekosistema.



Vidna svetloba je sestavljena iz svetlobe različnih valovnih dolžin, ki so vidne zaradi loma svetlobe na vodnih kapljicah, kadar dežuje.

Del primarne produkcije nastaja s kemosintezo.

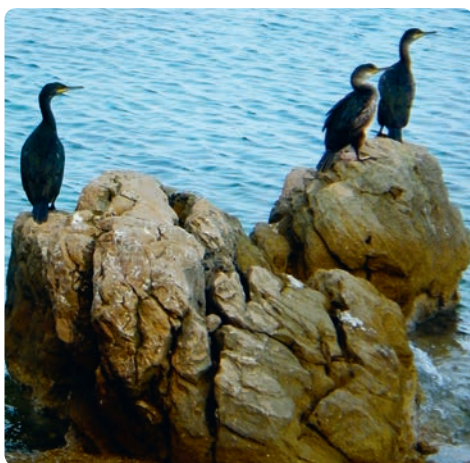
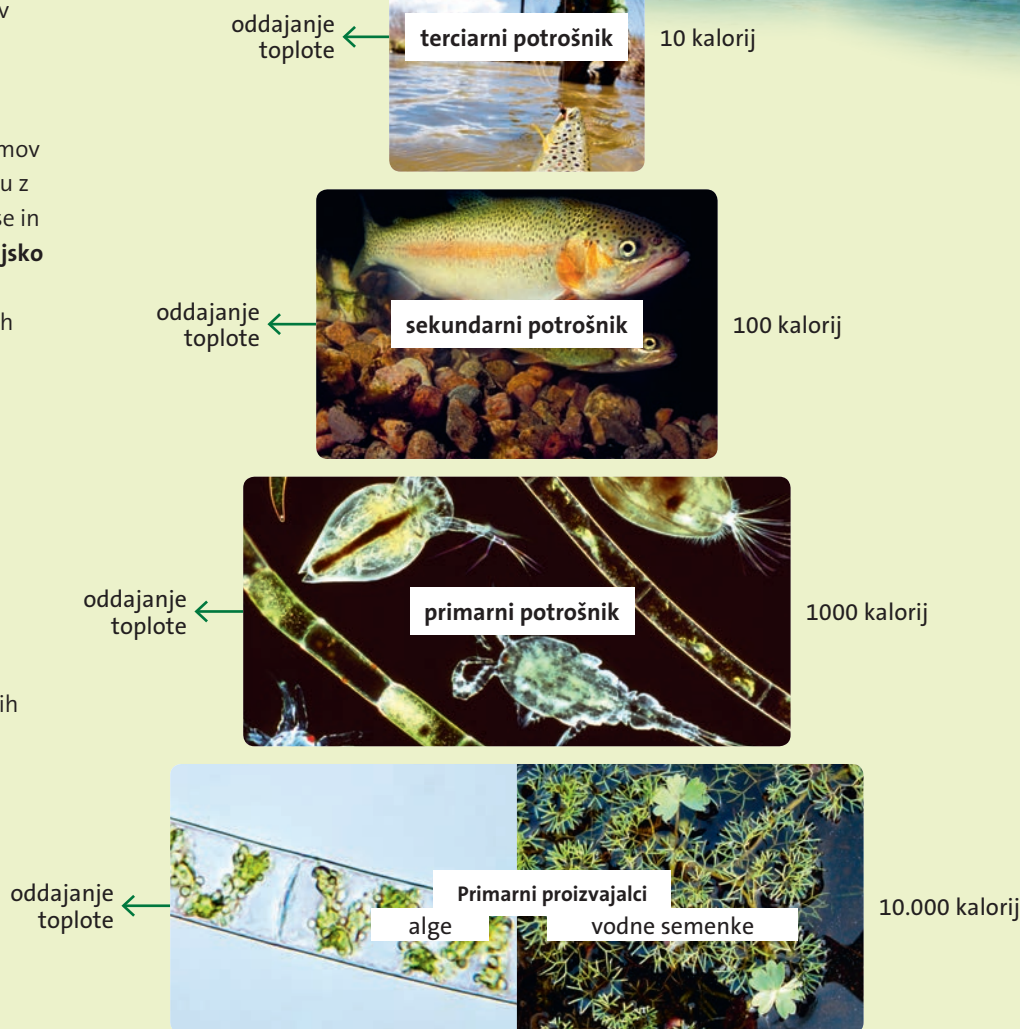


Globokomorski črni dimnik

Nekaterih ekosistemov ne poganja sonce, ampak **energija kemijskih vezi**. Proces, v katerem postane energija kemijskih vezi dostopna drugim organizmom, je **kemosinteza**. Tovrstni ekosistemi so se razvili na območjih našega planeta, kjer ni svetlobe, na primer v izoliranih jamah, kamninskih skladih in na globokomorskem dnu (→ I, Fotosinteza). Delež primarne proizvodnje, ki nastane na ta način, je ocenjen na 10 do 30 odstotkov svetovne primarne proizvodnje, kljub temu pa ima majhen vpliv na življenje na zemeljski površini.

Ekološka piramida

Različne prehranjevalne ravni v ekosistemih gradijo piramide. Na vrhu piramide je končni plenilec. S pomočjo piramide lahko ocenimo deleže organizmov posameznih ravni v ekosistemu z vidika vezane energije, biomase in števila osebkov. Ločimo **energijsko piramido**, ki ponazarja, koliko energije je vezane v organizmih posamezne ravni, **piramido biomase**, ki združuje biomaso osebkov posamezne ravni, in **piramido števila osebkov**, ki združuje število osebkov na posamezni ravni. Na primer v tropskem gozdu v Panami so na površini 1 m² izmerili suho maso predstavnikov vseh prehranjevalnih ravni in ugotovili, da biomasa primarnih proizvajalcev znaša 40.000 g, primarnih potrošnikov 4 g, sekundarnih potrošnikov 1 g in razkrojevalcev 10 g. Na sliki je primer energijske piramide jezerskega ekosistema.



Kormorani so mesojede ptice. Lovijo ribe, ki jih je največ in jih najlaže ujamejo. Zato se pojavljajo tam, kjer je veliko rib. Ko rib zmanjka se odselijo. Ponekod na Kitajskem jih uporabljajo za lovljenje rib. Ribiči jim okrog vratu namestijo kovinski obroček zato, da večjih rib ne morejo pogoltniti.

Prehranjevalne verige in spleti so poti, po katerih se pretaka energija in krožijo snovi

Živi organizmi so lahko hrana eden drugemu in tvorijo tako imenovane **prehranjevalne verige** (trofične verige) in splete. V ekosistemi sta dve poglavitni prehranjevalni verigi, ki se razlikujeta glede na primarni vir energije. V prvi – avtotrofni verigi je primarni vir biomasa, ki temelji na primarni proizvodnji. Veriga je zgrajena iz naslednjih členov: primarni proizvajalci → rastlinojedi → mesojedi. V drugi pa so osnovni viri odmrli organski ostanki ali **detrit**. Členi verige so naslednji: detrit → razkrojevalci → mesojedi. Členi verige pripadajo različnim prehranjevalnim ravnam.

V **avtotrofni verigi** primarni proizvajalci oblikujejo prvo **prehranjevalno raven**. Živali, ki se hranijo z rastlinami (na primer jeleni, srne in ličinke različnih žuželk), se imenujejo **rastlinojedi**. To so prvi (primarni) potrošniki. Nekatere živali pa jedo druge živali (na primer levi in volkovi) in jih imenujemo **mesojedi**. **Vsejedi** imenujemo organizme, ki se hranijo z rastlinami in živalmi. V to skupino spadata na primer človek in medved. Mesojedi so lahko prvega in drugega reda. Prvi se hranijo z rastlinojedi, drugi pa z mesojedi. Odnos, kjer je en organizem hrana drugemu, imenujemo **plenilstvo** ali **predacija**. Organizmi, ki se hranijo z deli ali celotnimi organizmi, pa so **plenilci** ali **predatorji**. Na koncu verige so **končni plenilci**, ki jih ne pleni nihče (na primer volkovi).

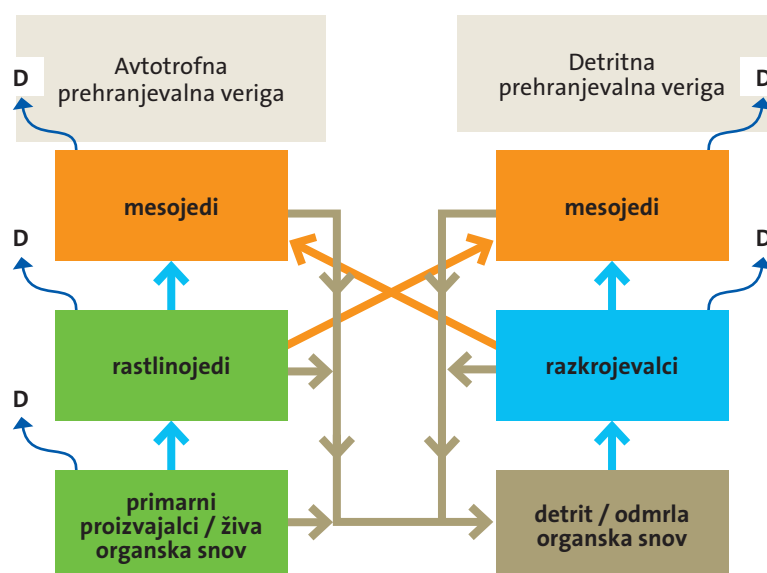
V **detritni prehranjevalni verigi** so na prvi ravni **razkrojevalci**, ki se hranijo z organskim odpadom (drobni organski delci, mrtvi deli rastlin in živali, iztrebki) na vseh drugih ravneh pa so plenilci. Prehranjevalno verigo sestavljajo predstavniki vseh skupin potrošnikov. S pomočjo razkrojevalcev se letno pretvori več milijonov ton organskih ostankov v mineralne snovi, ki so spet dostopne primarnim proizvajalcem.

V ekosistemih je mnogo prehranjevalnih verig, ki so med seboj povezane in oblikujejo **prehranjevalne spletke**. Pri vsakem členu prehranjevalnega spleta se nekaj energije shrani v novo nastali biomaso, nekaj energije se uporabi za **celično dihanje** (vzdrževanje organizma), precej pa se je **izgubi** v okolje v obliki **toplote**.

Prehranjevalni spleti se spreminjajo, saj so odvisni od trenutne številčnosti posameznih vrst organizmov. V določenem letu, denimo, se številčno pojavljajo mali sesalci, s katerimi se hranijo ujede. Naslednje leto se populacije malih sesalcev zmanjšajo in ujede si morajo poiskati drug plen.



Jeleni (a) so primarni potrošniki. Hranijo se s travo, z zelišči, mladimi poganjki, listi ter lubjem dreves in grmovja. Najbolje preživijo v krajini, kjer se izmenjujejo travniki in gozdovi, kjer najdejo dovolj hrane. Sledovi objedanja jelenjadi (b).



Avtotrofne in detritne prehranjevalne verige se združujejo v prehranjevalni splet. Na vsaki prehranjevalni ravni se del energije porabi za vzdrževanje organizma oziroma za dihanje. Puščice nakazujejo povezave med ravnmi prehranjevalne verige in med različnimi verigami. D, dihanje.

Hipoteza Gaja

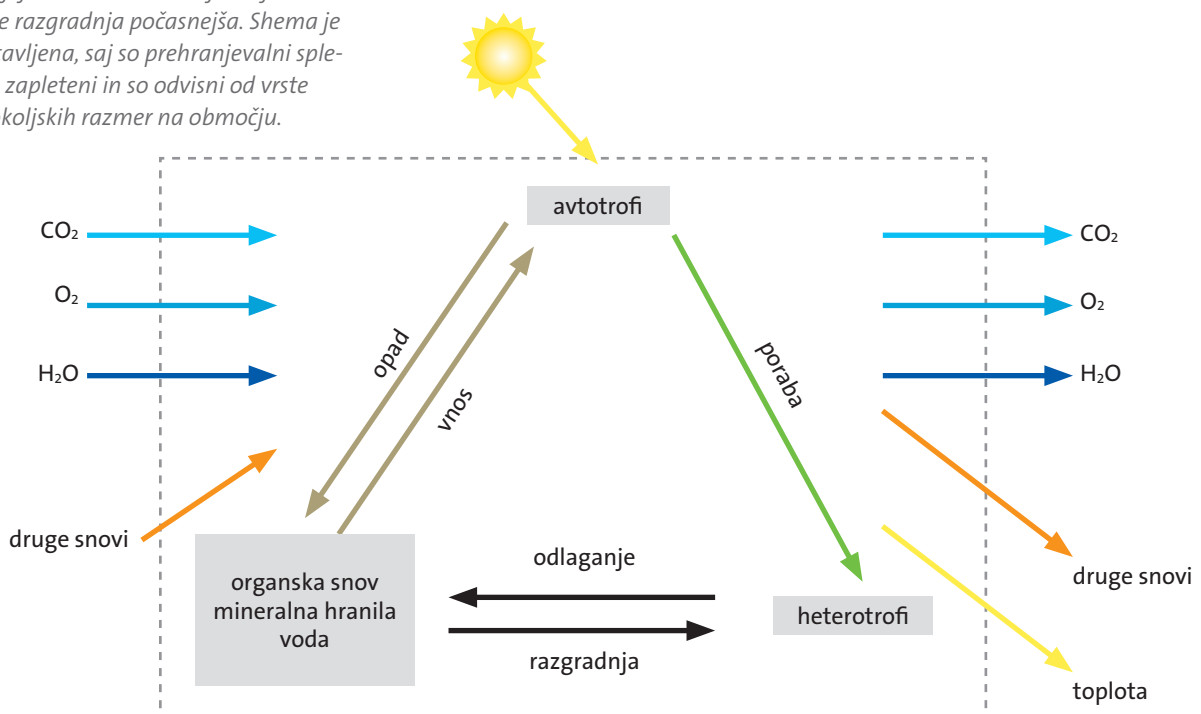
Angleški okoljevarstvenik James Lovelock je leta 1979 postavil slavno hipotezo Gaja, ki pravi, da se organizmi razvijajo skupaj s svojim fizičnim okoljem in oblikujejo zapleten, celovit sistem, ki ohranja ugodne razmere za življenje. Hipoteza Gaja je poimenovana po grški boginji Zemlje Gaji.

Shematski prikaz delovanja ekosistema. Črtna črta predstavlja meje ekosistema. Delovanje ekosistema omogočajo vsi organizmi (avtotrofi in heterotrofi) v življenjski združbi. Ker je ekosistem odprt, poteka izmenjava snovi z ekosistemi v okolici ter ozračjem. Energija in snovi prehajajo med organizmi različnih trofičnih ravni. V ekosistem pa prihaja sončna energija, ki jo avtotrofi vežejo v procesu fotosinteze. Na vsaki trofični ravni se del energije vgradi v biomaso organizma, del se porabi za njegovo vzdrževanje, del pa se v okolico sprošča kot toplota, ki zapihuje ekosistem. V ekosistemu je ključno notranje kroženje snovi, ki vključuje prehajanje snovi po prehranjevalnem spletu ter razkroj opada in odmrlih organizmov in tako zagotavlja stalno dostopnost mineralnih hranil v ekosistemu. Organske snovi, ki se ne razkrojijo, se kopičijo in skupaj s talnimi organizmi in preperelo kamnino oblikujejo tla. Debelina tal je večja na območjih, kjer je razgradnja počasnejša. Shema je močno poenostavljena, saj so prehranjevalni spleti navadno zelo zapleteni in so odvisni od vrste ekosistema in okoljskih razmer na območju.

Ekosistemi so odprti

Čeprav govorimo o ekosistemih kot o samostojnih enotah v krajini, ki imajo meje, organizmi, mineralna hranila in druge snovi prehajajo v neposredno v okolico ekosistema, v nekaterih primerih pa celo do stotine kilometrov daleč. Zato pravimo, da so ekosistemi **odprti**. Ključne značilnosti živih okoljskih sistemov so vnos snovi in energije, iznos snovi in energije, pretok in pretvorba snovi, notranje kroženje snovi, pretok in pretvorba energije, ustvarjanje začasnih zalog snovi in energije, ki se po določenem času vključuje v pretok oziroma pretvorbo. Prehajanje snovi iz enega ekosistema v drugega poteka s pomočjo bioloških procesov (seljenje živali), meteoroloških (veter, padavine) in geoloških procesov (tokovi rek, vulkanski izbruhi). V ekosistemih poteka izmenjava snovi, kot so plini (CO_2 , N_2 , O_2), voda, mineralna hranila, ki nastajajo s preperevanjem kamnin, in različne organske snovi, ki jih spirajo padavine in jih prenaša veter (pelod, semena) v okolico ekosistema. Pri snovni izmenjavi ima pomembno vlogo tudi prehajanje organizmov, predvsem žuželk, ptic in velikih sesalcev, iz enega v drug ekosistem.

Če primerjamo ekosisteme z energijskimi sistemi, ki jih je ustvaril človek (na primer z različnimi gospodinjstvi aparati), verige in spleti organizmov v ekosistemih predstavljajo »vezja«, po katerih **prehaja energija in krožijo snovi**. Nenehen vnos kakovostne energije, ki omogoča opravljanje dela skupaj s kroženjem snovi, omogočata povečevanje **celovitosti, samovzdrževanje in samoobnovo** ekosistemov. Učinkovitost izrabe virov in pretvorba energije sta odvisni od okoljskih razmer in življenjske združbe (števila trofičnih ravni ter pestrosti in prilagoditev organizmov).

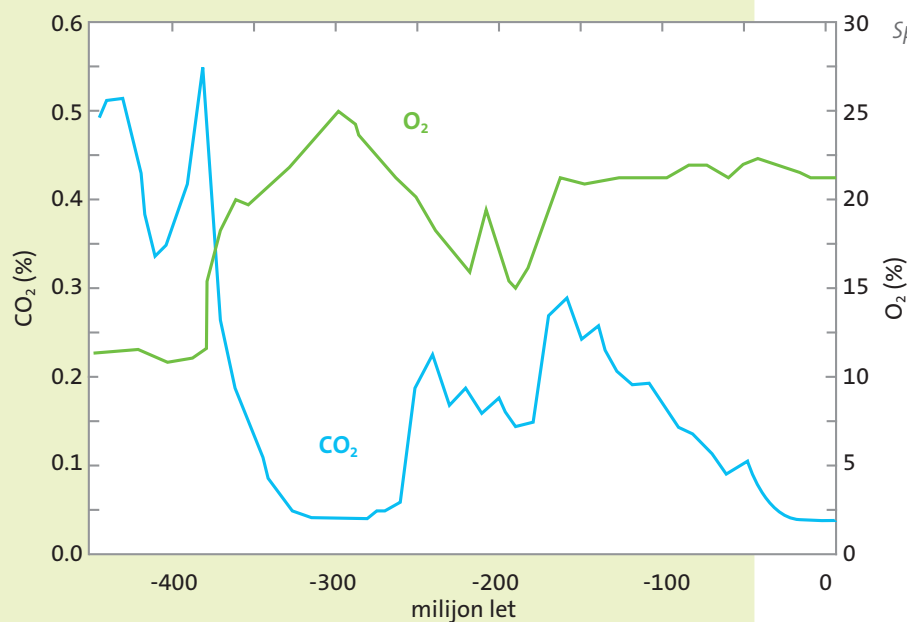


Organizmi vplivajo na abiotsko okolje

Večini se zdi samoumevno, da neživo okolje vpliva na dejavnost organizmov, le malokdo pa se zaveda, da tudi organizmi pomembno vplivajo na svoje neposredno okolje. V naravnih ekosistemih so organizmi v življenjski združbi večinoma usklajeni med seboj in z neživim okoljem do take mere, da je delovanje učinkovito. Vplivi dejavnikov okolja in organizmov so vzajemni. Okoljske razmere vplivajo na organizme in tako na zgradbo življenjske združbe, po drugi strani pa organizmi spreminjajo svoje neposredno in širše okolje. Sestava današnjega ozračja in tal je večinoma posledica delovanja organizmov. Zato pravimo, da je Zemlja **biogen** sistem.

Primarni proizvajalci so sooblikovali ozračje

V praatmosferi so prevladovali vulkanski plini, kisika v prosti obliki ni bilo. Spremembe so bile odvisne le od obsega sproščanja vulkanskih plinov in preperevanja. Z razvojem primarnih proizvajalcev pred 3800 milijoni let so se začele razmere v ozračju spreminjati. Ogljikov dioksid se je vezal v organsko snov v procesu fotosinteze, kot stranski proizvod pa je nastajal kisik. Kisik je omogočil oksidativne procese in nastanek ozonske plasti v stratosferi, saj so koncentracije ozona naraščale sočasno s povečevanjem koncentracije kisika. Prve sledi kisika so se pojavile pred 2200 milijoni let. Pred 1000 do 570 milijoni let so bile koncentracije že dve- do trikratne. V kambriju je bila količina kisika že tako visoka, da je omogočila razvoj večjih mnogoceličarjev. Pred 300 milijoni let pa so bile koncentracije kisika verjetno celo višje od današnjih. Koncentracije ogljikovega dioksida so postopno upadale. Po vsaki zemeljski katastrofi so se znova dvignile koncentracije ogljikovega dioksida in upadle koncentracije kisika. V zadnjih dveh milijonih let so se koncentracije ogljikovega dioksida verjetno spreminjale v manjši meri, kot so se spremenile v zadnjih 150 letih.



Spreminjanje deleža CO₂ in O₂ skozi čas.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Živi organizmi in njihovo neživo okolje so neločljivo povezani v celoto in vzajemno vplivajo drug na drugega. Skupnost vseh organizmov, ki živijo na določenem območju skupaj z njihovim fizičnim okoljem, imenujemo ekološki sistem ali ekosistem.
- ☞ Skupnost vseh živih organizmov gradi življenjsko združbo ali biocenozo. Neživi del obsega fizično okolje organizmov oziroma življenjski prostor ali biotop. Življenjski prostor vključuje tla, zrak in vodo, različne mehanske dejavnike, kot so težnost, veter, ogenj, ter fizikalne in kemijske značilnosti okolja.
- ☞ Vsi ekosistemi skupaj oblikujejo ekosfero. Ekosfera je prostorsko omejena na planet Zemljo, medtem ko se meje ekosistemov lahko spreminjajo.
- ☞ Prehod med dvema ekosistemoma imenujemo ekoton. Postopni prehod iz ene združbe v drugo ima zaščitni pomen, saj varuje osrednji del ekosistema pred neposrednimi vplivi.
- ☞ Življenjska združba je sestavljena iz primarnih in sekundarnih proizvajalcev. Primarni proizvajalci so nekatere bakterije in vse zelene rastline ter predstavljajo osnovno raven v ekosistemu. Organsko biomaso, ki nastane na tak način, imenujemo primarna proizvodnja. Primarna proizvodnja je odvisna od okoljskih razmer, v katerih živijo primarni proizvajalci.
- ☞ Razvoj s kisikom bogatega ozračja na Zemlji je bil posledica fotosintezne aktivnosti cianobakterij, ki so se pojavile pred več kot 3,5 milijardami let. Na razvoj življenja so pomembno vplivale s sproščanjem kisika in vezavo ogljikovega dioksida iz ozračja.
- ☞ Sekundarni proizvajalci so vse živali, nekatere bakterije, glive in celo nekatere parazitske rastline. Proces spreminjanja biomase iz ene oblike v drugo, ki poteka v sekundarnih proizvajalcih, imenujemo sekundarna proizvodnja. Privzeta energija se uporabi za vzdrževanje, rast, razmnoževanje in odpadne proizvode, delno pa se spremeni v toploto.
- ☞ Sekundarne proizvajalce razdelimo na potrošnike in razkrojevalce. Potrošniki se hranijo z živo biomaso. Razkrojevalci kot vir energije uporabljajo odmrle organske snovi, ki jih spreminjajo v neorgansko obliko. S pomočjo njihovega delovanja so mineralne hranilne snovi spet dostopne primarnim proizvajalcem.

- ☞ Temeljni koncept ekologije je koncept pretoka energije. Pretvorba energije v bioloških sistemih je podvržena zakonom termodinamike. Energija je neuničljiva in se spreminja iz ene oblike v drugo. Pri vsaki pretvorbi se del energije sprosti kot toplota. V ekosistem prihaja vedno nova energija, ki se enosmerno pretaka skozi sistem. Količina snovi (vode, mineralnih hranil) pa je omejena, zato je kroženje nujno potrebno.
- ☞ Primarni vir energije v večini ekosistemov je Sončevo sevanje. Rastline za fotosintezo uporabljajo valovne dolžine od 400 do 700 nm. Delež v biomaso vezane energije je na vsaki naslednji prehranjevalni ravni manjši. Delež prenosa energije z ene prehranjevalne ravni na drugo imenujemo ekološka učinkovitost. Živi sistemi lahko delujejo le, če je na voljo dovolj za delo uporabne energije.
- ☞ Nekaterih ekosistemov ne »poganja« Sonce, ampak energija kemijskih vezi. Proces, v katerem postane energija kemijskih vezi dostopna drugim organizmom, je kemosinteza. Takšni ekosistemi so se razvili na območjih našega planeta, kjer ni svetlobe.
- ☞ Živi organizmi so lahko hrana eden drugemu in tvorijo prehranjevalne verige (trofične verige). V ekosistemih sta dve poglavitni prehranjevalni verigi. V prvi je primarni vir biomasa, ki temelji na primarni proizvodnji, v drugi pa so osnovni vir organski ostanki ali detrit.
- ☞ Živali, ki se hranijo z rastlinami, se imenujejo rastlinojedi. To so primarni potrošniki. Nekatere živali jedo druge živali in jih imenujemo mesojedi. Vsejedi so organizmi, ki se hranijo z rastlinami in živalmi.
- ☞ V detritni prehranjevalni verigi so na prvi ravni razkrojevalci, ki se hranijo z organskim odpadom, na vseh drugih ravneh pa so plenilci. Razkrojevalci organske ostanke pretvorijo v mineralne snovi, ki so dostopne primarnim proizvajalcem. Z razkrojevalci pa se hranijo plenilci.
- ☞ Prehranjevalne verige v ekosistemih so med seboj povezane in oblikujejo prehranjevalne spletke. Pri vsakem členu prehranjevalnega spleta se del energije shrani v novo nastali biomaso, del se uporabi za dihanje, večina pa se izgubi v okolje v obliki toplote. V povprečju se prenese približno 10 % energije na višjo prehranjevalno raven.
- ☞ Različne prehranjevalne ravni v ekosistemih prikazujemo v obliki piramide. Ločimo energijsko piramido, piramido biomase in piramido števila osebkov.
- ☞ Ekosistemi so odprti. Ključne značilnosti odprtih živih sistemov so vnos snovi in energije, iznos snovi in energije, pretok in pretvorba snovi, notranje kroženje snovi, pretok in pretvorba energije, ustvarjanje začasnih zalog snovi in energije, ki se po določenem času vključuje v pretok oziroma pretvorbo.
- ☞ Prehranjevalne verige in spleti organizmov v ekosistemih so poti, po katerih prehaja energija in krožijo snovi. Nenehen vnos energije, ki omogoča opravljanje dela in kroženje snovi, omogoča samovzdrževanje in samoobnovo ekosistemov.

- ☞ Vplivi dejavnikov okolja in organizmov so vzajemni. Okoljske razmere vplivajo na organizme in na zgradbo življenjske združbe, organizmi pa spreminjajo svoje neposredno in širše okolje. Sestava današnjega ozračja in tal je večinoma posledica delovanja organizmov. Zato pravimo, da je Zemlja biogen sistem.
- ☞ V praatmosferi so prevladovali vulkanski plini, kisika v prosti obliki ni bilo. S pojavom primarnih proizvajalcev se je v procesu fotosinteze ogljikov dioksid vezal v organsko snov, kot stranski proizvod pa je nastajal kisik. Kisik je omogočil oksidativne procese in nastanek ozonske plasti v stratosferi.

Narava je ogromen laboratorij,
v katerem nenehno poteka
izgradnja in razkroj.

Antonine Lavoiser (1743-1794),
francoski znanstvenik,
utemeljitelj moderne kemije

V ekologiji je tako kot v
ekonomiji, vsa k dobiček ima svojo
ceno ... Plačilu se ne moremo
izogniti, lahko ga odložimo ...
Današnje stanje v naravi kaže, da
ga že nekoliko predolgo odlagamo.

Berry Commoner (1917-2012),
ameriški biolog

Znanstveni poskus je vprašanje,
ki ga znanstvenik zastavlja
naravi, meritve pa so beleženje
njenega odgovora.

Max Planck (1858-1947),
nemški fizik

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj je ekosistem?
2. Kakšna je njegova zgradba?
3. Od česa je odvisno, kakšen ekosistem se razvije na določenem območju?
4. Kaj je ekoton in kakšen je njegov pomen?
5. Razložite besedno zvezo pretok energije.
6. Razložite besedno zvezo kroženje snovi.
7. Kaj je primarna proizvodnja?
8. Kaj je sekundarna proizvodnja?
9. Katere so skupine sekundarnih proizvajalcev?
10. Kaj je primarni vir energije za ekosisteme?
11. Kakšne so poti pretvorbe energije v ekosistemu?
12. Zakaj uporabljamo izraz prehranjevalni splet?
13. Zakaj in kako ekosistem deluje kot celota?
14. Kaj uravnava dogajanje v ekosistemih?
15. Razložite besedno zvezo ekološka učinkovitost.
16. Od česa je odvisna pretvorba energije in izraba virov v ekosistemu?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Obiščite gozd v bližini in opišite njegovo zgradbo.
- Kaj za ekosistem pomeni, če populacija določenih organizmov upade oziroma celo izgine?
- Razmislite o svoji prehrani in izdelajte prehransko verigo, katere del ste.
- Na koliko trofičnih ravneh delujete?
- Na kakšen način bi lahko izboljšali izrabo energije v hrani, ki nam je na voljo?
- Zakaj je od pojava primarnih proizvajalcev na planetu Zemlja pa do pojava kisika v atmosferi poteklo toliko časa?
- Zakaj lahko rečemo, da je Zemlja biogen sistem?
- Preštejte s prostim očesom vidne primarne proizvajalce na površini m^2 na travniku in v gozdu. Primerjajte in razložite zakaj je tako.

Kroženje snovi

Snovi, vključno z vsemi za življenje nujno potrebnimi elementi, krožijo v ekosferi po značilnih poteh med zbiralniki v Zemljini skorji, oceanih, ozračju in organizmih. Krožne poti elementov imenujemo **biogeokemična kroženja**. Ločimo dve vrsti kroženj: plinska kroženja (na primer kroženje kisika, ogljika in dušika), kjer je kot pomemben zbiralnik vključeno ozračje, in usedlinska kroženja (na primer kroženje fosforja), kjer so poglavitni zbiralnik usedline. Ključni procesi v usedlinskih kroženjih so preperevanje, erozija, vulkanska in biotska aktivnost. Kroženja so med seboj tesno povezana. Povezave obstajajo zaradi soudeležnosti določenih elementov v različnih spojinah. Takšen element je kisik, ki je gradnik različnih spojin. Mineralna hranila, ki krožijo, pa so tudi sestavni del živih organizmov in organskih snovi, zato vsaj del kroženja v ekosistemu »potujejo« skupaj.

Vse prihaja od Zemlje
in se v Zemljo vrača.

Menander (342-290 pr. n. št.),
grški dramatik

Šele ko se vodnjak izsuši,
se zavemo, kako dragocena je voda.

Benjamin Franklin (1706-1770),
polihistor, ustanovitelj ZDA





Ključni biogeokemični kroženji sta kroženje ogljika in vode

- Hitrost kroženja ogljika je odvisna od okoljskih razmer
 - Zaloge ogljika v različnih zbiralnikih
 - V ekosistemih se lahko kopičijo zaloge ogljika
- Kroženje vode
 - Rastline dejavno nadzorujejo oddajanje vode
 - Voda in podnebne spremembe

Ključni pojmi

*kroženje ogljika
kroženje vode
plinska kroženja
usedlinska kroženja*

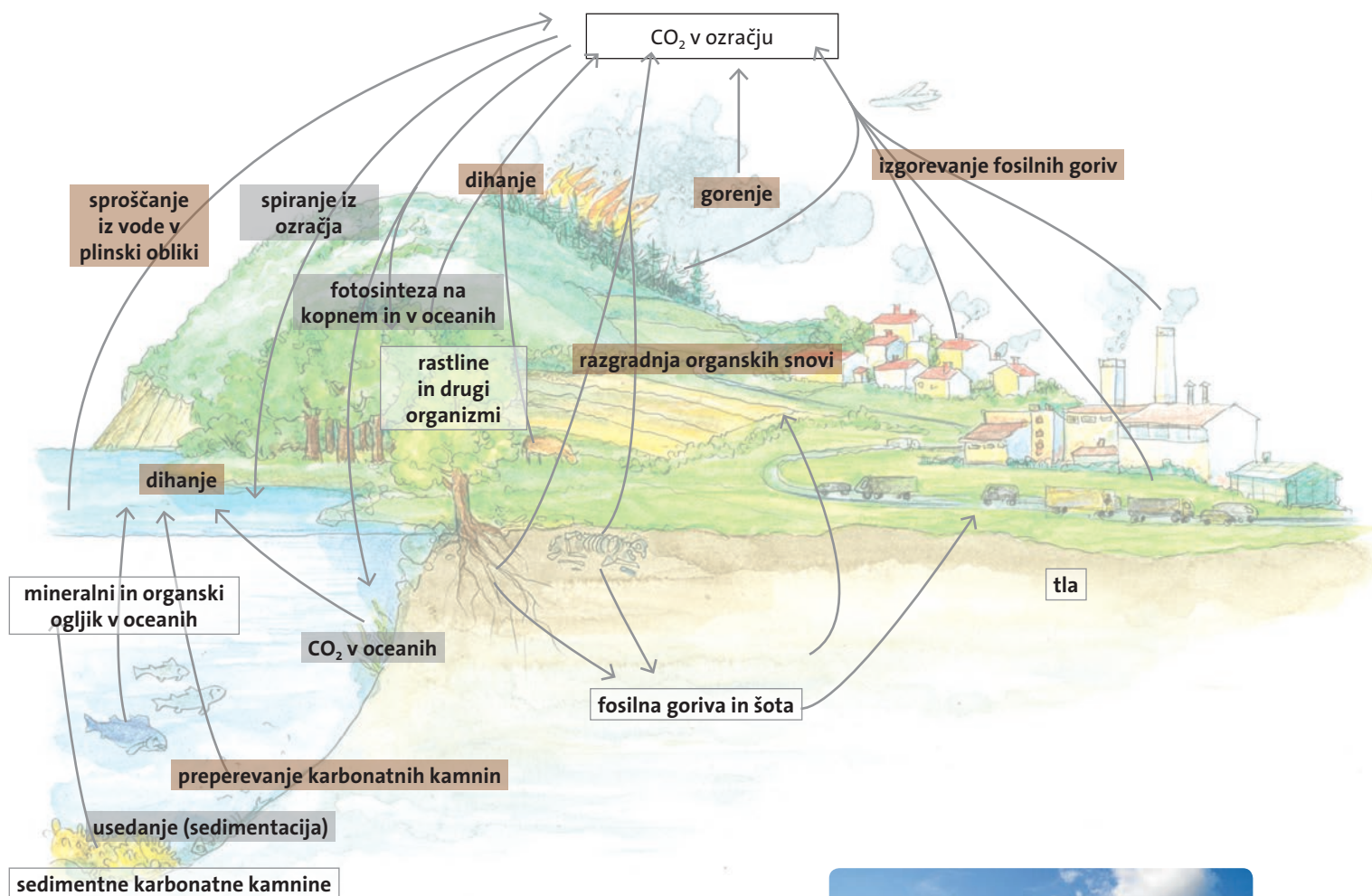
Ključni biogeokemični kroženji sta kroženje ogljika in vode

Kroženji ogljika in vode sta ključni kroženji na našem planetu, saj je ogljik gradnik vsega živega, voda pa omogoča življenje. Za obe kroženji je značilno, da imata majhno, vendar zelo dejavno zalogo v ozračju. Zato sta občutljivi na vplive človeka, kar se odraža v spremembah podnebja ter vpliva na življenje na Zemlji.

Hitrost kroženja ogljika je odvisna od okoljskih razmer

Kroženje ogljika je neločljivo povezano s pretokom energije, saj ogljik vstopa v biosfero v procesu fotosinteze. Vir vsega vezanega ogljika sta CO_2 in bikarbonat. CO_2 je **v ozračju** ali raztopljen kot **v vodah**, kjer pa je vir ogljika tudi bikarbonat. Iz teh virov dobijo ogljik **primarni proizvajalci** in ga pretvorijo v glukozo. Iz glukoze rastline zgradijo vse lastne snovi (ogljikove hidrate, beljakovine in maščobe), ki sestavljajo rastlinsko tkivo. Zaradi prisotnosti dolgoživih lesnatih rastlinskih vrst se precej ogljika nakopiči v rastlinskih tkivih, predvsem v lesu. Rastline so hrana **rastlinojedom**, ki elemente in energijo, vezano v rastlinskem tkivu, uporabijo za izgradnjo svojega telesa. **Mesojed** se hranijo z rastlinojedi in postopek se ponovi. Nekaj ogljika se v obliki CO_2 sproti vrača v ozračje z dihanjem organizmov. Preostali ogljik je vezan v živi biomasi. **Razkrojevalci** ogljik iz odmrlih rastlin in živali porabijo za svojo rast, del pa ga z dihanjem sprostijo v ozračje. Obseg sproščanja je odvisen od okoljskih razmer, na primer vlažnosti in temperature. V tropskih gozdovih snovi zelo hitro krožijo zaradi visoke vlažnosti in temperature, zato nastaja le tanka plast humusa. Na sušnih travnikih se precej ogljika kopiči v humusu zaradi pomanjkanja vode. V močvirjih odmrle snovi padejo v vodo, kjer občasno primanjkuje kisika, zato je razgradnja počasna in nastajata surovi **humus** ali **šota**.

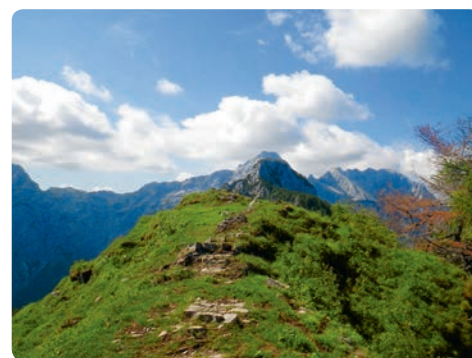
Izmenjava CO_2 poteka tudi med ozračjem in oceani. V oceanih izmenjava poteka v zgornjih plasteh vode. CO_2 se premešča z difuzijo, s tokovi in z vezavo v primarne proizvajalce (rastlinski plankton). Vir ogljika za primarne proizvajalce sta v vodi raztopljena CO_2 in bikarbonatni ion (HCO_3^-). Vezan ogljik potem prehaja po prehranjevalni verigi. Izdihani CO_2 se sproti vrača v vodo. Del alg, ki jih sekundarni proizvajalci ne pojedjo, potone na dno. V vodi se veliko ogljika veže v ogrodja luknjičark in mehkužcev. Ko organizmi odmrjejo, se ogrodja odlagajo na dnu oceanov, kjer se počasi kopičijo in iz njih nastaja **apnenec**. Tako shranjen ogljik se umakne iz kroženja. Ker je apnenec topen, se majhen del ogljika vrača v kroženje.



Kroženje ogljika. Najpomembnejša zbiralnika ogljika sta ozračje in oceani. Pomembni zbiralniki so tudi tla, biomasa in fosilna goriva. Največ ogljika je shranjeno v sedimentnih kamninah. Ljudje s svojim delovanjem spreminjamo razmerja med procesi sproščanja in vezave ogljika, zato se količina ogljika v ozračju spreminja. Beli okvirji pomenijo zbiralnike ogljika; rjavi okvirji pomenijo procese, v katerih se sprošča CO_2 ; sivi okvirji pomenijo procese, pri katerih se ogljik veže.

Zaloge ogljika v različnih zbiralnikih

Zemlja vsebuje približno 10^8 gigaton (Gt) ogljika. Večina ogljika je shranjena v usedlinskih kamninah in ni dejavno vključena v kroženje. Kroži le 55.000 Gt ogljika. Količina ogljika v fosilnih gorivih, ki so nastala z zasipanjem odmrle biomase v preteklosti, je 10.000 Gt. Oceani so največja dejavna zaloga ogljika. Večina od skupaj 38.000 Gt ogljika je v obliki HCO_3^- in karbonatnega (CO_3^{2-}) iona. Živa biomasa v oceanih prispeva le 3 Gt, medtem ko je na kopnem zaradi kopičenja v lesnatih rastlinah kar 500 Gt ogljika. V atmosferi je shranjeno približno 750 Gt ogljika. Zaradi vplivov človeka je kroženje ogljika močno moteno. Poleg črpanja in sežiganja zalog fosilnih goriv ljudje še dodatno prispevamo k presežkom CO_2 z intenzivno obdelavo tal in uničevanjem naravnih ekosistemov (predvsem gozdov in mokrišč). Sproščanje, ki nastaja zaradi spremembe rabe tal, je prispevalo v ozračje kar 29 odstotkov vsega presežka ogljika.



Čeprav so Alpe obsežna zaloga ogljika, je njihova vloga pri kroženju ogljika razmeroma majhna.

Zaloge ogljika, vezanega v biomasi na kopnem, so znatno večje od zalog v oceanih.

Primarna proizvodnja v oceanih in na kopnem je približno enaka. Razlika je v kopičenju biomase (in s tem ogljika), ki je na kopnem, kjer se ogljik kopiči v lesnatih rastlinah, kar tisočkrat večja kot v oceanih. Raziskave so pokazale, da je v oceanih precej ogljika kopenskega izvora.



Drevesa v gozdu iz ozračja črpajo ogljikov dioksid, ki ga vežejo v procesu fotosinteze. Vezan ogljik kopičijo v lesu, listju in opadu. Mladi gozdni sestoji so ponori ogljikovega dioksida, medtem ko je v zdravem zrelem gozdu ogljikova bilanca 0. Propadajoč gozd je vir ogljika.



Celinske vode imajo pomembno vlogo pri prenosu, shranjevanju in pretvorbi ogljikovih spojin.



Mokrišča so večinoma ponor ogljika, vendar ob spremembah podnebja in podaljšanih sušah lahko postanejo znaten vir ogljika.

V ekosistemih se lahko kopičijo zaloge ogljika

V gozdnih ekosistemih je večina ogljika shranjena v tleh in drevesih. Zaloge ogljika so odvisne od starosti in vitalnosti gozda ter od okoljskih razmer, v katerih gozd uspeva. Mlad gozd zmerne pasu je ponor ogljika, saj se biomasa v času razvoja gozda povečuje. Razgradnja pa je počasnejša kot na primer v tropskem deževnem gozdu. Tropski deževni gozdovi so stari gozdovi. Kopičenja organskih snovi večinoma ni in vsa hranila neprestano krožijo. Hitrorastoči enovrstni gozdovi (plantaže) lahko vežejo veliko ogljika, vendar so zelo ranljivi za različne strese. Ti utegnejo povzročiti njihov propad in obilno sproščanje ogljika. Ljudje še dodatno vplivamo na kroženje ogljika v gozdovih z izsekavanjem in požiganjem. Učinek je dvojen. Z odstranitvijo dreves ni več vezave ogljikovega dioksida v proces fotosinteze, ob izrabi lesa ali gorenju pa se vezani ogljik sprosti v ozračje. Tudi razgradnja organskih snovi v razgaljenih tleh poteka hitreje kot v gozdu. Tla pa lahko tudi odneseta veter ali voda, kar se pogosto dogaja na strmih pobočjih ter območjih s tropskim in subtropskim podnebjem, kjer je izsekavanje največje. V travniških ekosistemih je ogljik vezan pretežno v tleh, letno sproščanje je navadno enako kopičenju. Travniki postanejo vir ogljika, kadar je njihov ekosistem razvrednoten zaradi prekomerne paše ali suše. Na območjih, kjer so travniki nastali zaradi delovanja človeka in so razmere ugodne za razvoj gozda, se opuščeni travniki in polja zarastejo z lesnatimi vrstami in tako postanejo ponor ogljika.

Kmetijske površine so bile do nedavnega večinoma vir ogljika, saj se je z intenzivno obdelavo tal v ozračje sprostilo kar 50 odstotkov vezanega ogljika. Kmetijstvo prispeva tudi k sproščanju 50 odstotkov metana (in 70 odstotkov didušikovega oksida). Danes tla še vedno vsebujejo približno 17 odstotkov globalnih zalog ogljika. Kmetijska dejavnost pa lahko z ustreznim gospodarjenjem, predvsem z zadrževanjem ogljika v humusu ali biomasi, postane pomemben ponor ogljika.

Fizikalni, kemijski in biološki procesi v oceanih omogočajo, da so oceani ponor ogljika. Na dno oceanov tone del planktonskih alg in odmrli organizmi z apnenčastimi ogradji, zaradi fotosinteze pa pride do obarjanja in usedanja karbonata. Tako se v usedlinah letno shranita kar dve gigatoni ogljika.

Celinski vodni ekosistemi so pomembni pri prenosu, shranjevanju in razgradnji ogljika, ki izvira iz kopenskih ekosistemov. Od tega se ga približno polovica, ki doseže reke, sprosti v ozračje ali uskladišči v usedlinah jezer, le 12 odstotkov pa se ga uskladišči v talnih usedlinah. Zelo pomembna zaloga ogljika so mokrišča, saj vsebujejo kar od 20 do 30 odstotkov vsega v tleh vezanega ogljika. Najpomembnejša med njimi so šotišča.

Kroženje vode

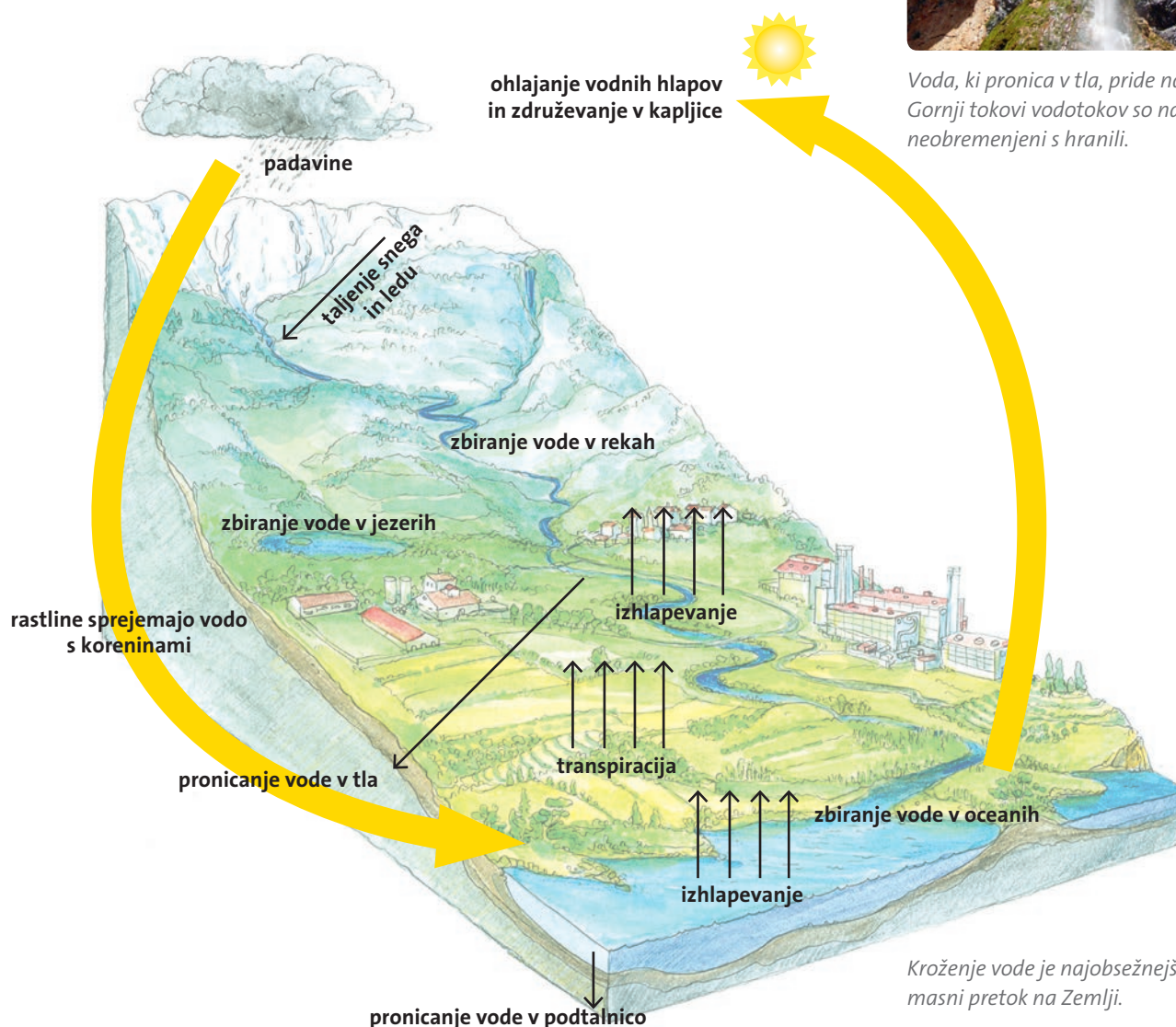
Zemlja se od drugih planetov našega osončja razlikuje po razmeroma veliki količini vode. Voda se pojavlja v treh agregatnih stanjih, kar omogoča njeno kroženje, ki je največji masni pretok na našem planetu. Voda je za življenje nujno potreben vir in neprestano kroži med biosfero, hidrosfero, litosfero in ozračjem. Kroženje vode poganjata sončna energija in težnost. Sončna energija omogoča, da voda izhlapeva iz tal, rastlin, oceanov in celinskih vodnih teles. Pri kroženju več vode izhlapi iz oceanov (85 %), kot se je tja vrača s padavinami (75 %). Obratno pa velja za kopno. Presežek vode s kopnega se vrača v oceane z rekami in podzemnimi tokovi. Vodna para se dviguje s toplim zrakom, ki se postopno ohlaja. Para se obarja in združuje v vedno večje kapljice. Kadar so temperature nizke, lahko namesto kapljic nastajajo kristali ledu. Drobni delci v zraku delujejo kot kondenzacijska jedra za vodo. Kapljice in ledeni kristali zaradi težnosti padejo na Zemljo večinoma kot dež ali sneg. Nekaj padavin pade neposredno na tla, del pa prestrežejo rastline



Vodni hlapci se v ozračju kondenzirajo in zaradi težnosti padejo na Zemljo.



Voda, ki pronica v tla, pride na dan v izvirih. Gornji tokovi vodotokov so navadno še neobremenjeni s hranili.



Kroženje vode je najobsežnejši masni pretok na Zemlji.

Fosilna voda je neobnovljiv vir

Fosilna voda je podtalnica, ki je poniknila v globoki vodonosnik, kjer je lahko ujeta več tisoč ali celo več milijonov let. Največje zaloge fosilne vode so vodonosniki v peščenjakih v pokrajini Nubiji. Fosilno vodo najdemo tudi v Sahari in Kalahariju. Velika zaloga fosilne vode je jezero Vostok, ki leži pod ledom na Antarktiki. Večina vodonosnikov se naravno polni s pronicanjem padavinske vode v tla. To pa ne velja za globoke vodonosnike fosilne vode, ki so neobnovljiv vir, saj tja voda s površja ne more več. Zaradi izrabe fosilne vode za gojenje rastlin v puščavah so številni vodnjaki že presahnili.

ter različne zgradbe in utrjene površine. Voda, ki pade na Zemljo, odteka po površini in se zbira v jezerih in rekah, od koder odteka v morja ali pa pronica v tla in polni zaloge podtalnice. Veliko vode zadržijo rastlinski sestoji. V razmerah zmernega podnebja pozimi, ko so drevesa brez listja, voda večinoma odteče. Zato so v zimskem času pomembne snežne padavine, ki omogočajo kopičenje zalog vode. Te zaloge so ključne in omogočajo bujno rast rastlinam v spomladanskem času, ko se sneg topi.

Vsa voda ni vključena v kroženje. Voda je lahko stoletja shranjena kot podtalnica ali kot led na obeh polih in v visokogorju. Čas, ki je potreben, da se v ozračju zamenja vsa voda, je devet dni. Čas, ki je potreben, da se zamenja vsa voda v oceanih, je kar 37.000 let.

Rastline dejavno nadzorujejo oddajanje vode

Rastline imajo pomembno vlogo pri kroženju vode. Rastline vodo sprejemajo skozi korenine in jo v procesu transpiracije sproščajo skozi listne reže (→ II, Izmenjava plinov). Ta delež pomembno vpliva na podnebne razmere v krajini, vključno s padavinskim režimom. Pomembna lastnost rastlin je, da dejavno nadzorujejo oddajanje vode. Če je vode dovolj, je prehajanje vode skozi rastlino neprekinjeno. Ko pa vode primanjkuje, rastline z vodo varčujejo, tako da se listne reže delno ali popolnoma zaprejo.



Najpomembnejšo vlogo imajo gozdovi (a) in mokrišča (b).



Tudi ljudje s svojo uporabo vplivamo na kroženje vode. Včasih je bil vodnjak središče vsake vasi.



Ljudje smo se od nekdaj naseljevali ob rekah.

Delež oddane vode se razlikuje glede na razmere v okolju, vrsto rastlin in obsežnost rastlinske odeje. Padavine v Kaliforniji, na primer, so po večini odvisne od vode, ki izhlapi iz Tihega oceana, medtem ko je četrtna do polovica padavin v Amazoniji posledica dejavnosti območne vegetacije. Raziskave so pokazale, da se zaradi izsekavanja gozdov zmanjšuje količina padavin in se pregreva tla, kar v sušnih delih sveta lahko povzroči **širjenje puščav** ali **dezertifikacijo**.

Rastline vplivajo na kroženje vode tudi posredno, tako da prestrezajo padavine in s tem zmanjšujejo njihov neposreden fizični vpliv na tla – na spiranje in odnašanje tal. Če rastlinsko odejo odstranimo, se **spiranje in odnašanje tal** lahko močno povečata, kar je pogost pojav v hribovitih območjih. Zaradi tega se lahko sprožijo **zemeljski plazovi** in nastajajo **poplave**, kar še dodatno negativno vpliva na naravo.

Pomemben dejavnik, ki prav tako vpliva na zadrževanje vode v krajini, je **sestava in debelina tal**. Zmogljivost tal za zadrževanje vode se spreminja glede na tip tal. Drobnozrnata tla, tla z veliko vsebnostjo glinastih delcev in tla, bogata z organskimi snovmi, zadržijo veliko vode. Za rastline so tla z veliko zadrževalno sposobnostjo vode ključnega pomena, saj jim olajšajo preživetje sušnih obdobj. Danes so tla zaradi intenzivne obdelave že zelo spremenjena. Na večini obdelovalnih površin se je zmanjšal delež organskih snovi v tleh, spremenila pa se je tudi zgradba in tekstura tal. Površinsko odtekanje vode se poveča tudi zaradi zbijanja tal, ki je posledica delovanja težke mehanizacije na kmetijskih površinah in prekomerne paše. Dejansko vračanje vode v ozračje je tako odvisno od procesov v ekosistemih in od prevladujočih rastlinskih vrst ter značilnosti tal.

Voda in podnebne spremembe

Vodna para je glavni toplogredni plin (→ I, Fotosinteza). Količina vodne pare v ozračju je v ravnovesju s tekočo vodo na Zemlji. To ravnovesje je odvisno od temperature. Količina vodne pare v ozračju se podvoji, če se temperatura poveča za 10 °C. To spet poveča učinek tople grede, ogrevanje Zemlje in izhlapevanje. Strokovnjaki so ugotovili, da so prav biološki procesi tisti, ki so doslej zagotavljali dolgoročno stabilnost podnebja, saj je izhlapevanje vode iz gozdov pomembno vplivalo na kroženje vode na kopnini.



Širjenje puščave



Zemeljski plaz

Nekaj zanimivih podatkov

Vsa voda v našem telesu se zamenja nekajkrat na leto.

Dvanajst metrov visoko drevo lahko na dan privzame in sprosti v ozračje tudi več kot 100 litrov vode, v celotni rastni sezoni pa lahko tudi več kot 5000 litrov.

Meritve oddajanja vode pri desetmetrski krhki vrbi so pokazale, da odda kar 463 litrov vode dnevno.

Ljudje sami vplivamo na količino kakovostne vode, ki nam je na voljo. Močno namreč posegamo v kroženje vode s spreminjanjem rabe tal in značilnosti vodotokov ter odvzemanjem vode iz vodnih teles. Ob tem z uporabo vode nenehno spreminjamo kakovostno vodo v odpadno.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Snovi krožijo v ekosferi po značilnih poteh med zbiralniki v Zemljini skorji, oceanih, ozračju in organizmih. Krožne poti elementov imenujemo biogeokemična kroženja. Ločimo dve vrsti kroženj: plinska kroženja, kjer je najpomembnejši zbiralnik ozračje, in usedlinska kroženja, kjer so glavni zbiralnik usedline.
- ☞ Ključni procesi v usedlinskih kroženjih so preperevanje, erozija, vulkanska in biotska aktivnost. Kroženja so med seboj tesno povezana.
- ☞ Kroženji ogljika in vode sta ključni kroženji na našem planetu. Za obe kroženji je značilno, da imata majhno, vendar zelo dejavno zalogo v ozračju, zato sta občutljivi na človekove vplive.
- ☞ Kroženje ogljika je neločljivo povezano s pretokom energije, saj ogljik vstopa v biosfero v procesu fotosinteze. Vir vsega vezanega ogljika je CO_2 , ki se nahaja v ozračju, ter CO_2 in bikarbonat, raztopljen v vodah. Ogljik vezan v organski snovi se prenaša po prehranjevalni verigi. Razkrojevalci ogljik iz živalskih in rastlinskih ostankov porabijo za svojo rast. Na vsaki prehranjevalni ravni se nekaj ogljika vrne v ozračje z dihanjem organizmov.
- ☞ Ogljik se lahko kopiči v ekosistemih. V gozdovih se kopiči v lesu, na suhih travnikih pa v humusu. Tudi v močvirjih je razgradnja organskih snovi počasna in ogljik se kopiči v šoti.
- ☞ V oceanih poteka izmenjava CO_2 med zgornjimi plastmi vode in ozračjem. V vodi raztopljena CO_2 in HCO_3^- porabljajo alge. Del alg, ki jih sekundarni proizvajalci ne pojedjo, potone na dno. V vodi se veliko ogljika veže tudi v ogrodja različnih živali. Ko organizmi odmrejo, ogrodja potonejo na dno oceanov, kjer nastaja apnenec. Tako shranjen ogljik se umakne iz kroženja. Zaradi topnosti apnenca se majhen del ogljika vrača v kroženje.
- ☞ Zaradi vplivov človeka je kroženje ogljika močno moteno. Ljudje prispevamo k presežkom sproščanja CO_2 z izrabo fosilnih goriv, intenzivno obdelavo tal in uničevanjem naravnih ekosistemov, predvsem gozdov in mokrišč.
- ☞ Kmetijska dejavnost je bila do nedavnega večinoma vir ogljika. Z ustreznim gospodarjenjem, predvsem z zadrževanjem ogljika v humusu ali biomasi, pa lahko postane pomemben ponor ogljika.
- ☞ Voda se pojavlja v treh agregatnih stanjih, kar omogoča njeno kroženje. Voda neprestano kroži med biosfero, hidrosfero, litosfero in ozračjem ter je največji masni pretok na našem planetu.
- ☞ Kroženje vode poganjata sončna energija in težnost. Ko voda pade na Zemljo, odteka po površini in se zbira v jezerih in rekah, od koder odteka v morja ali pa pronica v tla in polni zaloge podtalnice. Veliko vode zadržijo rastlinski sestoji. Pri kroženju več vode izhlapi iz oceanov, kot se je tja vrača s padavinami. Obratno velja za kopno. Presežek vode s kopnega se vrača v oceane z rekami.

- ☞ Rastline imajo pomembno vlogo pri kroženju vode. Vodo sprejemajo skozi korenine in jo v procesu transpiracije sproščajo skozi listne reže. Delež oddane vode se razlikuje glede na razmere v okolju, vrsto rastlin in obsežnost rastlinske odeje.
- ☞ Rastline vplivajo na kroženje vode tudi posredno, tako da prestrezajo padavine in s tem preprečujejo površinsko odtekanje vode ter spiranje in odnašanje tal.
- ☞ Raziskave so pokazale, da se zaradi izsekavanja zmanjšuje količina padavin in se pregrevajo tla, kar v sušnih delih sveta lahko povzroči širjenje puščav.
- ☞ Zmogljivost tal za zadrževanje vode se spreminja glede na tip in debelino tal. Drobnnozrnata tla, tla z veliko vsebnostjo glinastih delcev in tla, bogata z organskimi snovmi, zadržijo veliko vode. Za rastline so tla z veliko zadrževalno sposobnostjo vode ključnega pomena, saj jim olajšajo preživetje sušnih obdobj. Danes so tla zaradi intenzivne obdelave že zelo spremenjena. Na večini obdelovalnih površin se je zmanjšal delež organskih snovi in spremenila zgradba in zrnatost tal.
- ☞ Vodna para je glavni toplogredni plin. Količina vodne pare v ozračju je v ravnovesju s tekočo vodo na Zemlji. To ravnovesje je odvisno od temperature.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

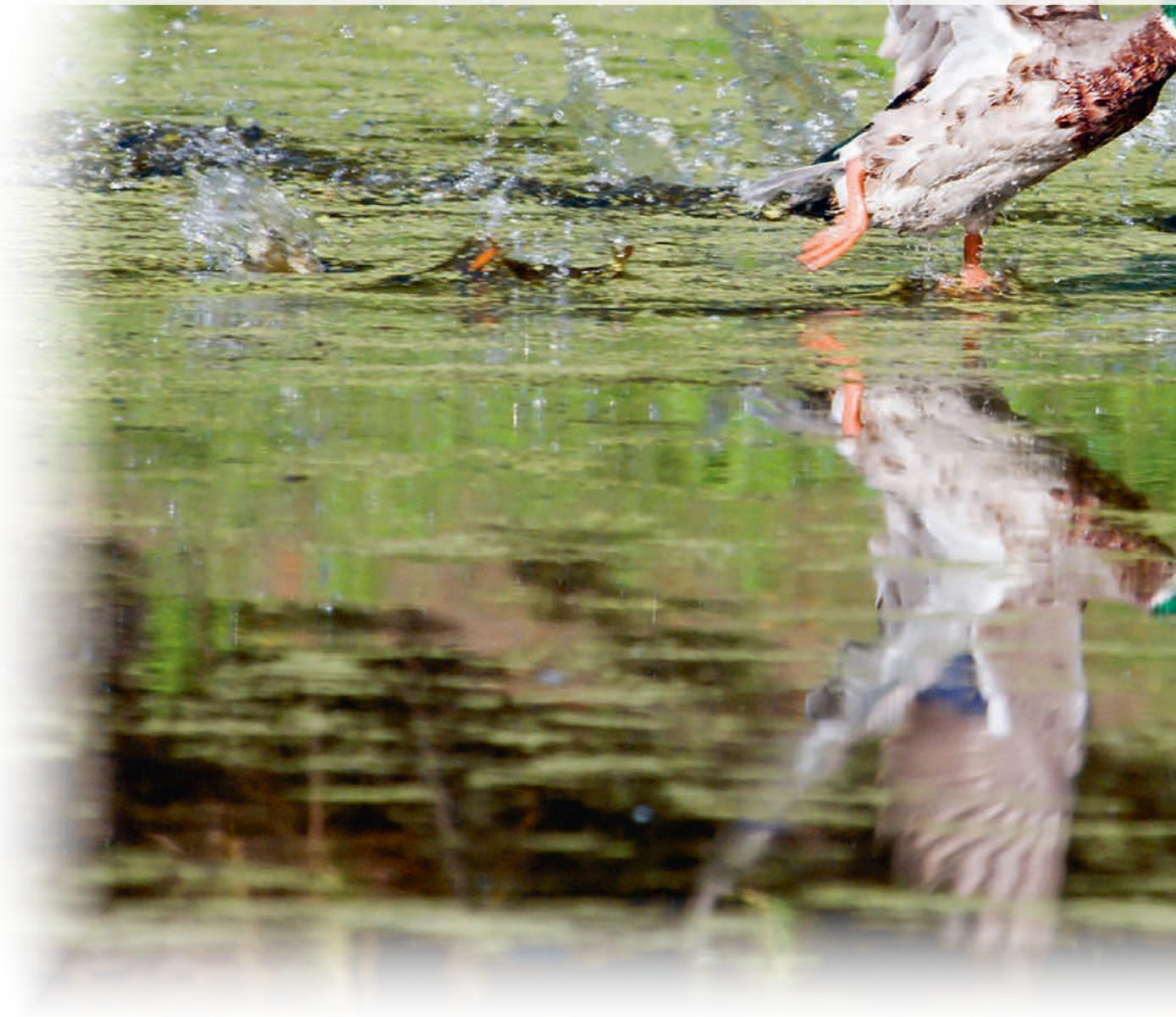
1. Kaj je kroženje snovi? Katera kroženja poznate?
2. Kaj je skupna lastnost kroženja kroženje ogljika in vode?
3. Kaj »poganja« kroženje ogljika?
4. Kako ljudje posegamo v kroženje ogljika?
5. Kakšen je pomen ekosistemov pri kopičenju ogljika?
6. Kje so največji ponori ogljika?
7. Kakšen je vpliv kmetijske dejavnosti na kroženje ogljika?
8. Kako lahko kmetijska dejavnost pozitivno vpliva na kroženje ogljika?
9. Kaj »poganja« kroženje vode?
10. Na kakšen način so rastline vključene v kroženje vode?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Kaj je največji zbiralnik ogljika?
- Kakšno bi bilo kroženje ogljika brez organizmov?
- Na kakšen način kroženje vode vpliva na podnebje?
- Zakaj je pomembno, da čim več vode ostane v krajini?
- Primerjajte, kaj se dogaja s padavinami v mestu in gozdu.
- Naredite poskus in ugotovite, koliko vode zadržijo različna tla (organska in peščena).
- Razmislite, kako ljudje vplivamo na kroženje vode in količino kakovostne vode.

Primeri zgradbe in delovanja ekosistemov

Živi organizmi so neločljivo povezani z neživim okoljem in nanj neposredno vplivajo. Neživo okolje je sestavljeno iz organskih in neorganskih sestavin. Majhen delež mineralnih hranil je neposredno dostopen organizmom, večina pa je shranjena v različnih zalogah – v delcih in v organizmih. Delovanje ekosistema je odvisno od količine dostopnih mineralnih hranil in količine Sončevega sevanja, dolžine dneva, temperature in drugih podnebnih dejavnikov.





Rad premišljujem o prepletenem bregu, odetem
v rastline najrazličnejših oblik, s pticami,
ki pojejo v grmovju, z roji žuželk, ki se
spreletavajo naokrog, ter s črvi, ki se
prebijajo skozi vlažno prst, in si predstavljam,
da so te dovršeno izdelane raznolike oblike, ki
so popolnoma odvisne ena od druge, nastale s
pomočjo zakonov, ki delujejo okoli nas.

Charles Darwin (1809-1882),
angleški naravoslovec

Ribnik

- Neživi dejavniki v ribniku
- Živi dejavniki v ribniku
- Izmenjava snovi v ribniku

Proizvodnja v oceanih je ogrožena

Gozdovi so kopenski ekosistemi z najbolj celovito zgradbo

- Glavni gradniki gozdnih ekosistemov so različne vrste dreves
- V različnih plasteh gozda so različni habitati
 - Življenjska združba tal
 - Življenje v podrasti
 - V krošnjah poteka večji del primarne proizvodnje

Vodni in kopenski ekosistemi so povezani

Ključni pojmi

gozd
neživi dejavniki
ribnik
živi dejavniki

Ribnik

Neločljivost živih organizmov in neživega okolja v ribniku je razvidna že iz enega samega vzorca vode. Rastline, živali in mikroorganizmi niso le del življenjske združbe ribnika, ampak vplivajo tudi na svoje neposredno okolje, na primer na količino v vodi raztopljenih snovi, tako hranil kot plinov. Različne organizme lahko preštejemo, v kolikor pa želimo ugotoviti, kakšna je kakovost vode, moramo opraviti še obsežne kemijske analize.

Neživi dejavniki v ribniku

Neživo okolje je sestavljeno iz organskih in neorganskih sestavin, kot so voda, ogljikov dioksid in kisik, spojine kalcija, dušika, žvepla in fosforja, aminokisline druge sestavine.

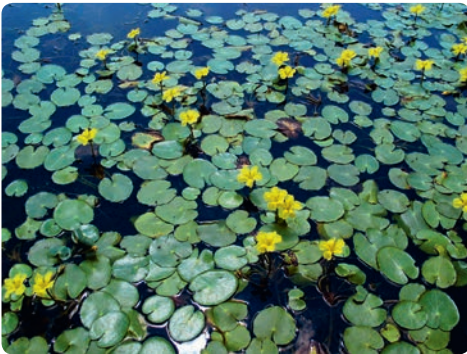
Živi dejavniki v ribniku

V ribniku navadno najdemo dve večji skupini primarnih proizvajalcev: ukoreninjene ali velike plavajoče rastline, ki jih imenujemo **makrofiti**, ker so vidne s prostim očesom, ter drobne alge in cianobakterije, ki jih imenujemo **fitoplankton**. Fitoplankton je razporejen po vodnem stolpcu. Kadar so populacije fitoplanktona obsežne, je voda zelenkasto obarvana, če je tovrstnih organizmov malo, jih ne moremo videti s prostim očesom. V velikih in globokih ribnikih (ter prav tako v jezerih in oceanih) je vloga fitoplanktona v ekosistemu mnogo pomembnejša kot vloga makrofitov. Alge pa poleg cianobakterij, mikroorganizmov in delcev detrita tvorijo **obrast** na površini različnih potopljenih podlagah (na primer kamnih in rastlinah).

Podobno kot pri proizvajalcih imamo tudi v ribniku dve večji skupini primarnih potrošnikov. To so drobne živali, ki živijo prosto v vodnem stolpcu in jih imenujemo tudi **zooplankton** (na primer različni rakci in kotačniki), ter organizmi, po večini nevretenčarji (na primer ličinke nekaterih žuželk), ki živijo na dnu ribnika in jih z eno besedo imenujemo **zoobentos**. Potrošniki drugega reda ali **mesojedi** so plenilske žuželke, dvoživke, ptice in ribe. Slednje so aktivni plavalci, ki jih imenujemo tudi **nekton**. Pomembna skupina potrošnikov so še razkrojevalci (**detritivori**), ki so odvisni od organskih delcev (**detrita**), ki padajo na dno ribnika. Razkrojevalci skupaj z rastlinojedi predstavljajo vir hrane za mesojede. Razkrojevalci so tudi nekateri veliki nevretenčarji, ki so bodisi zbiralci, ki se hranijo z drobnimi delci, ali pa drobilci, ki se prehranjujejo z večjimi delci. Mikroorganizmi so razporejeni po celotnem ekosistemu, posebno pogosti so na površini usedlin. Nekateri od njih lahko napadejo žive



Pogled na ribnik iz zraka.



Ščitolistna močvirka s svojimi plavajočimi listi tvori strnjene sestoje na površini ribnikov, mrtvic in drugih stoječih voda. Najdemo jo v SV Sloveniji. Na rdeči seznam ogroženih rastlinskih in živalskih vrst je uvrščena kot ranljiva vrsta.



V ribnikih uspevajo nekatere praproti. V SV Sloveniji se pojavlja štiri peresna marzilka, ki je ranljiva vrsta.

organizme in povzročajo okužbe, večina pa kot vir energije uporablja odmrle organizme. Razkrojevalci skupaj z delovanjem fizičnih sil omogočijo razkroj odmrlih organizmov in sproščanje mineralnih snovi v okolje, ki so tako znova na voljo primarnim proizvajalcem.

Izmenjava snovi v ribniku

V ribniku poteka izmenjava snovi z ozračjem, prispevnim območjem in usedlinami. Potok, ki napaja ribnik, ne prinaša samo sveže vode ampak tudi hranila, pline ter različne druge snovi in organizme. V vodi se raztapljajo plini iz ozračja in se v ozračje spet vračajo. Med rastlinami v plitvini se spreletavajo žuželke z bližnjega travnika. Številne ptice in druge živali najdejo v ribniku zavetje in hrano. Voda, ki odteka iz ribnika, odnaša raztopljene in trdne snovi, pa tudi ribe in planktonske organizme. Iz ribnika izletavajo žuželke, ki so prvi del življenja preživele kot ličinke v vodi (na primer kačji pastirji, mladoletnice, enodnevnice). Voda v ribniku je povezana tudi z vodo v tleh tako na območju ribnika kot tudi v njegovi bližnji okolici. Zato izmenjava snovi poteka tudi med vodo in usedlinami na dnu ribnika ter tlemi v obrežnem pasu. Povečan vnos hranilnih snovi, predvsem dušika in fosforja, povzroča povečano rast alg in semenk ter vodi v spremembo sestave združbe vodnih organizmov in kakovosti vode. Ta pojav imenujemo **eutrofikacija**. Eutrofikacija poteka tudi brez vplivov človeka in je posledica naravnega zaporedja, vendar v tem primeru poteka zelo počasi.

Zgradba ribnikā je razmeroma preprosta. Na dogajanje v ribniku vplivajo tudi procesi v njegovi okolici.





Zelena žaba živi v jezerih, ribnikih, mlakah in počasi tekočih vodah z bogatim rastlinjem. Prezimi v usedlinah na dnu mlake ali reke. Njena temperatura je odvisna od temperature okolja.



Velike bele čaplje se zadržujejo v bližini voda in močvirij, kjer iščejo svojo priljubljeno hrano: ribe, žabe in male sesalce.



Raca mlakarica živi v najrazličnejših vodnih habitatih, od močvirij in vodnih tokov do ribnikov v središču mest. Samci se po pisanem svatovskem perju ločijo od rjavo obarvanih samic.

Ocena presnove življenjske združbe v ribniku

Presnovo združbe v ribniku ocenimo na podlagi dnevno-nočnih sprememb koncentracije kisika v vodi. Uporabimo lahko **metodo svetlih in temnih steklenic**. Vzorce vode iz različnih globin damo v steklenice. Temne steklenice ovijemo z aluminijasto folijo ali damo v črno vrečo, da preprečimo prehajanje svetlobe. Po 24 urah izmerimo količino kisika v steklenicah. Zmanjšanje količine kisika v temnih steklenicah odraža dihanje vseh organizmov (primarnih proizvajalcev in potrošnikov), medtem ko sprememba koncentracije kisika v svetlih steklenicah odraža razliko med porabo kisika zaradi dihanja in proizvodnjo v procesu fotosinteze. Tako na primer v toplem, sončnem dnevu v plitvem ribniku, bogatem s hranili v vrhnjih plasteh (2–3 m) ugotovimo presežek sproščanja kisika. Pod to plastjo je manj svetlobe za fotosintezo, zato izmerimo nižje koncentracije kisika. Globina vode, pri kateri je fotosinteza enaka dihanju, kjer ne izmerimo sprememb v koncentraciji kisika v vodi, se imenuje **kompensacijska globina**. Kompensacijska globina je meja med avtotrofno in heterotrofno plastjo ribnika. Plast vode, v kateri je dovolj svetlobe za primarno proizvodnjo, imenujemo **evfotična cona**. Kadar so ribniki močno obremenjeni z organskimi snovmi, se dihanje v njih zaradi številnih mikroorganizmov močno poveča, kar se kaže v pomanjkanju kisika. V nekaterih primerih kisika lahko celo zmanjka in nastanejo razmere brez kisika ali **anoksične** razmere, ki povzročijo pogin rib in večine drugih živalskih skupin.

V tekočih vodah lahko z metodo svetlih in temnih steklenic primerjamo razmere na različnih delih vodotoka.

Proizvodnja v oceanih je ogrožena

Oceani pokrivajo 70 odstotkov Zemljine površine in so v povprečju globoki 4000 metrov. Kljub temu je celotna primarna proizvodnja nekoliko manjša kot na kopnini. V oceanih primarna proizvodnja poteka v razmeroma tanki površinski plasti, kjer je dovolj svetlobe za nemoten potek fotosinteze pri algah. Na odprtem morju sega osvetljena plast do globine 200 metrov, medtem ko bliže obali le do nekaj deset metrov. Primarna proizvodnja pomeni temelj drugim trofičnim ravnom, zato ne čudi, da je kar 90 odstotkov življenja v oceanih vezanega na osvetljeno plast. V zadnjih desetletjih se je ribolov občutno povečal, kar že močno ogroža nekatere populacije rib in tudi nekatere druge organizme, na primer želve, ptice in delfine. Z novimi tehnologijami izlova posegamo celo v globine pod osvetljeno območje.

Glavni gradniki gozdnih ekosistemov so različne vrste dreves

V različnih podnebnih območjih so se razvili gozdovi z različno zgradbo in vrstno sestavo. Kljub veliki pestrosti imajo vsi gozdovi nekatere skupne značilnosti zgradbe, ki nam pomagajo razumeti dogajanje v njih. V gozdu se okoljske danosti, kot so količina svetlobe, relativna vlažnost, koncentracija kisika in ogljikovega dioksida ter temperature, od vrha krošenj do tal močno spreminjajo. Kljub temu so življenjska okolja v gozdu izpostavljena manjšim nihanjem okoljskih dejavnikov kot v okolici gozda. Pestrost razmer ustvarja možnost za naselitev organizmov z različnimi okoljskimi zahtevami.

Glavni gradniki gozdnih ekosistemov so drevesa

Drevesa v času svojega razmeroma dolgega življenja kopičijo biomaso in s tem pomembno prispevajo k slojevitosti gozda. Zrel gozd gradijo sledeči sloji: gozdna tla z združbo talnih organizmov, podrast, ki jo gradijo mahovi, zelišča in grmovje, ter sloj drevesnih krošenj. V nekaterih gozdovih, na primer v tropskem gozdu, najvišji sloj sestavljajo posamezna drevesa, ki štrlijo iz strnjenih krošenj.



V nekaterih gozdovih, na primer v tropskem gozdu, najvišji sloj sestavljajo posamezne vrste dreves, ki štrlijo iz strnjenih krošenj.

V različnih plasteh gozda so različni habitati

V primerjavi z rastlinsko biomaso je živalska biomasa v gozdovih zelo majhna, saj v vseh slojih, razen v gozdnih tleh, prevladujejo primarni proizvajalci. Različni sloji ustvarjajo pestrost habitatov in omogočajo bivanje različnim vrstam.

krošnje

podrast (grmovje, zelišča, mahovi)
gozdna tla s talnimi organizmi



Za vse gozdove je značilna slojevitost.



Rastlinski ostanki na gozdnih tleh so hrana različnim razkrojevalcem.



Poleti, ko se drevesa olistajo je v gozdu temno. Za rastline v podrasti so pomembne sončne lise.



V mešanem ali listnatem gozdu je spomladi, tudi v sloju podrasti, dovolj svetlobe. Ta čas izkoristijo za fotosintezo in rast nekatere rastline podrasti, kot so navadni jetrnik (na sliki), navadni pljučnik in podlesna vetrnica, ki takrat zacvetijo.



Fazan je dejaven podnevi. Prenočuje na drevesih ali grmih, včasih pa tudi na tleh. Samec se loči od samice po obarvanosti perja. V času razmnoževanja se pari z več samicami. Gnezdi na skritih mestih v gozdu, na polju in ob robu gozda.



Del življenjske združbe gozda je tudi navadna lisica. Hrani se z malimi sesalci, žuželkami, plazilci, pticami, mrhovino pa tudi z rastlinskimi plodovi. Živi posamezno, redkeje v manjši skupini. Do brloga, ki si ga naredi v tleh, izkoplje več izhodov.

Življenjska združba tal

Gozdna tla so navadno prekrita z odmrlim listjem, vejicami, drevesnimi panji in padlimi drevesi. V in na gozdnih tleh poteka živahna razgradnja opada, v katero so vključeni razkrojevalci: glive, bakterije in nevretenčarji. Glive vzpostavljajo tudi mutualistične povezave z rastlinami in ugodno vplivajo na njihovo delovanje. Nekatere živali, na primer deževniki, se hranijo z detritom, kot poglavitni vir hrane pa uporabljajo mikroorganizme, ki naseljujejo organske delce. V ugodnih temperaturnih in vlažnostnih razmerah je razgradnja detrita hitra, kar omogoča sproščanje hranil. Manj razgradljivi deli, kot so celuloza, lignin in humin, pa prispevajo k nastajanju tal, ki so pomemben habitat.

Življenje v podrasti

Rastlinsko združbo podrasti sestavljajo mladice gozdnih dreves, grmi, zelišča in mahovi. Rastlinske vrste zeliščne plasti navadno prejmejo le od enega do nekaj odstotkov sončnega sevanja in so prilagojene na senčne razmere. V grmovni plasti je dovolj svetlobe za rast nizkorastočih lesnatih rastlin. Za primarne proizvajalce v spodnjih plasteh gozda so pomembne vrzeli v krošnjah, skozi katere prodira svetloba, kar ustvarja spremenljive svetlobne razmere v podrasti. Prameni neposredne svetlobe ali sončne lise prispevajo tudi do 80 odstotkov vse svetlobne energije, ki jo prejmejo rastline.

V krošnjah poteka večji del primarne proizvodnje

Krošnje sestavljajo najgostejšo in najdebelejšo plast, v kateri poteka večji del primarne proizvodnje.

V tropskih gozdovih je biotska pestrost v drevesnih krošnjah izjemna. Krošnje so življenjski prostor različnih priraslik, na primer praproti, ananasovk, kukavičevk, ovijalk ter številnih glivnih in živalskih vrst. Nekatere vrste živali so vezane samo na krošnje in nikoli ne stopijo na gozdna tla.

V gozdovih zmernega pasu je v krošnjah dovolj hrane za žuželke, ki srkajo rastlinske sokove, objedajo liste ali celo plenijo druge žuželke. Žuželke in pajki so hrana nekaterim pticam. Druge ptice pa se hranijo s semeni in plodovi, ki jih je v gozdu obilo. V krošnjah se pogosto pojavljajo tudi nekateri sesalci, kot sta veverica in polh. V gozdu so pogosti zajedavci, kot so ose šiškarice in klopi. Gozd je tudi življenjski prostor velikih zveri, kot so medved, volk in ris, ki imajo velik vpliv na delovanje gozdnega ekosistema.



Navadna veverica je prilagojena na življenje na drevju. Živi v sklenjenih iglastih in tudi drugih gozdovih. Hrani se z rastlinsko hrano, včasih pa upleni tudi jajce in kakšno žuželko. Veverica je tudi pozimi dejavna. Njeni plenilci so divje mačke, kune in kragulji.

Slovenski gozdovi so biotsko pestri.

Slovenski gozdovi sodijo med gozdove zmernega pasu. Večinoma so to bukovi, gabrovi, smrekovi in hrastovi gozdovi. Brez človekovega vpliva bi gozd preraščal večino Slovenije, razen območij, kjer so razmere za razvoj gozda neugodne. To so območja z veliko vlažnostjo tal in tista s skrajno nizkimi temperaturami (alpinski svet nad drevesno mejo). Danes zaradi vpliva človeka gozd pokriva 60 odstotkov površine Slovenije. Slovenski gozdovi so v primerjavi z gozdovi drugod po Evropi biotsko zelo pestri. Med drevesnimi vrstami prevladujeta bukev in smreka.

Vodni in kopenski ekosistemi so povezani

Delovanje gozda in ribnika je odvisno od vnosa in iznosa snovi v daljšem časovnem obdobju. Vnos v ribnik lahko vključuje erodirana tla iz motenega gozda ter mineralna hranila in različne strupene snovi, ki se spirajo z intenzivno obdelanih polj in naselij. Poleg tega se po toku potoka ali reke, ki napaja ribnik, lahko prenašajo snovi, vključno z onesnaževali, ki vstopajo v sistem daleč od ribnika. Ribnik in gozd, ki sta na videz samozadostni enoti v krajini, sta odprta sistema, ki pripadata večjemu sistemu ali **porečju**, to je območje celotnega toka določene reke in njenih pritokov. Reka in njeni pritoki povezujejo različne ekosisteme – gozdove, travnike, različne stoječe vode ter kmetijske in urbane površine v neločljivo celoto. Ta celota je osnovna enota za načrtovanje trajnostnega gospodarjenja v krajini. Različna porečja se združujejo v **povodja**. Porečja slovenskih rek pripadajo Jadranskemu in Črnorskemu povodju.



V reki Donavi se zbira voda iz vseh porečij Črnomskega povodja.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Neživo okolje je sestavljeno iz organskih in anorganskih sestavin, kot so voda, ogljikov dioksid in kisik, spojine kalcija, dušika, žvepla in fosforja, amino- in huminske kisline in še nekaterih drugih snovi.
- ☞ Življenjska združba v ribniku je sestavljena iz dveh večjih skupin primarnih proizvajalcev, makrofitov in fitoplanktona, ter dveh večjih skupin primarnih potrošnikov: zooplanktona in zoobentosa. Potrošniki drugega reda ali mesojedi so plenilske žuželke, dvoživke, ptice in ribe. Slednje so aktivni plavalci, ki jih imenujemo nekton. Pomembna skupina potrošnikov so razkrojevalci.
- ☞ Rastline, živali in mikroorganizmi ne živijo le v ribniku, ampak vplivajo tudi na svoje neposredno okolje, na primer na količino v vodi raztopljenih snovi.
- ☞ Delovanje ribnika je odvisno od količine dostopnih mineralnih hranil in količine sončnega sevanja, ki prodira v ribnik, dolžine dneva, temperaturnih sprememb in drugih klimatskih dejavnikov ter sestave življenjske združbe.
- ☞ Izmenjava snovi v ribniku poteka z ozračjem, prispevnim območjem in usedlinami. Povečan vnos hranilnih snovi, predvsem dušika in fosforja, povzroča povečano rast primarnih proizvajalcev ter vodi v spremembo sestave življenjske združbe in kakovosti vode. Ta pojav imenujemo evtrofikacija. Evtrofikacija poteka tudi brez vpliva človeka in je posledica sukcesije, vendar v tem primeru poteka zelo počasi.
- ☞ Rastline, živali in mikroorganizmi niso samo prebivalci ribnika, ampak vplivajo tudi na svoje neposredno okolje, na primer na količino v vodi raztopljenih snovi, tako hranil kot plinov. Koncentracija kisika v vodi je odvisna od razmerja med primarnimi proizvajalci in potrošniki ter od razmer v ribniku.
- ☞ Plast vode, v kateri je dovolj svetlobe za primarno proizvodnjo, imenujemo evfotična cona. Globina vode, pri kateri je fotosintezna aktivnost primarnih proizvajalcev enaka dihanju, se imenuje kompenzacijska globina. Kadar so ribniki močno onesnaženi z organskimi snovmi, se dihanje močno poveča, kar povzroči pomanjkanje kisika. Če kisika zmanjka, poginejo ribe in večina drugih živalskih skupin.
- ☞ Na odprtem morju sega evfotična cona do globine 200 metrov, medtem ko bliže obale le do nekaj deset metrov. Primarna proizvodnja je temelj drugim trofičnim ravnom, zato je kar 90 odstotkov življenja v oceanih vezanega na evfotično cono.

- ☞ Na različnih klimatskih območjih so se razvili gozdovi z različno zgradbo in vrstno sestavo, a z nekaterimi skupnimi značilnostmi. Zrel gozd gradijo sledeče plasti: gozdna tla z združbo talnih organizmov, podrast, ki jo gradijo mahovi, zelišča in grmovje, ter plast krošenj.
- ☞ V primerjavi z rastlinsko je živalska biomasa v gozdovih zelo majhna, saj v vseh plasteh, razen v gozdnih tleh, prevladujejo primarni proizvajalci. Različne plasti ustvarjajo pestrost habitatov in omogočajo bivanje različnim vrstam. V in na gozdnih tleh poteka živahna razgradnja, v katero so vključeni razkrojevalci.
- ☞ Podrast sestavljajo mladice gozdnih dreves, grmi, zelišča in mahovi, ki so prilagojeni na senčne razmere. Krošnje tvorijo najgostejšo in najdebelejšo plast, v kateri poteka večji del primarne proizvodnje.
- ☞ Ribnik in gozd, ki sta na videz samozadostni enoti v krajini, sta odprta sistema, ki pripadata večjemu sistemu ali porečju. Ta celota je osnovna enota za načrtovanje gospodarjenja v krajini.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kako je zgrajena življenjska združba ribnika?
2. Kako poteka pretok energije v ribniku?
3. Kaj vpliva na kroženje mineralnih hranil v ribniku?
4. Kako organizmi vplivajo na razmere v ribniku?
5. Na kakšen način je ribnik povezan z ostalimi ekosistemi?
6. Opišite zgradbo gozdnega ekosistema?
7. Kaj je prednost slojevitosti gozda?
8. Zakaj so rastlinske združbe gozdov v različnih podnebnih razmerah različne?
9. Kako sta ribnik in gozd povezana med seboj?
10. Razložite pojma porečje in povodje.

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Kateri ekosistemi so v bližnji okolici vašega doma?
- Zakaj je v bližini ribnika veliko ptic?
- Katere živalske skupine še opazimo v okolici ribnika?
- Zakaj nekatere rastline v podrasti listopadnega gozdu cvetijo spomladi?
- Zakaj drevesa v listopadnem gozdu cvetijo pred olistanjem?
- Kako poteka izmenjava snovi med gozdom in ostalimi ekosistemi?
- V katerem porečju oziroma povodju živite?
- Zakaj je pomembno celostno načrtovanje trajnostne rabe naravnih virov na ravni porečja?

Večja biotska pestrost pomeni več možnosti

Zaradi velike krajinske pestrosti je vroča točka Evrope tudi Slovenija. Vendar je biotska pestrost v Sloveniji zelo krhka, saj so zaradi velike habitatne pestrosti populacije vrst omejene na majhne površine. Znanstveniki ocenjujejo, da imamo v Sloveniji približno od 13.000 do 15.000 živalskih vrst ter več kot 3200 vrst višjih rastlin.

Kljub veliki pestrosti življenja, je danes biotska pestrost v kmetijstvu, tako v poljedelstvu kot živinoreji, zelo osiromašena. 75 odstotkov hrane rastlinskega izvora predstavlja le 12 vrst rastlin (med njimi so pšenica, riž, koruza, krompir, banane, fižol, kasava, sladki krompir, sladkorni trs, soja), za hrano živalskega izvora pa veljajo podobna razmerja.

Vrednost biotske pestrosti je
več kot vsota njenih delov.

Bryan G. Norton,
ameriški strokovnjak za okoljsko etiko

Vsega, kar šteje, ne moremo prešteti,
vse, kar lahko preštejemo, pa ne šteje.

Albert Einstein (1879-1955),
fizik in matematik nemškega rodu



Biotska pestrost ali biodiverziteteta je raznolikost življenja

- Biotska pestrost je pomembna za delovanje ekosistemov
- Večja biotska pestrost pomeni več možnosti za odnose v ekosistemu in boljšo izrabo virov

Ključni pojmi

*ekosistemska pestrost
ekosistemske storitve
vrstna pestrost
znotrajvrstna pestrost*

Biotska pestrost ali biodiverziteteta je raznolikost življenja



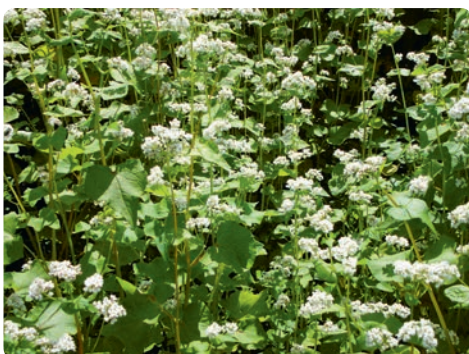
Tropski deževni gozd je življenjski prostor številnih še neznanih vrst organizmov.



Pridelava hrane temelji na majhnem številu vrst. Za človekovo prehrano se pogosto uporabljajo različna žita.



Pomembno vlogo v človekovi prehrani imajo tudi prašiči. Prosta paša pomembno prispeva k večji kakovosti mesa.



Ajda postaja vse bolj priljubljena poljščina, saj je vsestransko uporabna.

Biotska pestrost vključuje vse ravni življenja; tako znotrajvrstno in vrstno pestrost kot pestrost ekosistemov. Znotrajvrstna pestrost je odraz fenotipske gnetljivosti organizma (→ Organizmi v okolju) ter vključuje pestrost genov in njihovih alelov. Vrstna pestrost se nanaša na število živečih vrst. Ekosistemska pestrost vključuje bogastvo habitatov, združb in ekoloških procesov v ekosistemi.

Biotska pestrost je izjemno pomembna, saj so razmere za življenje odvisne od celovitosti in neokrnjenosti bioloških sistemov ter nemotenosti procesov. Po drugi strani pa obstajajo dokazi, da velika pestrost pomeni tudi večjo prožnost (sposobnost obnove po stresu) in manjšo ranljivost ekosistemov.

Biotska pestrost je povezana tudi z okoljskimi danostmi, zato so vrste neenakomerno porazdeljene po ekosferi. Večji del biotske pestrosti je vezan na razmeroma majhen del našega planeta, na tropska in subtropska območja. Najbolj raznoliki so tropski deževni gozdovi in koralni grebeni, kjer je največja pestrost vrst, družin in tudi endemitov. Vzrok za to so ugodne razmere in dolgotrajen nemoten razvoj življenjskih združb. Izsekavanje tropskega gozda, ki smo mu priča danes, pomeni grožnjo številnim, morda še neznanim vrstam. Biotsko pestri ekosistemi so tudi nekatera mokrišča (mangrove, delte rek), ki so prav tako med najbolj ogroženimi ekosistemi na našem planetu.

Na kopnem se biotska pestrost zmanjšuje z geografsko širino in z nadmorsko višino, v morju pa z globino. Biotska pestrost je tesno povezana s količino razpoložljive energije in vode na določenem območju planeta.

Biotska pestrost je pomembna za delovanje ekosistemov

Biotska pestrost je neposredno pomembna za delovanje ekosistemov. Velika pestrost pomeni veliko število vrst z različnimi strategijami in vlogami ter z različno ekološko širino. Večja **funkcionalna pestrost** omogoča večjo prožnost ekosistemov. To ne velja le za naravne, ampak tudi za kmetijske in druge antropogene ekosisteme. Povečevanje pestrosti kmetijske krajine pomeni večjo sposobnost premagovanja stresnih stanj (na primer suše, množičnih pojavljanj »škodljivcev« in večjo sposobnost prilagajanja na spremembe, tudi podnebne.

Posredno biotska pestrost vpliva tudi na koristi, ki jih imamo ljudje od ekosistemov; to so **ekosistemski procesi** in različne dobrine. Proces v ekosistemu vpliva na nastajanje tal, kroženje vode, ozračje, pa tudi na druge ekosisteme. Koristi, ki jih imamo ljudje od ekosistemov, so odvisne od pestrosti procesov v ekosistemu, njihove celovitosti in neokrnjenosti; zato jih ogrožajo vsi dejavniki, ki zmanjšujejo biotsko pestrost.

Večja biotska pestrost pomeni več možnosti za odnose v ekosistemu in boljšo izrabo virov

Več vrst v ekosistemu pomeni več poti za pretok energije in kroženje snovi. Če iz ekosistema izgine vrsta, ki ima podobno nišo kot nekatere druge vrste, so spremembe v sistemu manjše, kot bi bile, če bi izginila ključna vrsta, ki ima večji vpliv (→ Življenjske združbe so dinamični sistemi).

Sistemi, ki podpirajo življenje

Delovanje ekosistemov temelji na mreži povezav med organizmi, ki se razvijajo v času razvoja ekosistema. Delovanje je odvisno od njegove zgradbe, vitalnosti, prožnosti in velikosti. V naravnih razmerah so organizmi in procesi v dinamičnem ravnovesju in na ta način se ohranjajo razmere, ugodne za življenje. Trajnost razmer omogočajo obnovljivi procesi in viri, medtem ko imajo izčrpljivi viri za nas le prehodni pomen. Znanstveniki so zato naravne sisteme poimenovali **sistemi, ki podpirajo življenje**.

Znanstvenik Robert Costanza s sodelavci je leta 1997 postavil **koncept ekosistemskih storitev**. Ekosistemске storitve združujejo vse koristi, ki jih imamo ljudje od narave, in vključujejo vse procese in snovi, ki nam omogočajo življenje. Ekosistemске storitve delimo na **podporne**, ker ustvarjajo snovno osnovo za naše življenje, **vzdrževalne**, **preskrbovalne** in **socialne** oziroma kulturne.

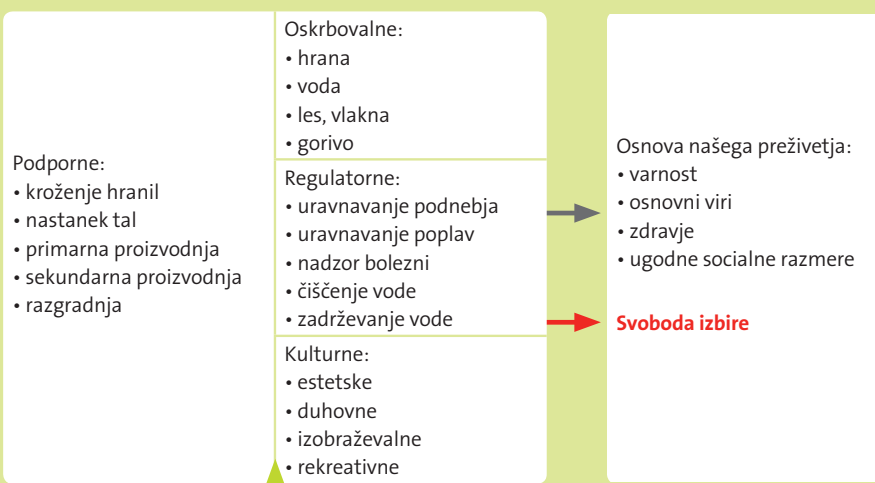
Med podporne storitve štejemo rastlinsko pretvorbo sončne energije v organske snovi, ki jih lahko uporabljajo drugi organizmi (tudi človek), nastajanje tal ter kroženje vode in mineralnih hranil.

Vzdrževalne storitve zagotavljajo ugodne razmere za življenje. V to skupino spadajo uravnavanje sestave zraka, vzdrževanje globalne temperature, vpliv

na razporeditev in količino padavin, zadrževanje vode, zmanjševanje erozije ter blaženje posledic človekovega delovanja in onesnaževal.

Med preskrbovalne storitve prištevamo osnovne dobrine, ki jih dobimo iz biosfere, kot so hrana, surovine, gradbeni materiali, gorivo ter razne učinkovine in zdravila. Socialne storitve omogočajo zadovoljevanje naših socialnih potreb, kot so športne dejavnosti, lov in izobraževanje ter preprosto občudovanje narave. Posegi v ekosisteme spremenijo njihove značilnosti, kar neposredno pomeni tudi spremembo potenciala ekosistema za storitve in zmanjševanje naših možnosti. Mera celovitosti ekosistema je biotska pestrost, ki pogojuje neto primarno proizvodnjo, na kateri temeljijo ekosistemске storitve. Raziskovalci ugotavljajo, da spremembe vrstne pestrosti pomenijo tudi neposredno spremembo zmoglosti ekosistemov za storitve.

Ekosistemске storitve



Življenje – biotska pestrost

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Biotska pestrost ali biodiverziteta je raznolikost življenja, ki vključuje vse ravni življenja: znotrajvrstno in vrstno pestrost ter pestrost ekosistemov. Znotrajvrstna pestrost je odraz fenotipske gnetljivosti organizma in vključuje pestrost genov in njihovih alelov. Vrstna pestrost se nanaša na število živečih vrst. Ekosistemska pestrost pa vključuje bogastvo habitatov, združb in ekoloških procesov v ekosistemi.
- ☞ Najbolj raznoliki so tropski deževni gozdovi in koralni grebeni, kjer je največja pestrost vrst, družin in tudi endemitov. Vzrok za to so ugodne razmere in dolgotrajen nemoten razvoj življenjskih združb. Uničevanje tropskega gozda pomeni grožnjo številnim, morda še neznanim vrstam.
- ☞ Biotska pestrost je tesno povezana s količino razpoložljive energije in vode na določenem območju planeta. Zaradi velike krajinske in zato tudi ekosistemske pestrosti je vroča točka Evrope tudi Slovenija. Vendar je biotska pestrost v Sloveniji zelo krhka, saj so populacije vrst zaradi velike habitatne pestrosti na majhni površini razmeroma majhne.
- ☞ Večja funkcionalna pestrost omogoča večjo prožnost ekosistemov, kar velja za naravne in antropogene ekosisteme. Povečevanje pestrosti kmetijskih površin pomeni večjo sposobnost premagovanja stresnih stanj (suše, množičnih pojavov »škodljivcev«) in večjo sposobnost prilagajanja na spremembe.
- ☞ Posredno biotska pestrost vpliva tudi na koristi, ki jih imamo ljudje od ekosistemov (ekosistemske storitve), vključno z osnovnimi dobrinami.
- ☞ Ekosistemske storitve razdelimo na podporne, vzdrževalne, preskrbovalne in socialne oziroma kulturne. Podporne storitve so pretvorba sončne energije v organske snovi, nastajanje tal ter kroženje vode in mineralnih hranil. Vzdrževalne storitve so uravnavanje sestave zraka, vzdrževanje klime, zmanjševanje erozije ter blaženje posledic človekovega delovanja in onesnaževal. Preskrbovalne storitve ekosistema so različni viri: hrana, surovine, gradbeni materiali, gorivo, razne učinkovine in zdravila. Socialne storitve pa omogočajo zadovoljevanje naših socialnih potreb. Posegi v ekosisteme spremenijo njihove značilnosti in zmožnosti za storitve.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj pomeni besedna zveza biotska pestrost?
2. Razložite zakaj je biotska pestrost pomembna?
3. Od česa je odvisna biotska pestrost?
4. Katere procese v ekosistemi omogočajo ekosistemske storitve?
5. Kaj vključuje preskrbovalne storitve?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- V kolikšni meri smo ljudje odvisni od ekosistemov?
- Doma popišite dobrine, ki izhajajo iz narave (upoštevajte tudi materiale, iz katerih so zgrajene).
- Kaj si predstavljate pod besedno zvezo funkcionalna pestrost?
- Kaj vključuje funkcionalna pestrost gozda oziroma močvirja?
- Ocenite ekosistemske storitve bližnjega gozda, travnika in močvirja.
Uporabite lestvico od 1 do 5.
- Razložite zakaj se je pri kulturnih rastlinah zmanjšala uporaba različnih vrst in sort?
Kaj to pomeni z vidika zagotavljanja hrane?



Drugi del:

Ljudje
sprem



injamno
okolje

Zemlja je vse bogastvo, ki ga imamo

Ekosistemi so vir dobrin, od procesov v ekosistemih pa so odvisne življenjske razmere, ki omogočajo preživetje človeka in drugih organizmov. Danes, ko smo precejšen delež naravnega bogastva zaradi pohlepa, nevednosti in lahkomišelnosti že zapravili, se zaradi posledic čedalje bolj zavedamo vrednosti narave in zdravega okolja. Pa ne zato, ker bi sprevideli, kako negospodarni smo, ampak zato, ker se je narava začela odzivati. Odzivi pa prinašajo čedalje večje stroške, saj vplivajo na naše blagostanje, torej na kakovost in razpoložljivost naših osnovnih virov, in s tem tudi na naše zdravje.

Poročilo o stanju ekosistemov na prelomu tisočletja (Millennium Ecosystem Assessment – MA), ki ga je pripravil Svetovni inštitut za vire (World Resource Institute) povzema sledeče ugotovitve: (1) Ljudje v zadnjih 50 letih spreminjamo ekosisteme hitreje in v večjem obsegu kot kdajkoli doslej, kar se odraža v občutni in nepovratni izgubi biotske pestrosti. (2) Poseganje v naravo je sicer prispevalo k povečanemu razvoju, kar pa je varljivo, saj je čedalje bolj očitno, da spremembe v naravi, ki so nastale zaradi tega, pomenijo čedalje večje stroške za blaženje učinkov, nepredvidenih tveganj in nepričakovanih dogodkov, povečujejo revščino na nekaterih območjih ter pomenijo slabše stanje okolja in virov za prihodnje generacije. (3) Raziskave kažejo, da je v prvi polovici tega stoletja zaradi vztrajnosti procesov možno še dodatno poslabšanje razmer. (4) Izboljšanje stanja ekosistemov je možno le ob znatni spremembi našega delovanja in odnosa do narave.

Zemlja je sveta posoda, ki se je ne sme
spreminjati in ne segati po njej, kajti
spreminjati pomeni pokvariti, in segati
pomeni izgubiti.

Lao Tzu (6. stoletje pr. n. št.),
kitajski filozof



Zemlja ne pripada človeku, ampak človek
pripada Zemlji. Karkoli doleti Zemljo,
bo doletelo tudi njene sinove. Ljudje
nismo naredili spleta življenja, smo le
nit v tem spletu. Karkoli ljudje naredimo
spletu življenja, naredimo sebi.

Seattle (1780-1866), indijanski poglavar,
v pismu predsedniku Franklinu (1855)

Ključni pojmi

ekološki odtis
ogljikni odtis

Ljudje vplivamo na ozračje, vodo, tla in raznolikost življenja

- Nagneten planet
- Prožnost in vitalnost biosfere sta prizadeti

Ljudje vplivamo na ozračje, vodo, tla in raznolikost življenja

Pot, ki smo jo ljudje ubirali od kmetijske revolucije dalje, nas je postopno oddaljevala od narave. To pomeni, da se je razumevanje delovanja narave zmanjševalo, čeprav je naša popolna odvisnost od naravnih virov ostajala nespremenjena oziroma zaradi naraščanja števila prebivalstva je postajala celo večja.

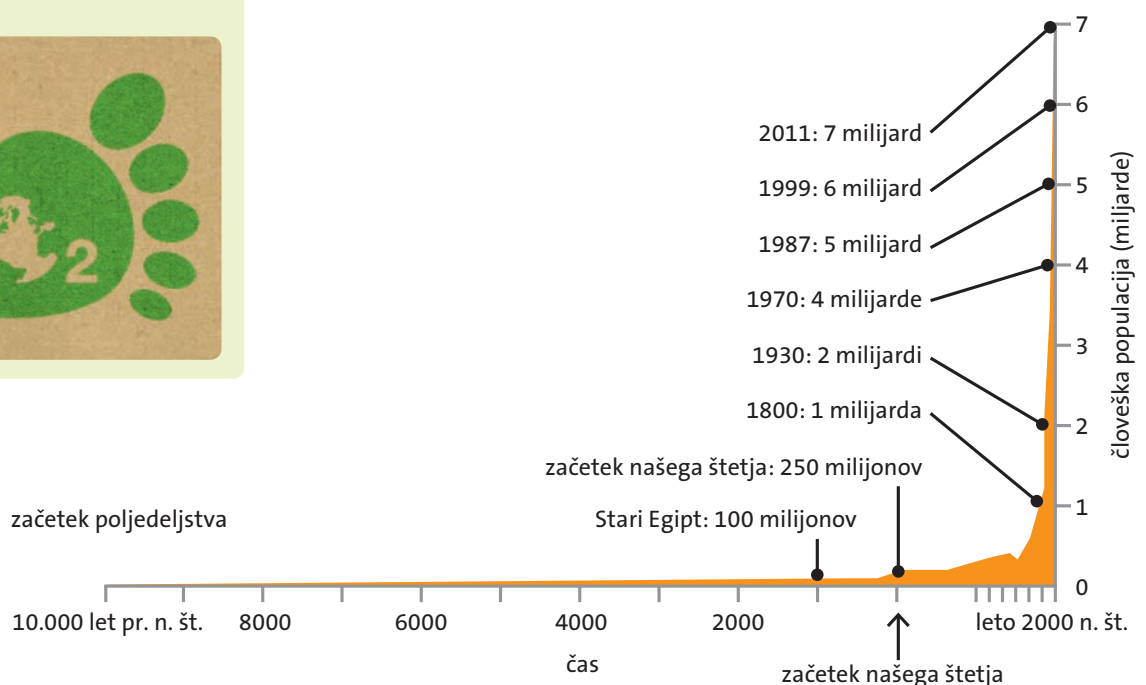
Nagneten planet

Za populacije velja, da je rast eksponentna samo toliko časa, dokler je na voljo obilica virov. Ko teh začne primanjkovati, se rast upočasnjuje in ustali, oziroma populacija doseže nosilnost okolja (→ Organizmi v okolju) ali celo upade.

Pri živalskih populacijah so potrebe različnih osebkov iste populacije po prostoru in virih večinoma podobne. To velja tudi za človeško vrsto, kljub temu se poraba ljudi močno razlikuje. Na podlagi porabe lahko ocenimo »**ekološki odtis**« osebkov v človeški populaciji. »Ekološki odtis« odraža trenutne potrebe ljudi na določenem območju po površini glede na zmožnost obnove (biokapacitete) ekosistemov. Obnova pa ne vključuje samo obnavljanja virov, ampak tudi zmožnost odstranjevanja stranskih proizvodov človekovega delovanja (onesnaževal, odpadkov in ogljikovega dioksida). Pri izračunu se upoštevajo vse potrebne površine za pridelavo virov, energije, gradnjo infrastrukture in ponor stranskih proizvodov. Statistične analize kažejo, da odtis povprečnega Zemljana v zadnjih

Ogljični odtis

Pogosto uporabljamo tudi besedno zvezo **ogljiki odtis**, s katero izrazimo količino ogljika, ki jo sprosti posameznik (ali skupnost) s svojim načinom življenja. Kot smo spoznali že v prejšnjih poglavjih, je sproščanje ogljikovega dioksida posledica razgradnje organskih snovi (dihanje vseh ravni organizmov) ter gorenja biomase in fosilnih goriv. V primeru, da se sprosti več ogljikovega dioksida, kot se ga veže v procesu fotosinteze in raztaplja v oceanih, to pomeni povečevanje koncentracij ogljikovega dioksida v ozračju, kar prispeva k učinku tople grede. V povezavi s toplo gredo lahko v izračun ogljičnega odtisa dodamo tudi druge toplogredne pline.



Rast človeške populacije

desetletjih ostaja enak, medtem ko se nosilnost planeta zmanjšuje zaradi uničevanja ekosistemov. K večanju neravnovesja prispeva čedalje večja poraba zaradi naraščanja števila prebivalstva in vse večje razlike v dostopnosti virov med revnimi in bogatimi, čeprav vemo, da je ekološka niša vseh ljudi enaka. Na primer odtis povprečnega Slovence je več kot dvakrat večji kot odtis povprečnega Zemljana. Ocenjujejo, da bi zaradi današnjega načina življenja ljudje potrebovali planet in pol. Več kot očitno je, da smo prišli do točke prevoja populacijske krivulje, ki se iz začetne eksponentne krivulje postopno spreminja v sigmoidno (→ Organizmi živijo v populacijah). Število prebivalstva se je od leta 1950 do 2012 več kot podvojilo, različni modeli pa napovedujejo povečanje na 9,3 milijarde ljudi do leta 2050.

Prožnost in vitalnost biosfere sta prizadeti

Uničevanje habitatov, iztrebljanje vrst, onesnaževanje in izčrpavanje virov je privedlo do motenj v kroženju snovi in pretoku energije, zato je prožnost in vitalnost biosfere našega planeta močno prizadeta. Neuravnoteženost vodnega kroga se odraža v vse pogostejših poplavih in sušah. Zaradi odstranjevanja in spreminjanja rastlinske odeje ter močnih in bolj neenakomerno razporejenih padavin se povečujeta tudi erozija in širjenje puščav. Ocenjujejo, da se zaradi erozije letno premesti 75.000 milijonov ton tal, ki navadno končajo v vodnih ekosistemih.

Znane so tudi povezave med spremembami v naravi in človekovim zdravjem. Z vnašanjem različnih strupenih snovi (na primer toksičnih kovin in biocidov) zastrupljamo sebe in druge organizme. Onesnažena voda povzroča zastrupitve in okužbe. Raziskave so pokazale, da spremenjena kakovost voda olajša širjenje kolere. Težava je tudi čedalje večja poraba virov, predvsem tistih, ki niso obnovljivi. Z uporabo fosilnih goriv se sproščajo zaloge ogljika, ki so bile milijone let varno shranjene pod Zemljinim površjem. Zaradi uničevanja gozdov in močvirij ter spreminjanja tal je moteno kroženje ogljika. Prekomerno gnojenje povzroča evtrofikacijo vodnih teles ter vpliva na kroženje dušika. Planet se ogreva, virov primanjkuje in vzorci vremena se spreminjajo. Če želimo omiliti in izboljšati razmere na planetu, moramo spremeniti svoj odnos do narave iz izkoriščevalskega in celo uničevalskega v mutualističnega.

Čedalje večja človekova poraba vpliva na naravne procese.

Sledi, ki jih puščamo ljudje je v zadnjih desetletjih ostalo toliko, da se je kakovost okolja močno poslabšala. To vpliva na kakovost našega življenja in življenja drugih organizmov. Analize stanja okolja kažejo, da se biotska pestrost zmanjšuje. Do danes smo gozdne površine skrčili za 70 odstotkov, površina puščav se širi v obsegu 6000 km² letno, vsako leto 210.000 km² površin postane neuporabnih za kmetijstvo, ogroženih je 3,1 milijona km² pašnih površin in 3,35 milijona km² površin za gojenje poljščin. Ljudje smo se razširili skoraj po vsej kopnini Zemlje. Zrak, ki ga dihamo, je obremenjen z najrazličnejšimi snovmi (z dušikovi in žveplovimi oksidi, različnimi delci, ozonom). Tla, ki nam omogočajo pridelavo hrane, so osiromašena in obremenjena z različnimi tujimi snovmi. Energija, ki prihaja na Zemljo, še vedno vsebuje več sevanja UV kot pred letom 1970, pa tudi voda, ki je vir življenja, postaja omejujoča dobrina na različnih predelih planeta.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Ekosistemi so vir dobrin, od procesov v ekosistemih pa so odvisne osnovne življenjske razmere, ki omogočajo preživetje človeka in drugih organizmov.
- ☞ Ljudje v zadnjih 50 letih spreminjamo ekosisteme hitreje in v večjem obsegu kot kdajkoli doslej, kar se odraža v občutni in nepovratni izgubi biotske pestrosti. Uničevanje habitatov, iztrebljanje vrst, onesnaževanje in izčrpavanje virov je privedlo do motenj v kroženju snovi in pretoku energije, zato sta prožnost in vitalnost biosfere našega planeta močno prizadeti.
- ☞ Poseganje v naravo je prispevalo k povečanemu razvoju, kar pa je varljivo, saj je čedalje bolj očitno, da posledične spremembe v naravi prinašajo čedalje večje stroške za blaženje učinkov, nepredvidenih tveganj in nepričakovanih dogodkov, povečujejo revščino na nekaterih območjih ter pomenijo slabše stanje okolja in virov za prihodnje generacije.
- ☞ Raziskave kažejo, da je v prvi polovici tega stoletja možno še dodatno poslabšanje razmer zaradi vztrajnosti škodljivih procesov. Izboljšanje stanja ekosistemov je mogoče le ob znatni spremembi našega delovanja in odnosa do narave.
- ☞ Ekološki odtis odraža trenutne potrebe ljudi na določenem območju po površini (za pridelavo virov, energije, gradnjo infrastrukture in ponor stranskih proizvodov) glede na zmožnost obnove območja. Obnova pa vključuje tudi zmožnost odstranjevanja stranskih proizvodov človekovega delovanja, torej onesnaževal, odpadkov in ogljikovega dioksida.
- ☞ Odtis povprečnega Zemljana v zadnjih desetletjih ostaja enak, medtem ko se nosilnost planeta zmanjšuje zaradi uničevanja ekosistemov. K večanju neravnovesja prispeva čedalje večja poraba zaradi naraščanja števila prebivalstva in vse večje razlike v dostopnosti virov med revnimi in bogatimi.
- ☞ Da bi omilili in izboljšali razmere na planetu, moramo spremeniti svoj odnos do narave iz izkoriščevalskega in uničevalskega v mutualističnega.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj so glavni vzroki spreminjanja ekosistemov?
2. Kaj je biokapaciteta določenega območja?
3. Kaj je ekološki odtis organizma?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Zakaj rečemo, da so ekosistemi "sistemi, ki podpirajo življenje"?
- Kakšna je razlika med izkoriščevalskim in mutualističnim odnosom do narave?
- Kakšen je vaš odnos do narave?
- Raziščite povezavo med znanjem o naravi in odnosom do narave.

Spremembe kakovosti ozračja in podnebja

Ozračje je plinski ovoj Zemlje, ki sega do približno 600 km od Zemljine površine. Je osredje organizmov in vir plinov (kisika, ogljikovega dioksida in dušika), ki so nujno potrebni za biološke procese. Po ozračju se prenašajo različne snovi in nastajajo različni pojavi. Ima tudi izolacijsko vlogo, saj plini v ozračju absorbirajo infrardeče (IR) sevanje in povzročajo učinek tople grede, ki je nujen za preživetje. Brez ozračja bi bila povprečna temperatura na Zemlji okrog -18°C , zaradi učinka tople grede pa je 14°C .

Naravi je nemogoče vladati, edina pot
je spoštovanje njenih zakonitosti.

Francis Bacon (1561-1626),
angleški filozof, pisatelj in politik

V prihodnjih desetletjih lahko pričakujemo
novo, vendar negotovo razmerje med
povečanimi koncentracijami CO_2 , ki
zadržuje izsevano toploto, in povečanim
obremenjevanjem zraka z delci, ki odbijajo
vpadno svetlobo. Kakršnakoli neto sprememba
toplotne bilance bo povzročila spremembo
klime.

Eugene P. Odum (1913-2002),
ameriški ekolog



Ozračje je sestavljeno iz več plasti
Obremenjevanje ozračja

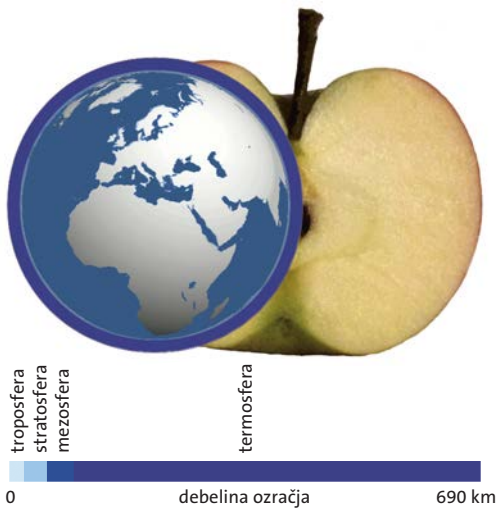
- Poglavitna zračna onesnaževala v troposferi so dušikovi in žveplov oksidi
- Plini, ki uničujejo ozonsko plast

Povečane koncentracije toplogrednih plinov in podnebne spremembe

- Težnje podnebnih sprememb danes
 - Podnebne spremembe ne ogrožajo vseh vrst enako
- Na podnebne spremembe lahko vplivamo

Ključni pojmi

*onesnaževanje zraka
ozonska plast
podnebne spremembe
troposfera*



Ozračje je zgrajeno iz različnih plasti. Za življenje sta ključni troposfera in stratosfera. Če Zemljo primerjamo z jabolkom, je debelina troposfere kot jabolčna lupina glede na jabolko.

Ozračje je sestavljeno iz več plasti

Za biosfero sta najpomembnejši plasti ozračja troposfera in stratosfera, v kateri je ozonska plast, ki prestreza škodljivo UV-sevanje. Troposfera je najgostejša, najbolj notranja plast ozračja, ki je debela od 10 do 18 kilometrov. V tej tanki plasti se kopičijo proizvodi človekovega delovanja, ki jih človek sprošča v ozračje, v njej nastaja tudi vreme. Na prehodu med troposfero in stratosfero je temperaturni obrat, ki upočasnjuje prehajanje snovi med obema plastema. Zato se določene snovi kopičijo v troposferi in povzročajo spremembe v njeni sestavi. Zaradi neprestanega premikanja zračnih mas se vse snovi zelo hitro širijo. Po jedrski nesreči v ukrajinskem mestu Černobil leta 1986 se je radioaktivni oblak razširil nad večji del Evrope že v nekaj dneh.

Obremenjevanje ozračja

Onesnaževanje zraka je obremenjevanje ozračja s snovmi, ki se zaradi svojih značilnosti ali preobilice ne morejo vključiti v naravno kroženje. V preteklosti je bilo onesnaževanje predvsem lokalno, danes postaja vse bolj globalno. Poglavitni vzroki za globalno spreminjanje ozračja so spremembe kopenskih ekosistemov in obremenjevanje oceanov ter prekomerna potrošnja zaradi rasti prebivalstva.

Poglavitna zračna onesnaževala v troposferi so dušikovi in žveplov oksidi

Dušikovi in žveplov oksidi v spodnjem delu ozračja (troposferi) so pretežno proizvod izgorevanja fosilnih goriv in so neposredno škodljivi za življenje. Iz njih zaradi Sončevega sevanja nastajajo fotooksidanti, med katerimi je najbolj nevaren **ozon** (O_3). Ozon v rastlino prehaja skozi listne reže. V rastlini O_3 disociira v O_2 in peroksid, ki poškoduje tkiva in povzroča propad fotosinteznih barvil. Kot posledico na listih opazimo značilne točkaste nekroze.

Žveplov dioksid je bil lokalno prisoten od nekdaj. Višje koncentracije lahko izmerimo v bližini vulkanov, na kar so rastline, ki rastejo v bližini, prilagojene. Povečane koncentracije vplivajo na organizme, tudi na zdravje ljudi, in povzročajo nastanek kislega dežja. V rastline prehaja po isti poti kot CO_2 , skozi listne reže. Če so listne reže zaprte, lahko prehaja tudi skozi kutikulo. To vodi v zakisanje notranjega okolja in zmanjša fotosintezno dejavnost, lahko pa tudi poškoduje fotosintezna barvila in encime. Nekateri organizmi so posebno občutljivi, na primer nekateri mahovi, večina lišajev in

glive. Lišaje zato uporabljamo kot kazalnike kakovosti zraka. Določene vrste lišajev pa so zelo odporne, saj živijo celo v vulkanskih kraterjih.

Plini, ki uničujejo ozonsko plast

Pomembna zračna onesnaževala so tudi različni plini, na primer klorofluoroglikovodiki (CFC), ki uničujejo ozonsko plast. Tovrstni plini so dolgoživi. Njihova življenjska doba je od nekaj deset do več kot 200 let. Ko so jih začeli uporabljati v klimatskih napravah, hladilnih sistemih in kot pogonske pline v pršilih, so bili znanstveniki prepričani, da so popolnoma nereaktivni in jih lahko brez škodljivih posledic sproščamo v ozračje. Ko so se posledice že pokazale, smo se zavedli, da te t.i. nedejavne molekule ogrožajo življenje na planetu, saj uničujejo **ozonsko plast**, ki je milijone let varovala življenje pred škodljivim sevanjem UV.

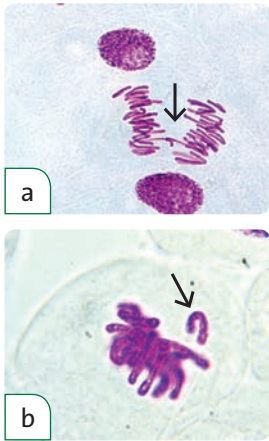
Poškodbe ozonske plasti so večje na polih, predvsem na Antarktiki, kar je posledica posebnih razmer, ki tam pospešujejo razpad ozona. Razpad ozona ima za posledico več sevanja UV-B in UV-A, ki doseže biosfero. V njej vplivajo na biološko pomembne makromolekule, kot so nukleinske kisline, lipidi (v membranah) in beljakovine (encime in hormone). Raziskave so pokazale, da so učinki lahko neposredni zaradi absorpcije fotonov UV-B ter posredni zaradi nastanka prostih radikalov in aktivnih kisikovih oblik. Učinki na celični ravni se odražajo v zgradbi in delovanju organizmov in ekosistemov. Negativne učinke so opazili pri vseh organizmih, tudi pri človeku.

Težavo zaradi sproščanja plinov, ki uničujejo ozonsko plast, smo ljudje dokaj uspešno rešili, kar nam daje upanje, da bomo tako učinkovito rešili tudi druge okoljske probleme. Sklenili smo, da bomo prenehali sproščati snovi, ki uničujejo ozon. Današnje stanje



Na oslabljenih in poškodovanih iglicah smreke so se naselile glive.

Meglica nad mestom je posledica onesnaženosti zraka.



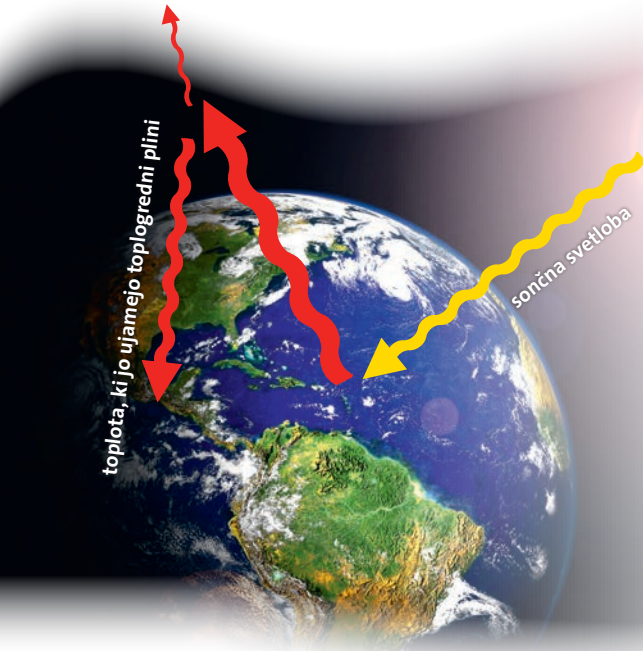
Zračna onesnaževala imajo negativen vpliv na rastline; povzročajo lahko tudi kromosomske nepravilnosti, kot so vidne v koreninskem vršičku šalotke, ki je rastla na območju z zelo onesnaženim zrakom (→ I, Spremembe genoma).

je obetavno, saj se koncentracije snovi, ki vplivajo na zmanjšanje koncentracije ozona, zmanjšujejo, kar se odraža v razmeroma stabilnih povprečnih koncentracijah ozona v stratosferi. Zaradi dolge življenjske dobe klorofluorogljikovodikov in postopnega prehajanja iz troposfere v stratosfero, ki traja približno 15 let, pa je velika količina teh snovi še vedno prisotna v troposferi. Razpad ozona zato še vedno poteka. Zmanjšanje koncentracij na polih vpliva na koncentracije v zmernih zemljepisnih širinah. Današnje koncentracije globalnega ozona so še vedno nižje kot v sedemdesetih letih minulega stoletja, ko so prvič opazili pojav tanjšanja ozonske plasti. Znanstveniki na podlagi modelov predvidevajo izboljšanje do leta 2050, na polih pa do 2070.

V povezavi z ozonom se soočamo s še eno težavo. To je nepredvidljivost medsebojnih vplivov razpada ozona in globalnih podnebnih sprememb, saj ohlajanje stratosfere lahko ustvari ugodnejše razmere za razpad ozona. Danes k razpadu ozona dodatno prispevajo tudi nekateri drugi plini, na primer N_2O , ki se sproščajo v ozračje v povečanem obsegu.

Povečane koncentracije toplogrednih plinov in podnebne spremembe

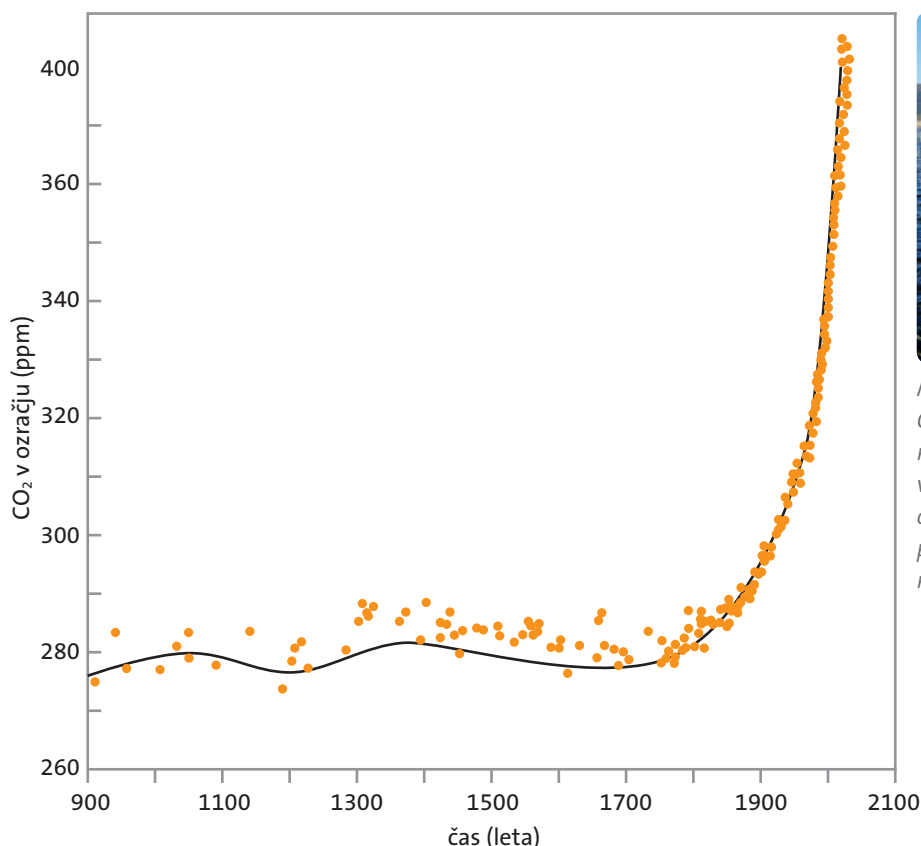
nekaj energije se v obliki toplote vrne nazaj v vesolje



Toplogredni plini na razmere na Zemlji vplivajo tako, da prepuščajo kratkovalovno sevanje in absorbirajo toplotno sevanje, kar ustvarja učinek tople grede.

Čas, v katerem živimo, so zaznamovali ogrevanje ozračja in podnebne spremembe, ki so posledica spreminjanja ekosistemov, intenzivne obdelave tal in množične uporabe fosilnih goriv. Plini, ki so odgovorni za proces ogrevanja oziroma tako imenovani **toplogredni plini**, so ogljikov dioksid, vodni hlapi, dušikovi oksidi (bidišikov oksid) in metan (→ I, Fotosinteza). K učinku tople grede pa prispevajo tudi nekateri drugi plini, ki nastajajo zaradi človekovega delovanja, na primer različni halogenirani ogljikovodiki.

Globalno ogrevanje povzroča različne povratne zveze. Zaradi taljenja ledu in spreminjanja ekosistemov se spreminja odbojnost površin. Višanje temperatur vpliva na kroženje vode. Spreminja se vlažnost zraka, saj toplejši zrak lahko sprejme več vodne pare, kar lahko učinek tople grede še poveča. Več vodne pare v ozračju pa povečuje oblačnost, kar lahko vpliva na zmanjšanje količine energije, ki doseže Zemljo. Segrevanje vpliva na povečano sproščanje ogljikovega dioksida, metana in didušikovega oksida (N_2O) ter predhodnikov (prekurzorjev) ozona. Zmanjšuje tudi topnost ogljikovega dioksida v oceanih.



Težnje spreminjanja koncentracij ogljikovega dioksida.



Mladi poganjki navadnega trsta na območju Cerklješkega jezera. Posnetek ni bi bil nič nenavadnega, če bi ga naredili spomladi, vendar je nastal konec oktobra. Brstenje in rast ob nepravem času sezone pomenita za rastline precejšnjo porabo, od katere rastlina nima nobene koristi.

Višje temperature imajo tudi neposreden vpliv na ekosisteme, saj vplivajo na fiziološke in vedenjske vzorce organizmov, dinamiko populacij, tekmovalno zmožnost organizmov, prisotnost in razporeditev vrst, proizvodnjo in kroženje snovi. Vplivi na razpoložljivost vode in temperature vplivajo tudi na ekološke niše vrst. Za nekatere vrste to pomeni izboljšanje razmer, za druge pa zmanjšano zmožnost tekmovalnosti in manjšo uspešnost preživetja.

Zgradba in delovanje našega planeta sta zelo zapletena, zato je težko predvideti, kako se bo podnebje v prihodnosti spreminjalo. Zelo verjetno pa je, da se bo zaradi poškodovanosti ekosfere, povečevalo število skrajnih in nepredvidenih dogodkov, kot so skrajne temperature, suše in poplave ter nenadne otoplitve in ohlavitve.

Težnje podnebnih sprememb danes

Od leta 1980 dalje smo bili priča 17 od 18 najtoplejših let 20. stoletja. **Višanje temperature** je večje na kopnem v primerjavi z oceani. Vsa območja se ne segrevajo v enaki meri. Največje ogrevanje je na severni polobli od 40. do 70. stopinje (Severna Amerika, Evropa, Azija). Nočne temperature naraščajo bolj kot dnevne, kar je posledica večjega zadrževanja toplote, ki jo Zemlja izseva v nočnem času.



Zaradi višjih temperatur se topijo tudi ledeniki.

Priča smo tudi pospešenemu **taljenju ledenikov** in arktičnega ledu ter taljenju stalno zmrznjenih tal v tundri – **permafrostu**.

Povečano **raztapljanje ogljikovega dioksida v oceanih** spreminja razmerje v karbonatnem ravnovesju vode. Od industrijske revolucije dalje so zabeležili zmanjšanje vrednosti pH v površinski vodi oceanov za 0,12 enote. **Zakisanje** prizadene predvsem organizme z zunanjimi ogrodji, na primer korale in luknjičarke. Raven morske gladine je zaradi raztezanja vode pri višjih temperaturah narasla za 10 – 20 centimetrov. Nadaljnje **dvigovanje morske gladine** predstavlja grožnjo obalnim ekosistemom z visoko primarno proizvodnjo, kot so mangrove ali obalna močvirja, in ogroža manjše, nižje otoke. Povečala se je tudi pogostost in jakost pojavljanja vremenskega pojava, imenovanega El Niño. Gre za spremenjene vzorce tokov v oceanih, kar prinaša spremembe vremena ter večjo pogostost in jakost vremenskih motenj.

Na kmetijstvo vplivajo dolgotrajne suše in poplave. Pridelek pa se zmanjšuje tudi zato, ker danes uporabljamo neustrezne (neprilagojene) poljščine, ki so zaradi dolgotrajnega žlahtnjenja manj odporne na neugodne razmere.

V zmernem pasu, tudi v Sloveniji, postajajo prehodi med toplim in hladnim obdobjem vse krajši, kar utegne imeti dolgoročno znaten vpliv na organizme, predvsem na rastline.

Podnebne spremembe ne ogrožajo vseh vrst enako



Tigrasti komar je postal prava nadloga tudi pri nas.

Dosedanje spremembe so dokazano botrovale izumrtju najmanj ene vrste (krastače – *Bufo periglenes*). Spremembe temperatur vplivajo na razvojne kroge in območja razširjenosti številnih vrst. Premaknil se je čas gnezdenja in brstenja, nekatere vrste se širijo proti severu. Tak primer je tigrasti komar, ki je prišel iz jugovzhodne Azije in je postal prava nadloga. Spremembe podnebja pa tudi neposredno vplivajo na ljudi predvsem zaradi visokih temperatur, skrajnih dogodkov, naravnih katastrof in širjenja nalezljivih bolezni.

Na podnebne spremembe lahko vplivamo

Kot smo že zapisali, je današnje ozračje, vključno z nizkimi koncentracijami ogljikovega dioksida, nastalo zaradi delovanja organizmov, predvsem primarnih proizvajalcev. Danes na spremenjenem planetu prevladuje razgradnja nad izgradnjo, zaradi česar nastaja presežek ogljikovega dioksida. Zato je prvi korak, ki je, poleg zmanjšanja izpustov toplogrednih plinov, potreben za uravnoteženje

stanja, povečanje prožnosti in vitalnosti spremenjene narave. To lahko dosežemo z zaraščanjem negozdnih površin z domorodnimi lesnatimi vrstami.

Pomemben vir toplogrednih plinov je kmetijstvo, kjer lahko ukrepamo na različne načine. Intenzivno kmetovanje lahko nadomestimo z naravi prijaznejšimi metodami, tako da zmanjšamo fizični vpliv na tla ter povečamo vnos organskih snovi v tla. Slednje ne pomeni le ponora ogljika, ampak tudi izboljšanje razmer za rast kmetijskih rastlin. Zmanjšanje sproščanja N_2O pa dosežemo z nadzorom nad gnojenjem in tako zmanjšanjem vnosa dušikovih spojin v mokrišča.

Ključni ukrep je tudi povečanje energijske učinkovitosti in zmanjševanje porabe fosilnih goriv. To lahko storimo s povečanjem deleža kolektivnega prometa, pretehtanim ogrevanjem prostorov, z gradnjo energijsko varčnih hiš in drugih objektov. Eden od ukrepov, ki jih predlaga Evropska skupnost, je tudi povečanje deleža obnovljivih virov energije, kot so vetrna, vodna in sončna energija ter uporaba biogoriv. Znanstveniki raziskujejo tudi različne možnosti "vračanja" ogljika v tla.

Pomemben toplogredni plin je tudi metan, zato so pomembni ukrepi za zmanjšanje sproščanja metana. Vir metana so riževa polja, govedoreja, odlagališča z mešanimi odpadki.

Ugoden učinek lahko dosežemo z ločevanjem odpadkov, ki omogoča predelavo biorazgradljivih snovi s kompostiranjem in proizvodnjo biogoriv.

Proizvodnja biogoriv je lahko vprašljiva.

Med ukrepi Evropske skupnosti za zmanjšanje koncentracije ogljikovega dioksida v ozračju je tudi povečanje uporabe obnovljivih virov energije, kot so potencialna energija vode in energija vetra. Iz obnovljivega vira pa nastajajo tudi biogoriva. Biogoriva so trdna, tekoča ali plinasta goriva, ki so pridobljena iz biomase (na primer oljne ogrščice, lesnih in kmetijskih ostankov). Upravičenost uporabe biogoriv je povezana z načinom pridelave surovin za biogoriva. Po eni strani pridelava zaseda površine, kjer bi lahko pridelovali hrano, ali pa celo izrablja poljščine, ki so vir hrane. Po drugi strani zaradi pridelave biogoriv celo uničujejo gozdne ekosisteme, kot v primeru nasadov oljnih palm na območju tropskega gozda.



Podobe evropskih kulturnih krajin postaja vse manj raznolika. K manjši pestrosti so doprinesle tudi obsežne površine z oljno ogrščico, ki je surovina za proizvodnjo biogoriv.

Pridelava riža in metan

Pridelava riža je znaten vir metana, saj topla, z vodo nasičena tla ustvarjajo idealne razmere za rast metanogenih bakterij in metanogenezo. Iz riževih polj se letno sprosti kar od deset do sto milijonov ton metana. Z naravi prijaznejšim pristopom in uporabo sort, ki uspevajo v bolj sušnih razmerah, se sproščanje metana močno zmanjša, ne da bi se zmanjšal pridelek.

Pri zadrževanju toplote je metan kar 23-krat, N_2O pa celo 320-krat bolj učinkovit kot ogljikov dioksid, seveda pa so koncentracije obeh plinov občutno nižje kot koncentracije ogljikovega dioksida.



Riž v začetnem obdobju rasti uspeva v vodi. Zato so riževa polja pomemben vir metana, ki je zmogljiv toplogredni plin.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Ozračje je plinski ovoj Zemlje, ki se širi do približno 600 km od Zemljine površine. Je osredje organizmov in vir kisika, ogljikovega dioksida in dušika, ki so nujno potrebni za biološke procese. Za biosfero najpomembnejši plasti ozračja sta troposfera in stratosfera. Po ozračju se prenašajo različne snovi in nastaja vreme. Ozračje prepušča kratkovalovno sevanje in absorbira toplotno sevanje, kar ustvarja učinek tople grede, ki je nujen za obstoj življenja. V stratosferi je ozonska plast, ki prestreza sevanje UV.
- ☞ Onesnaževanje zraka je obremenjevanje ozračja s snovmi, ki se zaradi svojih značilnosti ali preobilice ne morejo vključiti v naravno kroženje. Danes spremembe ozračja postajajo globalne. Poglavitni vzroki zato so spremembe kopenskih ekosistemov in obremenjevanje oceanov, prekomerna potrošnja zaradi rasti prebivalstva in premičnost tehnologij.
- ☞ Glavna zračna onesnažila so dušikovi in žveplov oksidi, ki so pretežno proizvod izgorevanja fosilnih goriv in so neposredno škodljivi za življenje. Iz njih v troposferi na svetlobi nastajajo fotooksidanti, med katerimi je najbolj škodljiv ozon.
- ☞ Pomembna zračna onesnaževala so klorofluoroogljikovodiki (CFC), ki uničujejo ozonsko plast v stratosferi. Njihova življenjska doba je lahko tudi več kot 200 let.
- ☞ Razpad ozona ima za posledico več sevanja UV-B in UV-A, ki doseže biosfero. Tam vpliva na biološko pomembne makromolekule, kot so nukleinske kisline, lipidi (v membranah) in beljakovine (encimi in hormoni).
- ☞ Povečevanje količine toplogrednih plinov (ogljikovega dioksida, didušikovega oksida in metana) krepi učinek tople grede, kar se odraža v višanju temperatur. Višanje temperatur ima številne povratne zveze, ki imajo lahko dolgoročno različne vplive.
- ☞ Za izboljšanje stanja je, poleg zmanjšanja izpustov toplogrednih plinov, nujno povečanje prožnosti in vitalnosti spremenjene narave. Ključni ukrep je tudi povečanje energijske učinkovitosti in zmanjšanje porabe fosilnih goriv.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj je ozračje?
2. Kakšen pomen ima ozračje za biosfero?
3. Kaj je onesnaževanje ozračja?
4. Katera so poglavitna onesnažila v ozračju?
5. Kakšna je razlika med troposferskim in stratosferskim ozonom?
6. Kakšno grožnjo predstavljajo klorofluorogljikovodiki?
7. Kakšne so posledice razpada ozonske plasti?
8. Kako lahko zmanjšamo sproščanje toplogrednih plinov? Kakšno vlogo imajo pri tem ekosistemi?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Zakaj pravimo, da je ozračje najobčutljivejša sfera našega planeta?
- Raziščite, kateri so viri in ponori CO_2 v okolici vaše šole.
- Kako prispevate k zmanjšanju sproščanja CO_2 ?



Ljudje vplivamo na vodo

Na območjih, kjer sta človekova dejavnost in vnos tujih snovi v okolje povečana, se kakovost vode lahko tudi močno poslabša. Kakovost vode se lahko spremeni že v ozračju, saj voda spira in raztaplja snovi, ki se tam pojavljajo. Največjo težavo predstavljajo plini in delci, ki jih v ozračje spuščamo ljudje. Zaradi dušikovih in žveplovih oksidov, denimo, postane voda zakisana in ogroža življenje. Kisel dež je proti koncu prejšnjega stoletja povzročil ogromno škodo v gozdovih v Evropi in je botroval sindromu, ki so ga poimenovali »umiranje gozdov«. Kisli dež še danes predstavlja resno okoljsko grožnjo v nekaterih deželah Azije. Še več bremen pa voda sprejme, ko pade na tla.

Voda je H_2O , dva dela vodika in en del kisika, vendar obstaja še nekaj, kar jo dela vodo, in nihče ne ve, kaj je to.

David Herbert Richards Lawrence (1885-1930),
angleški pisatelj in pesnik

Suša je pomanjkanje vode, ki pa ni vedno usodno. Ali je suša katastrofalna ali ne, je odvisno od tega, kako smo z naravo gospodarili v preteklosti. Zaradi intenzivnega kmetijstva in slabega gospodarjenja lahko pričakujemo, da bo suša v prihodnosti ena od glavnih groženj širom po svetu.

Lloyd Timberlake,
pisec o okolju in trajnostnem razvoju



Kakovost vode se med kroženjem spreminja

- Povečana dejavnost človeka lahko poslabša kakovost vode med kroženjem

Vodni viri potrebujejo dobre gospodarje

- V čistilnih napravah imajo glavno vlogo organizmi

Ključni pojmi

*evtrofikacija
kakovost vode
onesnaževanje
samočistilna sposobnost*



Blejsko jezero je slabo pretočno, zato se ob vnosu hranil kakovost vode hitro poslabša.

Množično pojavljanje cianobakterij ali alg imenujemo cvetenje.

V vodah, ki so obremenjene s hranili so zelo uspešne cianobakterije, saj imajo tam lahko zelo visoko primarno proizvodnjo. Množično pojavljanje cianobakterij ali alg imenujemo cvetenje. Ob razpadu nekaterih vrst cianobakterij se sproščajo strupene snovi, kar lahko povzroča zdravstvene težave živalim in ljudem. Zaradi cvetenja cianobakterij in posledično masovnega odmiranja in razgradnje odmrle biomase lahko nastopi pomanjkanje kisika in pride do pogina rib.



Kakovost vode se med kroženjem spreminja

Kroženje vode omogoča njeno samoočiščenje. Pri izhlapevanju vode primesi in raztopljene snovi ne izhlapijo, zato se voda očisti. Če je ozračje čisto, tudi voda, ki izhlapi v ozračje, ostane čista. Kemijsko čista voda, ki pade na zemeljsko površje v obliki padavin se pretaka po površju in pronica v tla. Voda spet pride na površino v izvirih ali se zbira kot podtalnica v tleh. Na tej poti se obogati z minerali, ki so potrebni za življenje.

Povečana dejavnost človeka lahko poslabša kakovost vode med kroženjem

Če voda pade na kmetijske ali urbane površine, ki so obremenjene s hranili in biocidi, te snovi raztaplja in spira ter odnaša v vodotoke, jezera in podtalnico. Kadar spiranje poteka s širšega območja, govorimo o **razpršenem onesnaževanju**.

Kadar pa so viri omejeni na ozko območje, govorimo o **točkovnem onesnaževanju**. Točkovni viri so na primer izpusti iz tovarn in kanalizacije.

Prekomerna količina hranil, predvsem dušika in fosforja, povzroča povečano rast cianobakterij, alg in višjih rastlin ter povzroči spremembo v kakovosti vode. Proces bogatenja jezer ali počasi tekočih voda s hranili imenujemo **eutrofikacija**. Ljudje vplivamo na vodna telesa tudi z odvzemanjem vode, gradnjo različnih hidrotehničnih objektov, na primer jezov, in s posegi v rečne struge. Vsi vplivi se zelo hitro odražajo v spremembi sestave življenjskih združb, zato so različni organizmi v vodah kazalniki ekološkega stanja voda.

Vodni viri potrebujejo dobre gospodarje

Ustrezno gospodarjenje z vodnimi viri temelji na razumevanju ekoloških značilnosti in procesov, ki potekajo v porečju oziroma povodju in različnih vodnih telesih. Okvirna vodna direktiva Evropske skupnosti je pomemben korak v smeri trajnostnega ravnanja z vodo in zavezuje članice, da do leta 2015 dosežejo dobro ekološko stanje voda. Upravljanje z vodami ureja Zakon o vodah, ki je osnovan na načelu, da vodo lahko uporablja vsakdo, vendar le tako, da ne vpliva škodljivo na kakovost in količinske zaloge voda. Osnovna naloga upravljanja z vodami je doseganje in ohranjanje dobrega ekološkega stanja voda in drugih, z vodo povezanih ekosistemov.

Vodo iz točkovnih virov onesnaženja lahko pred izpustom v naravno okolje očistimo v čistilnih napravah, in sicer do take mere, da ustreza merilom za izpust v vodotoke. Večjo težavo predstavljajo razpršeni viri. Za zmanjšanje tovrstnih bremen so pomembni deli narave, ki imajo zmožnost blaženja negativnih učinkov in prestrežanja neželenih snovi. Ob rekah in jezerih imajo pomembno vlogo obrežni pasovi, porasli z močvirskimi in lesnatimi rastlinami, ki zadržijo in pretvorijo večji del snovi, ki bi se sicer sprale v vodotoke. Proces čiščenja vode poteka tudi v samih vodotokih in temelji na delovanju celotne življenjske združbe v njih. Pravimo, da ima vodotok **samočistilno sposobnost**. Proces je učinkovit, če je vnos bremen omejen, v kolikor pa bremena presegajo samočistilno sposobnost vodotoka, voda ostane onesnažena in kakovost ekosistema se slabša.



Izvor onesnaženja so različni razpršeni in točkovni viri.

V čistilnih napravah imajo glavno vlogo organizmi

V čistilnih napravah se odpadna voda najprej mehansko očisti, kar vključuje odstranjevanje in usedanje večjih delcev in razpršenih snovi. Druga stopnja (sekundarno čiščenje) je biološko čiščenje, ker se s pomočjo mikroorganizmov organizmov iz vode odstranjujejo razgradljive organske snovi. Organizmi, ki so vključeni v ta proces, so potrošniki in razkrojevalci. Proces čiščenja se razlikuje od tistega v naravi, saj manjkajo primarni proizvajalci. Zato hranila ostanejo v vodi. Razkrojevalci raztopljene in suspendirane organske snovi porabijo za hrano, medtem ko se potrošniki hranijo z razkrojevalci, vsi pa dobljeno energijo uporabijo za svojo rast. V tej stopnji nastaja biološko aktivno blato, ki je zmes živih in odmrlih organizmov. Tretja stopnja (terciarno čiščenje) je tudi biološka, saj v njej sodelujejo primarni proizvajalci (rastline) ter potrošniki in razkrojevalci. V tej stopnji vodo očistimo hranil (predvsem dušikovih in fosforjevih spojin) ter nekaterih organskih in neorganskih snovi. Rastlinska vrsta, ki se najpogosteje uporablja v postopku terciarnega čiščenja, je navadni trst.



Obrežni pasovi rek imajo pomembno vlogo pri zaščiti reke, saj zadržijo hranila in snovi, ki se spirajo iz prispevnega območja.



V učinkoviti čistilni napravi se voda očisti do take mere, da jo lahko izpustimo v vodno telo.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Kroženje vode omogoča samoočiščenje. Primesi in raztopljene snovi ne izhlapijo pri spreminjanju vode v plinsko stanje. Kakovost vode se lahko spremeni že v ozračju, saj voda spira in raztaplja snovi, ki se tam pojavljajo.
- ☞ Na območjih, kjer sta človekova dejavnost in vnos tujih snovi v okolje povečana, se kakovost voda lahko močno poslabša. Kadar dež pade na kmetijske ali urbane površine, ki so obremenjene s hranili, biocidi ali drugimi onesnažili, voda te snovi raztaplja in spira ter odnaša v reke, jezera in podtalnico.
- ☞ Ko spiranje poteka s širšega območja, govorimo o razpršenem onesnaževanju, če pa so viri omejeni na ozko območje, govorimo o točkovnem onesnaževanju.
- ☞ Proces bogatenja jezer ali počasi tekočih voda s hranili imenujemo eutrofikacija. Ljudje vplivamo na vodna telesa tudi z odvzemanjem vode, gradnjo različnih objektov, na primer jezov, in s posegi v rečne struge. Vsi vplivi se zelo hitro odražajo v spremembi sestave življenjske združbe, zato so različni organizmi v vodah kazalniki ekološkega stanja voda.
- ☞ Proces čiščenja vode poteka tudi v samih vodotokih in temelji na delovanju celotne življenjske združbe v njih. Proces je učinkovit, če so bremena omejena, v kolikor pa bremena presegajo samočistilno sposobnost vodotoka, voda ostane onesnažena in kakovost ekosistema se slabša.
- ☞ Za zmanjšanje negativnih učinkov razpršenih virov imajo pomembno vlogo obrežni pasovi, porasli z močvirskimi in lesnatimi rastlinami, ki zadržijo in pretvorijo večji del snovi, ki bi se sicer spirale v vodotoke.
- ☞ Voda iz točkovnih virov se lahko očisti v čistilnih napravah, in sicer do take mere, da ustreza merilom za izpust v vodotoke. V čistilnih napravah se odpadna voda najprej mehansko očisti, zatem sledi biološko čiščenje.
- ☞ Učinkovito gospodarjenje z vodnimi viri temelji na razumevanju ekoloških značilnosti in procesov, ki potekajo v porečju oziroma povodju.
- ☞ Upravljanje z vodami ureja Zakon o vodah, ki je osnovan na načelu, da vodo lahko uporablja vsakdo, vendar le tako, da ne vpliva škodljivo na kakovost in količinske zaloge voda.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kako kroženje vode vpliva na njeno kakovost?
2. Kje se kakovost vode spremeni v največji meri?
3. Kaj je razpršeno in kaj točkovno onesnaževanje?
4. Kaj se zgodi, če s hranili obremenjena voda odteka v jezera?
5. Kako ljudje, poleg onesnaževanja, še vplivamo na reke in jezera?
6. Kaj je pomembno za gospodarjenje z vodami?
7. Kaj se dogaja z obremenjeno vodo v vodotokih? Kakšno vlogo ima pri tem življenjska združba?
8. Kako delujejo čistilne naprave?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Razmislite kakšen je pomen lesnatih in močvirskih rastlin v obrežnem pasu za vodotok ali jezero?
- Oglejte si najbližjo reko v obdobju lepega vremena in po deževju. Kakšna je voda v reki? Kaj lahko sklepate iz svojih ugotovitev? Kaj to pomeni za reko in organizme v njej?
- Ugotovite, od kod prihaja voda, ki jo pijete.
- Ali veste, kje in kako se očisti odpadna voda, ki nastaja v šoli ali doma?
- Kaj bi se zgodilo, če bi voda brez čiščenja odtekala v reko?



Tla so dobrina, ki se zelo počasi obnavlja

Za nastanek tridesetih centimetrov tal je potrebnih od 1.000 do 10.000 let, zato lahko rečemo, da so tla z vidika dolžine našega življenja neobnovljiv vir. Življenje v tleh je lahko zelo bogato. Na primer v tridesetih centimetrih tal na površini enega hektarja je lahko kar 25 ton organizmov – deset ton bakterij, deset ton gliv, štiri tone deževnikov in ena tona drugih organizmov. Tla so dinamičen sistem, v katerem potekajo pomembni biokemični in biološki procesi. Tla imajo raznotere vloge. Omogočajo primarno proizvodnjo na kopnem, prestrezajo in pretvarjajo različne snovi, so vir mineralnih hranil, zadržujejo vodo, so habitat številnih organizmov ter pomembna surovina (glina, pesek, šota). Spremembe tal vplivajo na zgradbo in delovanje ekosistema ter zmanjšujejo zmožnost tal za opravljanje različnih vlog. Glavne grožnje tlom so erozija, zakisanje, onesnaženje s težkimi kovinami in biocidi, pregonjenost, zbijanje, zmanjšanje količine organskih snovi, zasoljevanje in nasičenje z vodo.

Tla so vir življenja,
kreativnosti in neodvisnosti.

David Ben-Gurion (1886 -1973),
ustanovitelj države Izrael



Ključni pojmi

*bioindikator
remediacija
toksična kovina*

Kmetijstvo je vir blagostanja in največji vzrok spreminjanja okolja

Toksične kovine

Stanje okolja lahko izboljšamo s pomočjo naravnih procesov

- Fitoremediacija je remediacija okolja z rastlinami

Kmetijstvo je vir blagostanja in največji vzrok spreminjanja okolja



Način kmetovanja v preteklosti je močno osiromašil tla na kmetijskih površinah. S pravilnim gospodarjenjem je tla mogoče izboljšati.

Širjenje kmetijskih površin skupaj z obremenjevanjem okolja z biocidi in mineralnimi gnojili, izsekavanje gozdov in intenzivna obdelava tal, vse to pomeni uničenje ali spremembo habitatov številnih vrst.

Primerjava značilnosti naravnega in antropogenega ekosistema (njive) kaže, da imajo naravni ekosistemi visoko pestrost vrst, ki med seboj tekmujejo, veliko trofičnih ravni, celovito prehransko mrežo, zapleteno prostorsko organizacijo in razmeroma zaprt sistem kroženja hranil. V naravnih sistemih se kopiči velika količina odmrlih organskih snovi. Celovita zgradba in delovanje jim omogočata, da se sami vzdržujejo.

Nasprotno pa so kmetijske površine po večini preprosti in vzdrževani sistemi. Vrstna pestrost je nizka, saj gre praviloma za enovrstne sestoje – monokulture. Ljudje poskrbimo, da kmetijskim rastlinam ni treba tekrovati, saj v okolje sproščamo strupene snovi, ki tekmece preženejo ali ubijejo. Na enak način se znebimo organizmov drugih trofičnih ravni, zato je tudi prehranjevalna mreža zelo revna. Ker navadno pobereмо pridelek v celoti, odnesemo skoraj vse organske snovi, ki so nastale v agroekosistemu in tako siromašimo tla. Po drugi strani pa intenzivna obdelava tal pomeni tudi hitrejšo razgradnjo organskih snovi v tleh in s tem slabšanje kakovosti kmetijskih površin, obenem pa še sproščanje ogljikovega dioksida.

Toksične kovine

Toksične kovine, kot so kadmij, cink, svinec, baker, krom, živo srebro ali nikelj, so v nizkih koncentracijah prisotne v tleh. Prekomerno obremenjevanje tal in usedline iz zraka pa povzročajo sproščanje iz lokalnih virov. Glavne dejavnosti, ki povzročajo sproščanje toksičnih kovin v okolje, so rudarjenje in taljenje rude, industrija, promet, uporaba umetnih gnojil in biocidov ter namakanje v kmetijstvu. Viri so tudi odpadki in izcedne vode iz odlagališč ter blato iz čistilnih naprav. Toksične kovine se kopičijo v tleh, kjer se vežejo na mineralne delce. Zaradi različnih vplivov, kot so na primer spremembe vrednosti pH in prisotnost različnih snovi, se lahko sproščajo in prehajajo v površinske vode, talno vodo in podtalnico in od tam v organizme.

Večina organizmov je občutljivih na povečane koncentracije toksičnih kovin. Nekatere rastline so tudi v naravnem okolju izpostavljene visokim koncentracijam toksičnih kovin, na kar so prilagojene. Taki rastlini sta ozkolistni trpotec in navadna lepnica. Tovrstne rastline so biološki kazalniki stanja okolja ali **bioindikatorji**. Nekatere od njih kopičijo zelo visoke koncentracije toksičnih kovin in jih lahko uporabimo za ponovno zasaditev obremenjenih tal. Sproščanje toksičnih kovin v okolje lahko zmanjšamo z uporabo ustreznih surovin za gnojila z zelo nizko vsebnostjo toksičnih kovin, nadomeščanjem neorganskih pesticidov z organskimi ali nadomeščanjem z enakovrednimi naravnimi snovmi, z zmanjšanjem uporabe gnojil, nadzorom nad izpusti iz industrije in nad uporabo blata iz čistilnih naprav.

Pri prehajanju toksičnih kovin po prehranjevalni verigi se njihove koncentracije povečujejo, kar imenujemo **biološko kopičenje** ali **bioakumulacija**. Kopičenje v tkivih in povečevanje koncentracij so ugotovili tudi v primeru pogosto uporabljenih pesticidov DDT (→ Evolucija v živo in v stripu) in PCB.

Poliklorirani bifenili so postali okoljsko breme.

Poliklorirani bifenili (PCB) so bili v preteklosti zaradi svojih dobrih lastnosti široko uporabni v elektroindustriji. Danes predstavljajo breme za okolje, saj so toksične, rakotvorne in izjemno obstojne organske snovi, zato je njihova uporaba prepovedana. V EU veljajo stroga pravila za ravnanje z napravami, ki vsebujejo PCB. V Sloveniji je bilo onesnaženje s PCB ugotovljeno v reki Krupi v Beli krajini.



Stari transformatorji so glavni vir PCB.

Rastline lahko kopičijo kovine.

Rastline, ki kopičijo visoke koncentracije kovin, imenujemo hiperakumulatorji. Koncentracija kovin v tkivih hiperakumulacijskih rastlin je lahko od 100- do 1000-krat večja kot v drugih rastlinah. Danes poznamo 400 vrst hiperakumulacijskih rastlin, ki se razlikujejo glede na kovine, ki jih kopičijo. Nekatere so sposobne kopičiti dve ali celo tri kovine hkrati. Hiperakumulacijske rastline so običajno endemične in uspevajo na ozkem območju, ki je naravno obremenjeno z določeno kovino. Predstavnice hiperakumulacijskih rastlin pripadajo različnim družinam. Na primer, v družini križnic je hiperakumulacija pogosta predvsem v rodovih mošnjakov in grobeljnikov. Hiperakumulacijske rastline so razvile posebne mehanizme, ki jim omogočajo preživetje visokih koncentracij težkih kovin. Takšni mehanizmi so na primer zmanjšano privzemanje toksičnih kovin, njihovo skladiščenje v celičnih stenah in vakuolah ter tvorba kelatov.



Rani mošnjak uspeva na suhih travnikih po vsej Sloveniji. Znanstveniki so ugotovili, da lahko kopiči velike količine kadmija in cinka.

Stanje okolja lahko izboljšamo s pomočjo naravnih procesov

S pomočjo organizmov lahko odstranjujemo, preoblikujemo in zadržimo različne strupe, kemikalije in druge neželene snovi, ki so v tleh, usedlinah, vodi ali zraku. Ta proces imenujemo **remediacija okolja**.

Fitoremediacija je remediacija okolja z rastlinami

Rastline pospešijo odstranjevanje strupenih snovi s spreminjanjem kemijskih in fizikalnih lastnosti tal (poroznosti, sproščanjem različnih snovi, sproščanjem kisika), prestrezanjem in zadrževanjem kemikalij in zmanjšanjem premeščanja onesnažil. Rastline lahko določeno snov odstranijo iz vode, tal ali zraka in jo uskladiščijo v rastlinskih organih, lahko jo pretvorijo v manj škodljivo obliko in hlapno obliko, s sproščanjem različnih snovi in kisika v okolico korenin pa lahko izboljšajo razmere za rast bakterij in bakterijsko razgradnjo teh snovi.



Grajeno močvirje učinkovito čisti vodo in predstavlja nadomestni habitat.



Stanje okolja lahko izboljšamo s povečevanjem pestrosti krajine. Ugodne učinke lahko dosežemo z obnovo obrežnih pasov, meandrov rek in zasaditvijo mejic.

Vse te procese ljudje uporabljamo v **grajenih močvirjih** ali **rastlinskih čistilnih sistemih**. Rastline v grajenih močvirjih v okolici korenin (v rizosferi) vzdržujejo ugodne razmere za razvoj mikroorganizmov. Poleg tega rastline sodelujejo pri filtraciji, usedanju in obarjanju različnih snovi ali pa snovi asimilirajo v rastlinsko tkivo ter sodelujejo pri kemijski pretvorbi. Onesnaževanje okolja je novodobna težava, s katero se organizmi v preteklosti niso srečevali, zato je večina vrst občutljiva na onesnaževala. Zelo strpne do onesnaževanja in zato tudi zelo učinkovite pri čiščenju so nekatere močvirske vrste. Danes v grajenih močvirjih množično uporabljamo navadni trst. Zgrajena močvirja imajo številne prednosti pred drugimi načini čiščenja. Najpomembnejši so nizki stroški, le občasni vzdrževalni posegi, preprosta postavitve, lahko pa so tudi **nadomestni habitati** in podobno kot naravna močvirja sodelujejo pri kroženju vode. V nekaterih primerih lahko za izboljšanje stanja okolja izkoristimo procese v obstoječih naravnih sistemih (na primer močvirjih, obrežnih pasovih, poplavnih ravninah) oziroma v sistemih, ki jih vzpostavimo sami (mejice, jarki, varovalni gozdovi, meandri v vodotokih). V vseh primerih ima blažilno vlogo celovita življenjska združba, ki se tam razvije.



Za zelo učinkovito pri čiščenju odpadnih voda se je izkazala vodna hijacinta, ki prerašča površine rek v tropskih in subtropskih območjih.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Tla so počasi obnovljiv vir. So dinamičen sistem, v katerem potekajo pomembni biokemični in biološki procesi. Omogočajo primarno produkcijo na kopnem, prestrezajo in pretvarjajo različne snovi, so vir hranil, zadržujejo vodo, so habitat številnih organizmov ter pomembna surovina.
- ☞ Spremembe tal vplivajo na zgradbo in delovanje ekosistema ter lahko zmanjšujejo zmožnost tal za opravljanje različnih vlog.
- ☞ Glavne grožnje tlam so erozija, zakisanje, onesnaženje s težkimi kovinami in biocidi, pregonjenost, zbijanje, zmanjšanje količine organskih snovi, zasoljevanje in nasičenje z vodo.
- ☞ Kmetijstvo je vir blagostanja in največji vzrok spreminjanja tal. Primerjava značilnosti naravnega in antropogenega ekosistema (njive) kaže, da imajo naravni ekosistemi visoko pestrost vrst, ki med seboj tekmujejo, veliko trofičnih ravni, celovito prehransko mrežo, zapleteno prostorsko organizacijo, zaprt sistem kroženja hranil ter da se v naravnih sistemih kopiči velika količina odmrlih organskih snovi. Ker z njiv navadno pobremo pridelek v celoti, odnesemo tudi vse organske snovi, ki so nastale s primarno proizvodnjo, in siromašimo tla. Intenzivna obdelava tal pomeni tudi hitrejšo razgradnjo organskih snovi in s tem slabšanje kakovosti kmetijskih površin, obenem pa tudi sproščanje ogljikovega dioksida.
- ☞ Toksične kovine so v nizkih koncentracijah prisotne v tleh. Prekomerno obremenjevanje tal pa nastane zaradi sproščanja iz lokalnih virov. Toksične kovine se kopičijo v tleh, kjer se vežejo na mineralne delce. Večina organizmov je občutljivih na povečane koncentracije toksičnih kovin.
- ☞ Nekatere rastline so tudi v naravnem okolju izpostavljene visokim koncentracijam toksičnih kovin in imajo prilagoditve, ki jim omogočajo uspevanje na obremenjenih rastiščih. Take rastline lahko služijo kot biološki kazalniki stanja okolja ali bioindikatorji. Nekatere od njih, tako imenovani hiperakumulatorji, kopičijo zelo visoke koncentracije toksičnih kovin in jih lahko uporabimo za ponovno ozelenitev obremenjenih območij.
- ☞ Pri prehajanju toksičnih kovin po trofičnih ravneh v prehranjevalni verigi se njihove koncentracije povečujejo, kar imenujemo biološko kopičenje. Kopičenje v tkivih in povečevanje koncentracij so ugotovili tudi v primeru pesticidov DDT in PCB.

- ☞ Sproščanje toksičnih kovin v okolje lahko zmanjšamo z uporabo ustreznih surovin za gnojila z malo toksičnih kovin, nadomeščanjem neorganskih pesticidov z organskimi ali nadomeščanjem z enakovrednimi naravnimi snovmi, z zmanjšanjem uporabe gnojil ter nadzorom nad izpusti iz industrije in blata iz čistilnih naprav.
- ☞ S pomočjo organizmov lahko odstranjujemo, preoblikujemo in zadržimo različne strupe, kemikalije in druge neželene snovi, ki so v tleh, usedlinah, vodi ali zraku. Proces imenujemo remediacija okolja.
- ☞ V nekaterih primerih lahko za izboljšanje stanja okolja izkoristimo procese v obstoječih naravnih sistemih oziroma v sistemih, ki jih vzpostavimo sami. V teh primerih ima blažilno vlogo celovita življenjska združba, ki se tam razvije.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kakšen pomen imajo tla v ekosistemih in kakšen je njihov pomen za ljudi?
2. Kaj danes najbolj ogroža tla?
3. Zakaj ima intenzivno kmetijstvo negativne učinke na tla?
4. Od kod prihajajo v okolje toksične kovine?
5. Ali so vsi organizmi enako občutljivi na toksične kovine?
6. Zakaj so nekatere rastline bioindikatorji, nekatere pa hiperakumulatorji?
7. Kaj je bioakumulacija?
8. Kako lahko zmanjšamo vnos toksičnih kovin v okolje?
9. Kako lahko izboljšamo stanje že onesnaženega okolja?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Zakaj včasih rečemo, da so tla neobnovljiv vir?
- Primerjajte zgradbo tal v gozdu, na travniku in na njivi?
- Kakšen vpliv na tla ima odnašanje pridelka s polj, steljarjenje v gozdu ter izraba biomase za goriva?

Spreminjanje biotske pestrosti

Razvoj in izumiranje vrst je naraven proces. Biotska pestrost se spreminja zaradi izumiranja in redčenja populacij. Posamezne vrste obstajajo od milijona do desetih milijonov let.

Posege v naravne sisteme presoajamo tako, da pretehtamo, ali je ravnanje etično in ali se splača ... Splača se le, če ohranja njihovo celovitost in sposobnost samovzdrževanja in samoobnove.

Aldo Leopold (1886-1948), ameriški znanstvenik, filozof in pisatelj

Če nekje izgine cvetlica, se večini ne zdi nič posebnega. Vendar to pomeni, da so se njene življenjske razmere spremenile in s tem tudi razmere za druge organizme. Če pa je ogrožena redka cvetlica, je to klic na pomoč, saj to pomeni, da se njeni življenjski prostori krčijo. Posledice krčenja in spreminjanja habitatov se odražajo tudi v slabšanju kakovosti naših osnovnih virov - zraka, vode in hrane.

Alenka Gaberščik



Izumrtje vrste je končen in nepovraten dogodek

Vzroki za izginjanje vrst so mnogoteri

- Uničevanje naravnih habitatov
- Drobljenje življenjskega okolja
- Vnos tujerodnih vrst
- Prekomerno izkoriščanje vrst
- Obremenjevanje in spreminjanje okolja
- Veriga izumrtij

Gensko spremenjeni organizmi

- Ocena tveganja in biološka varnost

Možnosti zmanjševanja ogroženosti biotske pestrosti

- Primer zaščite vrste
- Primer upadanja vrste
- Primer invazivne tujerodne vrste

Ključni pojmi

biotska pestrost

*gensko spremenjeni
organizmi*

*invazivne tujerodne vrste
ogrožene vrste*

Izumrtje vrste je končen in nepovraten dogodek

Ocenjujejo, da danes na Zemlji živi en odstotek vseh vrst, ki so se doslej pojavile. V zadnjih 600 milijonih let je prišlo do občasnih velikih upadov vrstne pestrosti, ki jih pripisujejo različnim katastrofam (→ Evolucija v živo in v stripu), kot so vulkanski izbruhi in padci meteoritov, ter spremembam v površinah celin. Danes je izumiranje vrst posledica sprememb rabe tal (to pomeni uničevanja obstoječe življenjske združbe), prekomernega izkoriščanja vrst, onesnaževanja, širjenja patogenov, vdorov invazivnih tujerodnih vrst in hitrih sprememb podnebja. Izsledki raziskovalcev kažejo, da je s pojavom človeka izumiranje postalo od sto do tisočkrat hitrejš, kot je bila stopnja izumiranja, ugotovljena na podlagi fosilnih ostankov. V svetovnem merilu je bilo od leta 1500 zabeleženih skoraj 850 izumrtij. Zaskrbljujoč je podatek, da je bila v preteklosti večina izumrtij vezana na otoke v oceanih, zadnjih 20 let pa jih je najmanj pol vezanih na celine.



Sibirska perunika je trajno zelišče iz družine perunikovk. Cveti v maju in juniju na mokrotnih travnikih. V Sloveniji je zavarovana, kot ranljiva vrsta pa je vključena tudi na slovenski Rdeči seznam ogroženih rastlin.



Planika je zavarovana rastlina v mnogih državah. V Sloveniji so jo zavarovali že koncem 19. stoletja.

Izumrtje vrste je končen in nepovraten dogodek, saj z izumrtjem izgine njen genski sklad in s tem nenadomestljiv del biosfere. Najbolj ogroženi so specialisti ter vrste, ki imajo omejeno razširjenost, živijo v posebnih habitatih, imajo omejeno premičnost in živijo v izoliranih ali majhnih populacijah. Znanstveniki menijo, da grožnja biotski pestrosti predstavljajo tudi podnebne spremembe zaradi njihove hitrosti in sočasnega uničevanja habitatov. Leta 2012 je bilo na Rdečem seznamu IUCN 63.837 vrst: med temi 19.817 vrstam grozi izumrtje, 3947 vrst je kritično ogroženih in 5766 prizadetih, medtem ko je več kot 10.000 vrst opredeljenih kot ranljivih. Glede na omenjeni seznam je ogroženih 41 odstotkov vseh dvoživk, 33 odstotkov koral, 25 odstotkov sesalcev, 13 odstotkov ptic in kar 30 odstotkov iglavcev. Svetovni sklad za divje živali (WWF), ki spremlja težnje spreminjanja velikosti 9.014 populacij 2.688 vrst sesalcev, ptic, plazilcev, dvoživk in rib, v svojem poročilu navaja 28-odstotno zmanjšanje populacij v obdobju od leta 1970 do leta 2008.

Rdeči seznam ogroženih vrst

Svetovna zveza za ohranjanje narave (IUCN) je opredelila **kategorije ogroženosti vrst**, ki so vključene na tako imenovani Rdeči seznam. Ogrožena vrsta je tista, za katero se ugotovi, da se njena številčnost zmanjšuje v taki meri, da lahko na nekem območju delno ali v celoti izgine. Poznamo več kategorij ogroženosti. **Skrajno ogrožene vrste** so tiste, ki jim v naravnem okolju grozi izumrtje že v bližnji prihodnosti. Mednje sodijo iberski ris, kitajski rečni delfin in sibirski tiger. Na konferenci Združenih narodov o biotski pestrosti v Hayderabadu leta 2012 so poročali o skrajni ogroženosti 25 vrst primatov. **Prizadete vrste** so vrste, ki so neposredno ogrožene. V Sloveniji smo v to skupino na primer uvrstili velikonočnico, rjavega medveda, veliko uharico, martinčka in nižinskega urha. **Ranljive vrste** so tiste vrste, katerih obstoj je odvisen od obstoja ekosistemov, predvsem takih, ki so zelo občutljivi na človekove vplive. V skupini ranljivih vrst slovenskega Rdečega seznama so na primer blagajev volčin, divja mačka, kragulj, modras in zelena krastača. **Redke vrste** pa so ogrožene zaradi svoje majhne številčnosti. V tej skupini na slovenskem Rdečem seznamu najdemo med drugimi navadni lovor, črno vrano, orjaško črepaho in črnega močerila.



Rumeno pastirico so včasih imenovali ovčarica, saj se ob preletih pogosto prehranjuje na pašnikih. Vrsta prezimuje v Afriki. Rumena pastirica najpogosteje gnezdi v vlažnih predelih ter na obdelanih površinah. Najštevilčnejše populacije rumenih pastiric so na Cerkniškem polju, Ljubljanskem barju, Sečoveljskih solinah in v Ribniški dolini. Sodi med ranljive vrste.



Potočni rak jelševcevec je bil včasih v slovenskih rekah zelo razširjen in pogost. Po nekaj zaporednih epidemijah račje kuge so se jelševci ohranili le v osamljenih vodnih telesih. Danes so si populacije jelševca nekoliko opomogle. Sodi med ranljive vrste.

Vzroki za izginjanje vrst so mnogoteri

Vzroki za izginjanje vrst so neposredni in posredni.

Uničevanje naravnih habitatov

Najbolj neposreden vzrok je **uničevanje naravnih habitatov** vrst (na primer izsekavanje gozdov in urbanizacija). Med najbolj ogroženimi ekosistemi so tropski deževni gozd in mokrišča. V tropskem deževnem gozdu biva več kot polovica vseh vrst, čeprav pokriva le šest odstotkov kopnega. Danes se povečuje izsekavanje tudi v iglastih gozdovih borealnega pasu, kar vpliva na tamkajšnje vrste.

Drobljenje življenjskega okolja

Na vrste pomembno vpliva tudi **drobljenje življenjskega okolja**, ker povečuje robne učinke v ekosistemi ter moti odnose med organizmi in selitvene poti živali. Zanimiv in tudi zaskrbljujoč je podatek, da je dolžina gozdnega roba v Sloveniji ocenjena na 115.000 km, kar kaže na razdrobljenost gozdov in zato večjo ranljivost.



V razdrobljeni krajini so zelo pomembne povezave med zaplatami. Kot povezave lahko služijo mejice in obrežni pasovi.

Pri drobljenju ekosistemov obstaja tudi nevarnost **ločenosti (izolacije) populacij**, saj so majhni izolirani habitati bolj občutljivi za naključne vplive. Primer take občutljive vrste je evrazijski ris, ki živi v listopadnih gozdovih in je karizmatična vrsta. Ker ima posebne zahteve, ga je slabšanje kakovosti gozdne krajine še posebej prizadelo.

Za številne skupine (ptice, metulje, plazilce) velja, da se število vrst povečuje z velikostjo habitata. Pri rastlinah ima drobljenje krajine velik vpliv na razmnoževanje zaradi **motenja odnosov**, predvsem opraševanja, kar se odraža v bolj množičnem pojavljanju generalistov. Tudi plenilci so v takšnih razmerah uspešnejši. Raziskave so pokazale, da je plenjenje gnezd občutno večje na gozdnem robu kakor v notranjosti gozda.

Razdrobljenost vpliva tudi na pojavljanje redkih vrst, ki so pogostejše v večjih zaplatah, številčnost pogostejših vrst pa je večje v manjših zaplatah. V razdrobljeni krajini so zato zelo pomembne **povezave med posameznimi zaplatami** (koridorji). Pomembni koridorji v kulturni krajini so obrežni pasovi in mejice.

Zelo pogosto je drobljenje gozdov na majhne zaplate, ki je posledica spreminjanja naravne krajine v kulturno krajino, ali pa delitev različnih ekosistemov zaradi cest, jezov in drugih objektov.

Vnos tujerodnih vrst



Vodna solata je v Sloveniji tujerodna vodna rastlina. Pojavlja se le v mrtvici Save pri Prilipah in potoku Topla, ki ju napaja stalen izvir tople vode. Ker prihaja iz tropskih območij, je občutljiva na nizke temperature in zato ni nevarnosti za njeno širjenje.

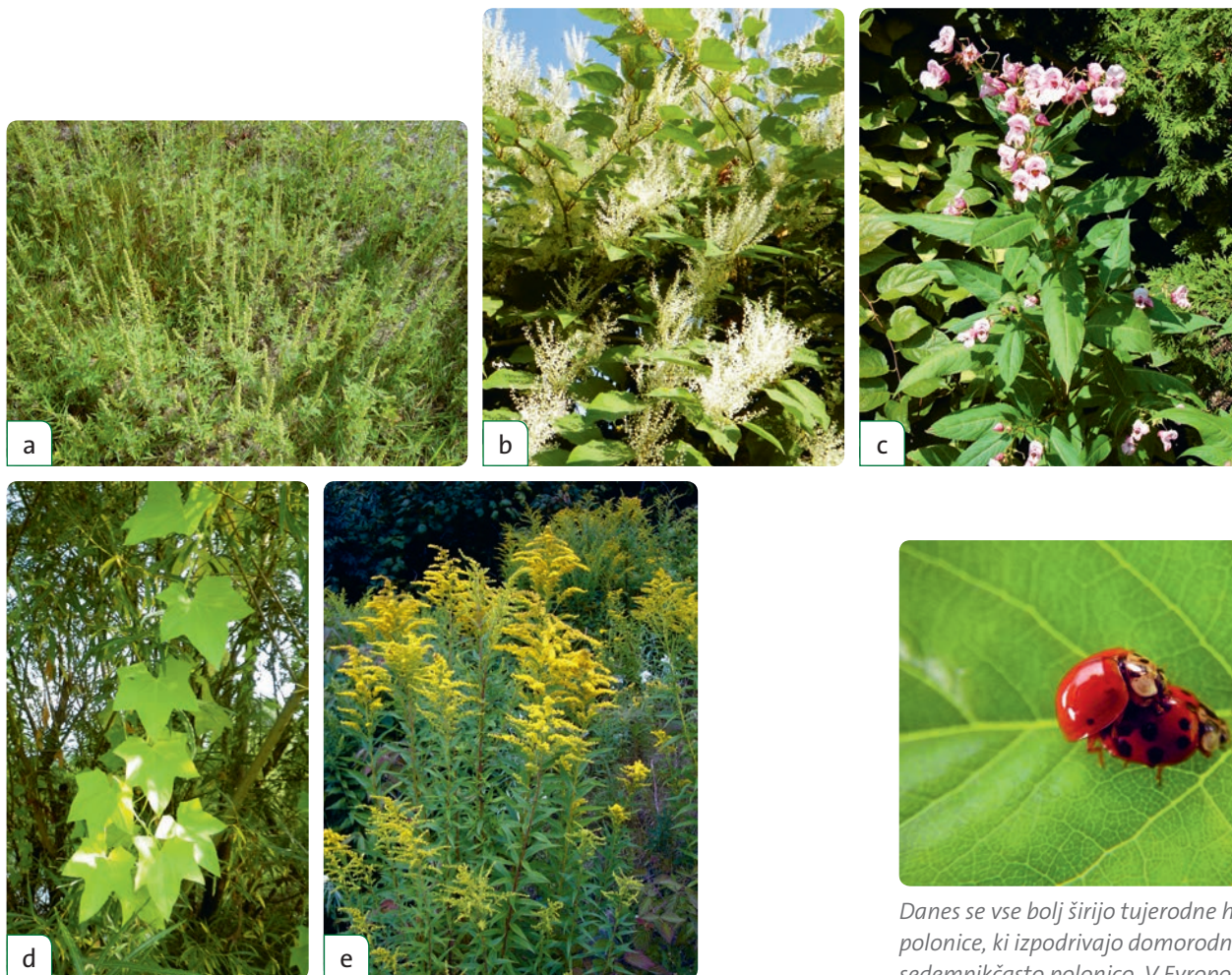
Zelo pogosta težava, s katero se soočajo domorodne vrste, je **vnos tujerodnih vrst in patogenov**. **Tujerodna vrsta** je vrsta, podvrsta ali takson nižje kategorije, ki živi izven območja (preteklo ali sedanje) naravne razširjenosti oziroma območja, ki bi ga lahko dosegla z naravnim širjenjem (to je izven območja naravne razširjenosti, ki ga ni mogla doseči brez neposredne ali posredne naselitve ali posredovanja človeka). To vključuje katerikoli del organizma, ki lahko preživi in je sposoben razmnoževanja. Tujerodne vrste so pogosto tudi invazivne.

Invazivna tujerodna vrsta je tujerodna vrsta, katere ustalitev in širjenje ogroža ekosisteme, habitate ali domorodne vrste. Takšne vrste imajo številne tekmovalne prednosti pred domorodnimi. Večinoma so generalisti in imajo široko ekološko valenco (zato hitro najdejo ustrezno nišo). Tujerodne živalske vrste so odgovorne za 40 odstotkov vseh izumrtij. Invazivne tujerodne vrste rastlin uspešno naseljujejo motena območja ali območja v začetnih stopnjah sukcesije, kjer niše še niso povsem zasedene, viri dostopni, tekmovanje med vrstami pa razmeroma majhno.

Poglavitni vzroki bioloških vdorov so **nenamerni**, denimo preseljevanje, trgovina in kmetijstvo, in **namerni**, kot je vnos okrasnih (na primer japonski in sahalinski dresnik) in medonosnih rastlin (kanadska zlata rozga in žlezava nedotika). Njihovo širjenje je olajšano zaradi motenj in sprememb rabe tal, zmanjšanja kakovosti ekosistemov in podnebnih sprememb, saj imajo tujerodne invazivne vrste veliko zmožnost razmnoževanja in hitro rastejo, kar jim olajša uveljavljanje na motenih rastiščih. Nekatere invazivne tujerodne vrste so se sposobne naseliti tudi v nespremenjenih ekosistemih. Tak primer sta račja zel in oljna bučka.

Invazivne tujerodne vrste imajo številne negativne vplive na združbe in ekosisteme. Invazivne tujerodne rastlinske vrste lahko spremenijo vodne razmere in količino hranil na rastišču, vplivajo na pojavljanje požarov in energijsko bilanco sistemov ter razporeditev vrst in vrstno sestavo. Zelo ranljivi za naseljevanje invazivnih tujerodnih vrst so odmaknjeni otoki z nizko biotsko pestrostjo in enostavnimi biocenozami, brez plenilcev in zato z "naivnim" plenom ter drugi izolirani ekosistemi s številnimi endemiti.

Pogoste tujerodne vrste rastlin v Sloveniji so pelinolistna ambrozija (a), japonski dresnik (b), žlezava nedotika (c), oljna bučka (d) in kanadska zlata rozga (e).



Danes se vse bolj širijo tujerodne harlekinske polonice, ki izpodrivajo domorodno sedempikčasto polonico. V Evropo so prišle iz Azije preko Amerike. Uvozili so jih za biološki nadzor listnih uši v rastlinjakih.



Nekaj podatkov o izumiranju vrst

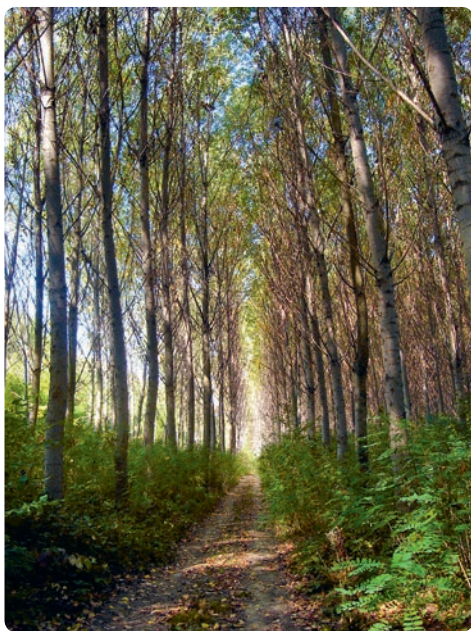
Nilski ostrž je v obdobju med letoma 1984 in 1997 v Viktorijinem jezeru v Vzhodni Afriki povzročil izumrtje 200 endemičnih vrst rib.

Kar 50 odstotkov vseh izumrtij sesalcev vrečarjev v zadnjih 200 letih se je zgodilo v Avstraliji. Teža izumrlih vrečarjev je bila med 35 in 4200 g. Vrečarji so izumrli zaradi spreminjanja rabe tal (izsekavanja) za kmetijstvo, spremembe v pojavljanju požarov, vnesenih rastlinojedov, ki so v tekmovalnosti izrinili domorodne vrste, ter tujerodnih mesojedov, na primer navadne lisice in največje avstralske nadloge – trsne krastače (*Bufo marinus*).

Prekomerno izkoriščanje vrst



Zaradi prekomernega ribolova se populacije rib manjšajo. To pomeni spremembo razmerij v ekosistemu in upadanje ribištva.



Ob rekah so enovrstni sestoji topolov nemalokrat zamenjali pestre poplavne gozdove.

Neposredna grožnja biotski pestrosti je tudi **prekomerno izkoriščanje** vrst, denimo z lovom in zbirateljstvom. Tak primer je prekomerni ribolov v oceanih, ki močno presega obnavljanje ribjih populacij. Zato se zmanjšuje njihova številčnost, kar groži nekatere vrste. Zmanjševanje ribjih populacij ob tem negativno vpliva tudi druge prehranjevalne ravni, denimo ptice, pa tudi na ljudi, ki so odvisni od ribištva.

Obremenjevanje in spreminjanje okolja

Posredno na domorodne vrste vplivata **obremenjevanje** (lokalne spremembe kakovosti zraka, tal in vode) in **spreminjanje okolja** (melioracije, regulacije, monokulture, gradbeni posegi, množični turizem – rekreacija). Dodatno pa učinke lahko povečajo še posledice podnebnih sprememb.

Veriga izumrtij

V ekosistemi so vrste med seboj povezane na številne načine, zato izginotje ene vrste lahko vodi v izginotje drugih. Na primer izginotje velikih plenilcev utegne vplivati na povečanje številčnosti srednje velikih plenilcev in nekaterih rastlinojedov, kar lahko negativno vpliva na vrste, s katerimi se prehranjujejo ti organizmi. Pojav imenujemo veriga izumrtij ali **kaskada izumrtja**. Pogosta je v primerih izumrtja plena velikih plenilcev. Izumrtje plena je bil tudi vzrok za izumrtje gozdnega orla na Novi Zelandiji. Gozdni orel se je hranil ptiči tekači (moa), ki so jih kmalu po svojem prihodu na otoke, okoli leta 1280, iztrebili Maori.

Gensko spremenjeni organizmi

Gensko spremenjeni organizmi imajo dednino spremenjeno s postopki, ki so drugačni od križanja v naravnih razmerah ali od naravne rekombinacije. Gensko spreminjanje različnih vrst organizmov poteka zaradi pridobitve organizmov z novimi lastnostmi oziroma njihovih proizvodov (→ I, Genetsko inženirstvo in biotehnologija). Postopek spreminjanja vključuje prepoznavanje genov s posebnimi lastnostmi in prenos genov v drug organizem. Na ta način lahko posežemo v optimizirane naravne sisteme. Ker danes poznamo le posamezne elemente teh sistemov in ne tudi vseh možnih odnosov ter povezav med njimi, lahko nova lastnost nepredvidljivo vpliva na razmerja med elementi sistema ali ima nepredvidljive dolgoročne učinke. Poleg želenih učinkov so posledica genskega spreminjanja lahko tudi neželeni učinki, npr. migracije genov na divje vrste in nastanek „superplevelov“, če so v okolju prisotne gensko spremenjenemu organizmu sorodne vrste. Možen je tudi vpliv gensko spremenjenih kmetijskih rastlin na ne ciljne vrste (rastlinojede in razkrojevalce). Ker ne moremo nikoli z gotovostjo trditi, da gensko spremenjeni organizem ne predstavlja grožnje okolju, moramo pred sproščanjem vsakega takega organizma v okolje ali pred njegovo tržno uporabo oceniti morebitno tveganje, ki bi ga lahko predstavljal za okolje ali zdravje ljudi.

Ocena tveganja in biološka varnost

Ocena tveganja temelji na previdnostnem pristopu. Ocena tveganja ne sme biti splošna, ampak posebna za posamezne primere GSO (primer za primerom) in postopna (korak za korakom). Vključevati mora opis in lastnosti vseh deležnikov genskega spreminjanja; sprejemnega oziroma gostiteljskega organizma (vrsto, patogenost, strupenost in alergenost, naravni habitat, razširjenost in vlogo v njem, načine preživetja in razmnoževanja v okolju in načine prenašanja genov na druge organizme), organizma, ki je izvor genskega materiala, prenašalca (identiteto, naravni habitat, možnost prenosa na druge organizme in gostitelje), prenesenega dela genoma in organizma z novimi lastnostmi.

Možnosti zmanjševanja ogroženosti biotske pestrosti



Robanov kot je ledeniška dolina in naselje v Zgornji Savinjski dolini. Že leta 1950 so ga zavarovali kot naravno znamenitost.

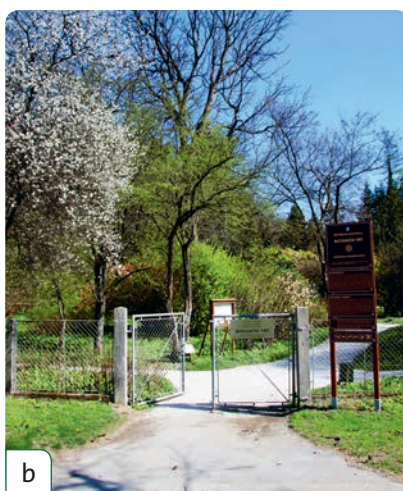
Ogroženost biotske pestrosti lahko zmanjšamo, tako da **izboljšamo splošno kakovost okolja**. To je mogoče doseči na več načinov; z zmanjšanjem obremenjevanja okolja, prenehanjem spreminjanja ekosistemov ter blaženjem negativnih vplivov nanje.

Velik korak je bil narejen z vzpostavitvijo mednarodnega sistema velikih ohranjenih območij **Natura 2000**, ki vključuje najbolj ogrožene evropske habitate, kot so gozdovi, močvirja, vodotoki, oligotrofna barja in jezera, sipine in travnike z veliko naravovarstveno vrednostjo.

Obstajajo tudi mehanizmi **neposredne zaščite vrst**. Te metode se lahko udeležujejo *in situ* (na mestu) ali *ex situ* (na drugih lokacijah). Slednje vključuje živalske in botanične vrtove in nadomestne habitate ter vzpostavitev semenskih bank in zbirk tkivnih kultur. Vloga takega načina pri ohranjanju biotske pestrosti je drugotna. Bolj učinkoviti so pristopi k posameznim vrstam na mestu njihovega



Živalski (a) in botanični vrtovi omogočajo zaščito *ex situ* ogroženih vrst. V Ljubljanskem botaničnem vrtu (b) raste rebrinčevolistna hladnikovka (*Hladnikia pastinacifolia*) (c), ki je edini slovenski rodovni endemit in raste na zelo majhnem območju v Trnovskem gozdu. V botaničnem vrtu uspeva tudi Fleischmanov rebrinec (*Pastinaca sativa* L. var. *Fleischmannii* (Hladnik) Burnat) (d), ki je različica navadnega rebrinca, najdenega na Ljubljanskem gradu (e). V botaničnem vrtu ga gojijo od izginotja na naravnem nahajališču Ljubljanskega gradu v prvi polovici 19. stoletja.



bivanja. To je zaščita ključnih vrst in vrst z velikim vplivom v ekosistemu, izboljšanje gospodarjenja z divjadjo in ponovno vnašanje iztrebljenih vrst (reintrodukcija). Tudi ta način je lahko uspešen le v določenih primerih, predvsem v ohranjenih okoljih. Ker pa so za vrste ključni kakovostni habitati, je najpomembnejši ekosistemski pristop, ki vključuje neposredno zaščito habitatov (zavarovana območja – nacionalne parke, rezervate, blažilna območja, ekološke koridorje) in obnovo habitatov (remediacijo ekosistemov in pogozdovanje).

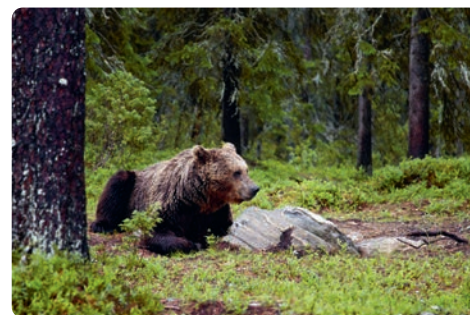
Ključnega pomena za zaščito biotske pestrosti so **trajnostno gospodarjenje** z naravo in viri, ohranjanje celovitosti ekosistemov ter **ohranjanje tradicionalnih načinov gospodarjenja** (na primer košnja v ustreznem času) in znanj, ki so v preteklosti ohranjala določena območja. Pomembna je tudi sprememba našega odnosa do narave kot vira dobrin in zavedanje, da visok standard in razvoj pomenita uporabo neoporečnih in obilnih osnovnih virov, ne pa kopičenja nepotrebnih dobrin. To je brez raznolikosti organizmov nemogoče, saj organizmi in odnosi med njimi omogočajo povezave v ekosistemi in nemotenost procesov. Če bomo dopustili, da vrste še naprej izumirajo in se vezi v ekosistemi prekinjajo, bo to povzročilo tudi spremenjeno delovanje ekosistemov in spreminjanje našega okolja.

Primer zaščite vrste

Uspešen primer zaščite vrste je zaščita rjavega medveda v Sloveniji. Čeprav je bil že večkrat resno ogrožen, ni izumrl, kar se je zgodilo v drugod po Evropi. Na začetku 20. stoletja je bila velikost populacije ocenjena na 30 do 40 osebkov. Leta 1931 so ga zaščitili in številčnost populacije je postopno naraščala. Danes je populacija vitalna in je ocenjena na približno 400 do 500 osebkov.

Primer upadanja vrste

Evrazijski ris živi v nekaterih evropskih listopadnih gozdovih. Na zmanjšanje populacij risa v Evropi je v veliki meri vplivalo zmanjševanje in drobljenje gozdnih površin, zato je v obdobju od 18. do 19. stoletja izginil s pretežnega dela svojega prostora. V sedemdesetih letih prejšnjega stoletja so ga vnovič naselili na nekaterih območjih, tudi v kočevskih gozdovih. Populacija se je najprej hitro povečala in razširila, konec 20. stoletja pa se je proces ustavil. Danes njegova številčnost celo upada. Poglavitni vzroki za to so krivolov, pomanjkanje plena in verjetno tudi majhna genska pestrost znotraj populacije.



Rjavi medved je v Sloveniji uvrščen med prizadete vrste.



Ris je na številnih območjih bivanja že iztrebljen. V Sloveniji je izginil že v 19. stoletju, leta 1973 pa so v gozdove Kočevskega roga znova naselili šest karpatskih risov.



Račja zel velja v Evropi za invazivno vrsto. Njeno prekomerno razraščanje v naših rekah preprečuje raznolikost habitatov in ohranjenost vodotokov.

Primer invazivne tujerodne vrste

Račja zel prihaja iz Severne Amerike in v Evropi velja za invazivno vrsto. Njena hitra rast povzroča precejšnje težave v nekaterih akumulacijskih jezerih, tudi v Sloveniji. Raziskave razširjenosti račje zeli v slovenskih vodotokih pa so pokazale, da je vrsta sicer pogosta, vendar manj uspešna kot na primer klasasti rmanec, ki je najbolj zastopana vrsta v naših vodotokih. Glavni vzrok za to, da vrsta ne postane invazivna, je raznolikost habitatov in ohranjenost slovenskih vodotokov.

Biotska pestrost ima vrednost.

Ker živimo na prostorsko omejenem planetu, je samoumevno, da so naravni sistemi **neprecenljivi** in **nenadomestljivi**. Kljub temu je pomembno, da vsaj delno ovrednotimo neposredne učinke, ki nastanejo zaradi uničenja določenega ekosistema, saj stroški za preprečevanje, omilitve in odstranjevanje škodljivih posledic uničevanja vseh ravni biotske pestrosti vrtoglavo naraščajo.

V evropskih smernicah gospodarjenja z naravo je zapisano, da sta ohranjanje in izboljšanje prožnosti ekosistemov ključnega pomena za blaženje globalnih sprememb in za naše preživetje. Vse pogosteje se uporablja izraz »novi kapitalizem«, ki postavlja nove temelje gospodarjenja.

Poleg človekovih storitev vključuje v sistem vrednotenja tudi dobrine in storitve narave, ki temeljijo na delovanju ekosistemov in nam omogočajo življenje. Ameriški znanstvenik Robert Costanza in njegovi sodelavci ocenjujejo ekonomsko vrednost 17 ekosistemskih storitev v različnih ekosistemih na 16.000 do 54.000 milijard dolarjev letno. Ista skupina navaja, da je vloga močvirja pri uravnavanju koncentracij plinov vredna 133 ameriških dolarjev na hektar letno; ko so upoštevali vse procese in dobrine, ki jih nudijo močvirja, je ta vrednost narasla na okrog 15.000 \$/ha/leto. Do tako visokih ocen so prišli tudi pri nekaterih drugih ekosistemih, predvsem pri gozdovih, rekah in jezerih. Netrajnostno gospodarjenje z naravnimi sistemi njihovo vrednost močno zmanjša. Na primer: vrednost mangrov, ki so jih uporabili za gojišča rakcev, se je zmanjšala za kar 70 odstotkov, v primeru močvirnih površin, ki so jih spremenili v kmetijske površine, za 60 odstotkov, v primeru plantaž, ki so nadomestile gozdove v Kamerunu, pa so izračunali celo negativno skupno vrednost. Raziskave kažejo, da se denar, vložen v ohranjanje narave, zelo hitro povrne. Čeprav marsikdo meni, da več denarja, namenjenega za ohranjanje narave, pomeni zaviranje razvoja, je ravno nasprotno, saj vlaganje v naravo pomeni boljše življenjske razmere. Glede na to, da prebivalstvo na Zemlji še narašča, in ob dejstvu, da danes 1,2 milijarde ljudi živi z manj kot ameriškim dolarjem na dan, je razvoj nujno potreben. Seveda pa mora biti zasnovan na načelih trajnosti, saj je edina nadaljnja pot za blaginjo človeštva ohranjanje procesov v naravi in, kjer je potrebno, tudi popravljanje nastale škode. To je bilo sklenjeno že leta 1992 na okoljskem vrhu v Riu de Janeiru, vendar je bilo doslej v tej smeri premalo storjenega.

Stanje biotske in krajinske pestrosti v Sloveniji

Slovenija se odlikuje po visoki biotski in krajinski pestrosti kot tudi po razmeroma ohranjeni naravi, saj imamo kar 60 odstotkov gozdnih površin in obilje kakovostne vode. V Sloveniji je danes zavarovanih približno deset odstotkov površin, 35,5 odstotka površine Slovenije je vključene v območja Natura 2000, status naravne vrednote pa ima kar 14.901 vrednih delov narave. Ohranjena narava ni pomembna le z ekološkega, temveč tudi z ekonomskega vidika, saj predstavlja vir dobrin in vzdržuje kakovostne bivalne razmere. Posebnost Slovenije je, da so površine homogenih območij ekosistemov večinoma majhne in zato tudi bolj ranljive. Poleg tega smo s posegi in gradnjo infrastrukture naravne sisteme še dodatno razdrobili ter spremenili njihovo zgradbo.

Med najbolj ogroženimi so podzemni in vodni habitati, vključno z mokrišči. Podzemni habitati so s površinskimi habitati povezani z vodo. Voda pronica v tla in prehaja v podzemlje ali pa vstopa v podzemlje s ponikalnicami. Voda je vir hranil, v primeru vodotokov pa tudi različnih organskih delcev, ki omogočajo življenje potrošnikov v podzemlju. Vode so hkrati vzrok za ogroženost, saj prenašajo v podzemlje tudi različna bremena. Tudi vodni habitati so ogroženi zaradi obremenjevanja z različnimi snovmi ter zaradi njihovega fizičnega spreminjanja in spreminjanja vodnega režima. Spreminjajo se tudi travniki, tako suhi kot mokrotni. Vendar v primeru, ko gre za zaraščanje travnikov z domorodno lesnato vegetacijo, ki je naraven proces ekološkega zaporedja, to ne pomeni grožnje, saj na ta način postaja ekološka vloga območja še bolj celostna.

Cerkniško jezero je del območja Natura 2000.



KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Razvoj in izumiranje vrst je naraven proces. Biotska pestrost se spreminja zaradi izumiranja in redčenja populacij. Posamezne vrste obstajajo od milijona do desetih milijonov let. Danes naj bi na Zemlji živel le en odstotek vseh vrst, ki so se pojavile doslej.
- ☞ V sodobnosti je izumiranje vrst posledica sprememb rabe tal, prekomernega izkoriščanja vrst, onesnaževanja, širjenja patogenov, vdorov invazivnih tujerodnih vrst in hitrih sprememb podnebja.
- ☞ Najbolj ogroženi so specialisti ter vrste, ki imajo omejeno razširjenost, živijo v posebnih habitatih, imajo omejeno premičnost in živijo v izoliranih ali majhnih populacijah.
- ☞ Svetovna zveza za ohranjanje narave (IUCN) je opredelila kategorije ogroženosti vrst, ki so vključene na Rdeči seznam.
- ☞ Ker obstajajo v ekosistemi številne povezave med vrstami, lahko izginotje ene vrste vodi v izginotje drugih. Pojav imenujemo veriga izumrtij ali kaskada izumrtja.
- ☞ Gensko spremenjeni organizmi (GSO) imajo genom, ki se z naravno rekombinacijo ne pojavlja, zato so tujek v naravi in bi lahko imeli neželene učinke na biotsko pestrost. Gensko spreminjanje različnih vrst organizmov poteka zaradi pridobitve organizmov z novimi lastnostmi oziroma njihovih proizvodov.
- ☞ Postopek spreminjanja vključuje prepoznavanje genov s posebnimi lastnostmi in prenos genov v drug organizem. Težava genskega spreminjanja je, da posegamo v optimizirane sisteme, katerih delovanje se je usklajevalo milijone let. Danes poznamo le elemente teh sistemov, ne pa tudi vseh možnih odnosov in povezav med njimi.
- ☞ Ocena tveganja sproščanja GSO temelji na previdnostnem pristopu. Ocena tveganja ne sme biti splošna, ampak posebna za posamezne primere GSO in postopna.
- ☞ Ogroženost biotske pestrosti lahko zmanjšamo, tako da izboljšamo splošno kakovost okolja. Velik korak je bil narejen z vzpostavitvijo mednarodnega sistema velikih ohranjenih območij Natura 2000, ki vključuje najbolj ogrožene evropske habitate, kot so gozdovi, močvirja, vodotoki, oligotrofna barja in jezera, sipine in travniki z veliko naravovarstveno vrednostjo.
- ☞ Obstajajo tudi mehanizmi neposredne zaščite vrst v naravnem okolju (na primer ključnih vrst) in na drugih lokacijah (živalski in botanični vrtovi, nadomestni habitati, semenske banke in zbirke tkivnih kultur).

- ☞ Ključnega pomena za zaščito biotske pestrosti je trajnostno gospodarjenje v naravi, ohranjanje celovitosti ekosistemov ter ohranjanje tradicionalnih načinov gospodarjenja in znanj, ki so v preteklosti ohranjala določena območja.
- ☞ Pomembna je tudi sprememba našega odnosa do narave kot vira dobrin in zavedanje, da visok standard in razvoj pomenita upravljanje z neoporečnimi in obilnimi osnovnimi viri. Zato so naravni sistemi neprecenljivi in nenadomestljivi.
- ☞ Slovenija se odlikuje po visoki biotski in krajinski pestrosti ter ohranjeni naravi. V Sloveniji je danes zavarovanih okrog 10 odstotkov površin, 35,5 odstotka površine Slovenije je vključene v območja Nature 2000. V Sloveniji so površine homogenih območij ekosistemov majhne in zato tudi bolj ranljive.
- ☞ Med najbolj ogroženimi so podzemni in vodni habitati, vključno z mokrišči. Spreminjajo se tudi travniki, tako suhi kot mokrotni. Kadar gre za zaraščanje travnikov z domorodno lesnato vegetacijo, ki je naraven proces ekološkega zaporedja, to ne pomeni grožnje, saj na ta način postaja ekološka vloga območja še bolj celostna.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kateri so glavni vzroki za ogroženost in izumiranje vrst?
2. Katere vrste so najbolj ogrožene in zakaj?
3. Kaj pomeni izginotje ene vrste za druge vrste in za ekosistem?
4. Zakaj gensko spremenjeni organizmi lahko predstavljajo grožnjo biotski pestrosti?
5. Zakaj je potrebna ocena tveganja ob sproščanju gensko spremenjenih organizmov v okolje?
6. Na kakšne načine varujemo biotsko pestrost? Kakšno vlogo pri zaščiti ima znanje ekologije?
7. Kaj pomeni vključenost v omrežje Natura 2000?
8. Kakšna je biotska pestrost v Sloveniji?
9. Kateri deli narave so v Sloveniji najbolj ogroženi?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Koliko časa smo na Zemlji prisotni ljudje? Ali je to, z vidika razvoja vrst, dolgo obdobje? Ali lahko trdimo, da smo uspešna vrsta? Razložite.
- Kaj pomeni, da je določena vrsta redka?
- Naštejte nekaj ogroženih vrst v Sloveniji.
- Ali so v bližini vaše šole habitati ogroženih vrst? Katerih?
- Kateri so glavni vzroki za ogroženost vrst v Sloveniji?
- Kaj za nas pomeni, da je 35,5 odstotka Slovenije vključene v omrežje Natura 2000? Kakšne prednosti to prinaša vključenim območjem?
- Kakšno je vaše mnenje o omrežju Natura 2000?

Upoštevanje naravnih zakonitosti omogoča trajno dostopnost virov

Danes se vse pogosteje uporablja besedna zveza trajnostni razvoj. Namesto tega izraza bi lahko uporabljali tudi besedno zvezo gospodarjenje skladno z naravo. Trajnosten razvoj pomeni gospodarjenje na način, ki omogoča zadovoljitev osnovnih potreb sedanje družbe, ne da bi zmanjšali možnosti prihodnjim generacijam. Pogoji za udeležanje trajnostnega razvoja ni samo enakost med generacijami, ampak tudi med ljudmi, ki danes naseljujemo Zemljo. Ameriška ekologa Eugene Odum in Garry Barrett sta leta 2005 opozorila na pet pomembnih neenakosti v človeški družbi, ki preprečujejo, da bi ljudje živeli v soglasju z naravo. Razlika v dohodkih deli ljudi na revne in bogate, razlika v količini in kakovosti dostopne hrane deli ljudi na dobro in slabo hranjene, razlika v ponotranjenih vrednotah deli ljudi na peščico tistih, ki se zavedajo vrednosti narave, in vse druge, ki so izkoriščevalsko naravnani in jim največjo vrednoto pomeni kopičenje dobrin, razlika v načinu gospodarjenja deli ljudi na razvojnike in skrbnike, razlike v znanju delijo ljudi na pismene in nepismene. Te razlike še povečujejo možnosti posameznikov, da zlorabljajo naravne vire in izkoriščajo soljudi.

Če želimo gospodariti trajnostno, moramo spremeniti način kmetovanja, izrabe virov in industrijske proizvodnje po zgledu narave.

Jessica Tuchman Mathews (1946-),
ameriška politologinja in novinarka

Narava ne dela zamen, in tudi ne ovinkov, če je možna krajša pot.

William Harvey (1578-1657), angleški
zdravnik, ki je odkril krvni sistem

Narava uporablja kar se da malo vsega.

Johannes Kepler (1571-1630),
nemški astrolog, astronom
in matematik



Uvajanje trajnosti pomeni spremembo sistema vrednot

- Odpadek je tudi vir
- Tehnologije so lahko podpora trajnostnemu razvoju
- Potrošnja

Ključni pojmi

*odpadek
potrošnja
trajnostni razvoj
vrednote*

Uvajanje trajnosti pomeni spremembo sistema vrednot

Ključni pogoj za udeležanje trajnostnega razvoja je, da obnovljive vire uporabljamo tako, da hitrost izrabe ne presega obnove. Trajnost ne pomeni le ohranjanja stanja, ampak trajno ohranjanje procesov, ki temeljijo na življenjskih združbah in omogočajo nemoten pretok energije in kroženje snovi. Udeležanje trajnostnega razvoja zato zahteva spremembo našega odnosa do narave in virov, pa tudi spremembo sistema vrednot. K temu procesu lahko prispeva vsak posameznik, saj pregovor pravi: "Kaplja ne izvotli kamna s silo, ampak z neprestanim padanjem." In vsak Zemljan je kaplja, v dobrem in slabem.

Odpadek je tudi vir

Z vidika trajnosti je pomembno tudi ravnanje z odpadki, saj vnašanje odpadnih snovi v okolje ne sme preseči zmoglosti okolja, da sprejme in presnovi odpadne snovi. V naravi snovi krožijo in vsak odpadek je tudi vir. Ljudje pa vire nenehno spreminjamo v odpadke. **Odpadek** je vsaka snov ali predmet, ki ga ne moremo (ali ne želimo) uporabiti in ga zavržemo. Doslej je **gospodarjenje z odpadki** po večini temeljilo na odstranjevanju odpadkov iz naše neposredne bližine, kar je le začasno rešilo našo težavo.

Narava deluje drugače. V kroženje snovi so vključeni različni organizmi, ki sodelujejo pri razgradnji. Ker smo ljudje del narave, bi morali biti kroženje snovi, ki jih uporabljamo, tudi del našega življenja, kar pomeni, da bi morali na vsak odpadek gledati kot na vir surovin ali energije.

Nekateri odpadki, ki jih proizvajamo ljudje, so **razgradljivi** (odpadki iz gospodinjstev in podobnih dejavnosti) in jih lahko predelamo s pomočjo naravnih procesov.

Mnogo odpadkov pa je **nerazgradljivih** in navadno končajo na odlagališčih za dolgo časovno obdobje. Dobro gospodarjenje z odpadki pomeni preprečevanje nastajanja odpadkov, zmanjševanje količin odpadkov in njihovih škodljivih vplivov na okolje ter pravilno ravnanje z odpadki.

Ravnanje z odpadki vključuje zbiranje, prevoz, začasno skladiščenje, predelavo in odstranjevanje na varen način. Za učinkovito izrabo odpadkov je potrebno ločeno zbiranje, ki omogoča nadzor nad odpadki in močno zmanjša količino mešanih odpadkov.



Razgradljive odpadke lahko na primer predelamo s kompostiranjem.



Ljudje se vedemo kot da nismo del narave. Ustvarjamo obsežna odlagališča odpadkov, ki postanejo breme za okolje.

Odpadki so **nevarni** in **nenevarni**. Nevarni so tisti z eno ali več lastnostmi, ki lahko predstavljajo nevarnost, na primer eksplozivnost, radioaktivnost, oksidativnost, vnetljivost, strupenost, jedkost, dražljivost, rakotvornost, mutagenost in ogrožanje okolja. Ravnanje z nevarnimi odpadki vključuje postopke fizikalne, kemijske, toplotne in biološke obdelave ter ponovno uporabo (recikliranje) in odlaganje.

Tehnologije so lahko podpora trajnostnemu razvoju

Kam v tej shemi lahko umestimo tehnologijo? Uporaba tehnologije je lahko podpora trajnostnemu razvoju, saj omogoča razvoj znanosti in okolju prijaznejših materialov, čiste postopke proizvodnje manjšo porabo energije ter učinkovito razgradnjo odpadkov in posledično varovanje okolja. Pravilno uporabljena tehnologija je lahko učinkovito orodje za doseg našega najpomembnejšega cilja, živeti kakovostno življenje. To pa je mogoče le v kakovostnem okolju, z vsemi živimi in neživimi dejavniki.

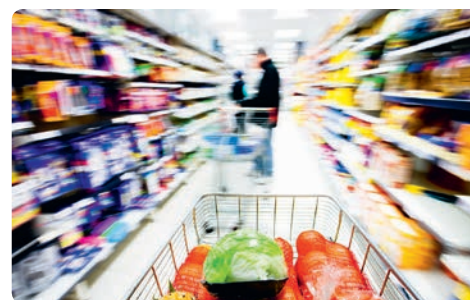
Potrošnja

Poglaviten vzrok za nastajanje velike količine odpadkov je prekomerna potrošnja dobrin. Prekomerna potrošnja povečuje rabo energije in virov, proizvodnja dobrin pa nemalokrat temelji tudi na izkoriščanju delovne sile. Ker živimo na planetu z omejenimi viri, je samoumevno, da si ob nakupu in uporabi dobrin zastavimo vprašanja: »Ali dobrino za svoje življenje v resnici potrebujemo, ali le povečujemo potrošnjo? Ali so nadomestni nakupi vedno upravičeni? Ali je z vidika rabe virov in energije ter obremenjevanja okolja dobrino bolje uporabljati, dokler služi svojemu namenu, ali kupiti novo?«

Pri nakupih in uporabi dobrin moramo biti še posebej pozorni na: izvor in dostopnost materiala, ki sestavlja dobrino; postopek njene izdelave oziroma pridelave; učinke, ki jih ima izdelava; uporabo in razgradnjo dobrine; okolje, naravo in ljudi ter na spoštovanje pravic ljudi, ki so dobrino izdelali oziroma pridelali. Ker je pomembno, da snovi krožijo lokalno, moramo biti pozorni tudi na mesto izdelave oziroma pridelave dobrine.

4R

Pri ravnanju z odpadki pogosto omenjamo več prednostnih stopenj, ki jih poznamo pod imenom 4R (R izhaja iz angleških izrazov za posamezne stopnje). Sledijo si v sledečem vrstnem redu: zmanjšanje količine odpadkov (angl. reduce), ponovna uporaba (angl. reuse), recikliranje (angl. recycle), povrnitev energije (angl. recover) in šele zadnja: odlaganje.



Trgovci nam ponujajo najrazličnejše stvari, ki ji navadno sploh ne potrebujemo. Večina nepotrebnih stvari se spremeni v odpadke.

Kako naprej?

Narava je dediščina in kapital vsega človeštva. Prepoznali smo njeno vrednost in vlogo pri našem preživetju ter se zavedli ranljivosti njenega potenciala. Zdaj vemo, da moramo gospodariti ekološko trajnostno, ekonomsko učinkovito in pošteno s socialnega vidika. Trajnostno gospodarjenje je mogoče le na podlagi dobrega poznavanja zgradbe in procesov v naravi. Zato naj bo znanje ekologije temeljno znanje vsakega človeka. Samo na podlagi tega znanja lahko postavimo temelje nove "trajnostne" družbe.

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Trajnostni razvoj pomeni gospodarjenje na način, ki omogoča zadovoljitev osnovnih potreb sedanje družbe, ne da bi zmanjšali možnosti prihodnjim generacijam. Pogoj za udejanjanje trajnostnega razvoja ni samo enakost med generacijami, ampak tudi med ljudmi, ki danes naseljujemo Zemljo.
- ☞ Trajnost ne pomeni le ohranjanja stanja, ampak trajno ohranjanje procesov, ki temeljijo na življenjskih združbah ter omogočajo nemoten pretok energije in kroženje snovi. Pri tem je ključno, da obnovljive vire uporabljamo tako, da hitrost izrabe ne presega obnove.
- ☞ V naravi snovi krožijo in vsak odpadki je tudi vir. Z vidika trajnosti je pomembno tudi ravnanje z odpadki, saj vnašanje odpadnih snovi v okolje ne sme preseči zmoglosti okolja, da sprejme odpadne snovi.
- ☞ Odpadek je vsaka snov ali predmet, ki ga ne moremo (ali ne želimo) uporabiti in ga zavržemo. Poglavitni vzrok za nastajanje odpadkov je prekomerna potrošnja dobrin. Prekomerna potrošnja povečuje tudi rabo energije in virov, njihova proizvodnja pa lahko temelji tudi na izkoriščanju delovne sile.
- ☞ Ravnanje z odpadki vključuje zbiranje, prevoz, začasno skladiščenje, predelavo in odstranjevanje na varen način.
- ☞ Dobro gospodarjenje z odpadki pomeni preprečevanje nastajanja odpadkov, zmanjševanje količin, zmanjševanje škodljivih vplivov na okolje ter pravilno ravnanje z odpadki. Za učinkovito izrabo odpadkov je potrebno ločeno zbiranje.
- ☞ Pri nakupih in uporabi dobrin bodimo pozorni na: izvor in dostopnost materiala, ki sestavlja dobrino, postopek in mesto njene izdelave oziroma pridelave, učinke, ki jih imajo izdelava, uporaba in razgradnja dobrine na okolje, naravo in ljudi ter spoštovanje pravic ljudi, ki so dobrino izdelali oziroma pridelali.
- ☞ Tehnologija je lahko učinkovito orodje za doseg našega najpomembnejšega cilja, živeti kakovostno življenje. To pa je mogoče le v kakovostnem okolju, z vsemi živimi in neživimi dejavniki.
- ☞ Trajnostno gospodarjenje je mogoče le na podlagi dobrega poznavanja zgradbe in delovanja naravnih sistemov.

UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj je trajnostni razvoj?
2. Kateri so glavni pogoji za udejanjanje trajnostnega razvoja?
3. Kaj je odpadek?
4. Kaj so odpadki v naravnih sistemih (brez vpliva človeka)?
5. Kaj je glavni vzrok za nastajanje odpadkov?
6. Kakšne postopke vključuje dobro gospodarjenje z odpadki?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- V naravi veljajo načela trajnosti. Razložite, zakaj.
- Ocenite, koliko odpadkov imate pri vas doma (na dan, na teden).
- Zakaj je treba ločevati odpadke?
- Na kakšen način lahko zmanjšamo količino odpadkov?
- Kaj menite o potrošništvu?
- Razmislite, kaj resnično potrebujete za svoje življenje.

Ohranjanje narave in varstvo okolja delujeta z roko v roki

Da bi lahko omilili škodljive učinke neustreznega ravnanja in izboljšali razmere na našem planetu, moramo razumeti delovanje naravnih sistemov, učinke našega delovanja nanje in ter posledice, ki jih ti učinki prinašajo. Zato sta se razvili novi uporabni znanstveni področji, ki temeljita na izsledkih ekološke znanosti. To sta varstvo (ohranjanje) narave in varstvo okolja. Varstvo okolja se ukvarja s težavami obremenjevanja in kakovosti življenjskega okolja človeka, medtem ko se varstvo narave ukvarja s težavo upadanja in ohranjanja biotske pestrosti, od katere je odvisen dolgoročni obstoj človeške vrste na Zemlji. Ker sta kakovost življenjskega okolja človeka in kakovost naravnih sistemov tesno povezana, učinkovito varstvo okolja pomeni tudi varovanje narave. Hkrati z učinkovitim varovanjem narave izboljšamo kakovost okolja.

Pogosto se mi porajajo vprašanja: "Zakaj se odločamo za nove in nove posege v naravo? Kako to, da se nam zdi vse večja poraba samoumevna, čeprav živimo na omejenem planetu z omejenimi viri? Kam neki smo zakopali prastaro vedenje, da lahko spreminjamo in jemljemo le toliko, kolikor se sproti obnavlja?" - "Saj imamo vendar otroke, ki bodo živeli naprej, in tudi oni bodo za preživetje potrebovali čiste reke in rodovitne doline."

Alenka Gaberščik



Varstvo okolja in ohranjanje narave ureja zakonodaja – primeri iz slovenske in mednarodne zakonodaje

- Zavarovana območja

Ključni pojmi

*narava
okolje
zakonodaja
zavarovana območja*

Kaj sta narava in okolje?

Narava je od človeka neodvisni predmetni svet in sile, ki v njem delujejo; narava je del zemeljske površine, ki ga človek še ni bistveno spremenil (Slovar slovenskega knjižnega jezika). Narava je celota materialnega sveta in z naravnimi zakoni med seboj povezanih ter soodvisnih delov in procesov. Človek je sestavni del narave (Zakon o varstvu okolja).

Okolje je prostor z določenimi značilnostmi, ki obdaja osebo ali stvar (Slovar slovenskega knjižnega jezika). Okolje je tisti del narave, kamor seže ali bi lahko segel vpliv človekovega delovanja (Zakon o varstvu okolja).

Varstvo okolja in ohranjanje narave ureja zakonodaja – primeri iz slovenske in mednarodne zakonodaje

Temeljni varstveni predpis na področju ohranjanja biotske pestrosti v Sloveniji je **Zakon o ohranjanju narave**, ki ureja načine ohranjanja biotske pestrosti, njene trajnostne rabe ter poštene in enakopravne delitve naravnih virov ter uporabo ustreznih tehnologij. Temeljni varstveni predpis na področju varovanja okolja v Sloveniji je **Zakon o varovanju okolja**, ki ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem, kar je temeljni pogoj za trajnostni razvoj.

V devetdesetih letih minulega stoletja je mednarodna skupnost sprejela dogovor o zaščiti svetovnega okolja in pripravila tri konvencije: Okvirno konvencijo Združenih narodov (ZN) o spremembi podnebja, Konvencijo o biološki raznovrstnosti in Konvencijo o boju proti dezertifikaciji in degradaciji tal. **Konvencijo o biološki raznovrstnosti** so sprejeli leta 1992 v Riu de Janeiru. To je bil prvi globalni sporazum o ohranjanju pestrosti življenja. Njen glavni namen je ohranitev biotske pestrosti na državni in krajevni ravni ter trajnostna raba njenih sestavin, poštena in pravična delitev koristi ter vključevanje načel varstva narave v vse oblike delovanja na državni in lokalni ravni. Iz konvencije izhaja Strategija o ohranjanju biodiverzitete, ki vključuje vzpostavitev mednarodnega sistema ohranjenih območij in koridorjev med območji – Natura 2000, ta pa temelji na Habitatni in Ptičji direktivi.

Evropska skupnost je sprejela tudi strategijo za ohranjanje biotske pestrosti (do leta 2020) in izhodišča za večjo učinkovitost izrabe virov in okolju prijaznejše nizkoogljično gospodarstvo. Najpomembnejši cilji strategije so: ohranjanje in izboljšanje stanja narave z udejanjanjem sistema Natura 2000, zagotavljanje trajnosti v kmetijstvu, gozdarstvu in ribištvu, zmanjšanje populacij tujerodnih

vrst ter iskanje učinkovitih rešitev za zaščito biotske pestrosti na globalni ravni.

Kjotski protokol dopolnjuje Okvirno konvencijo Združenih narodov o spremembi podnebja in je eden izmed najpomembnejših mednarodnih pravnih instrumentov za spopadanje s podnebnimi spremembami. Države podpisnice so se zavezale, da bodo v obdobju 2008–2012 zmanjšale svoje emisije za najmanj 5,2 odstotka v primerjavi z emisijami leta 1990, evropske države pa celo za 8 odstotkov. Glavni ukrepi, ki jih predlaga protokol, so izboljšanje energijske učinkovitosti, spodbujanje trajnostnih oblik kmetijstva in razvoj obnovljivih virov energije. Protokol predstavlja pomemben korak v boju proti globalnemu segrevanju, saj vsebuje obvezujoče, količinsko opredeljene cilje za omejevanje in zmanjševanje toplogrednih plinov. Protokol je podprla večina držav. ZDA so protokol podpisale, vendar ga niso podprle, zato do njega nimajo obveznosti.

Ramsarska konvencija je konvencija o mokriščih mednarodnega pomena, ki so posebej pomembni kot habitati vodnih ptic. Konvencijo so sprejeli februarja 1971 v iranskem mestu Ramsar. Predstavlja medvladni sporazum, ki zagotavlja mednarodno sodelovanje pri ohranjanju mokrišč, njihove vloge in biotske pestrosti. Ramsarska konvencija ščiti ključna mokrišča mednarodnega pomena v 160 državah podpisnicah. V Sloveniji imamo tri t. i. ramsarske lokacije. To so Sečoveljske soline kot dragoceno antropogeno mokrišče, Škocjanske jame kot pozemno mokrišče in presihajoče Cerkniško jezero z okolico. Uvrstitev na seznam ne pomeni samo časti, ampak tudi obvezo, ohraniti te edinstvene ekosisteme.



Vse vrste ptic so zakonsko zavarovane. Bela štorklja gnezdi v odprti kulturni krajini v bližini rek, močvirij in poplavnih ravnin, kjer lahko najde hrano, predvsem male sesalce, žabe, kače, žuželke in deževnike. Gnezdo si splete iz vej visoko nad tlemi. Pogosto gnezdi tudi na dimnikih in električnih drogovih. Prezimi v tropskih krajih. Izsuševanje zamočvirjenih tal na območjih njihovega gnezdenja slabša njihove življenjske razmere.

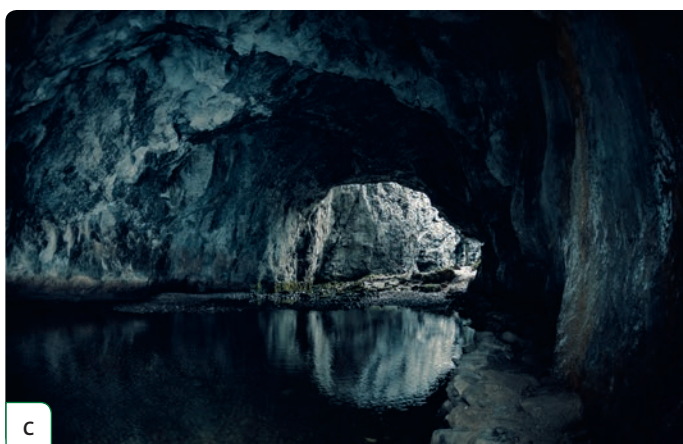


Kranjska lilija je slovenski endemit in je zavarovana vrsta.

CITES ali **Konvencija o mednarodni trgovini z ogroženimi prosto živečimi živalskimi in rastlinskimi vrstami** je začela veljati leta 1975. Cilj konvencije je doseči, da trgovina z živalskimi in rastlinskimi vrstami ne ogroža njihovega preživetja. Konvencija CITES zagotavlja različne sisteme varstva za več kot 30.000 vrst živali in rastlin ne glede na to, ali gre za žive osebe, njihove dele ali izdelke iz njih. Do konca leta 2010 je h konvenciji CITES pristopilo 175 držav.



Cerkniško jezero z okolico (a), Sečoveljske soline (b) in Škocjanske jame (c) so del Ramsarske konvencije.



Zavarovana območja

Zavarovana območja so dobro ohranjena naravna okolja oziroma izjemne naravne vrednote. Primeri zavarovanih območij so naravni rezervat ter narodni, regijski in krajinski park.

Naravni rezervat je območje geotopov, življenjskih prostorov ogroženih, redkih ali značilnih rastlinskih ali živalskih vrst, ali območje, pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, ki se z uravnoteženim delovanjem človeka v naravi tudi vzdržuje. Primer naravnega rezervata je Škocjanski zatok in je bil ustanovljen leta 1998.

Narodni park je veliko območje s številnimi naravnimi vrednotami ter z veliko biotsko raznovrstnostjo. V pretežnem delu narodnega parka je prvobitna narava z ohranjenimi ekosistemi in naravnim

proces, v manjšem delu so lahko tudi območja večjega človekovega vpliva, ki pa je z naravo skladno povezan. Primer narodnega parka je Triglavski narodni park. Ustanovljen je bil leta 1924 in poimenovan Alpski varstveni park.

Regijski park je obsežno območje za določeno regijo značilnih ekosistemov in krajine z večjimi deli prvobitne narave in območji naravnih vrednot, ki se prepletajo z deli narave, kjer je človekov vpliv večji, vendar z naravo uravnotežen. Primer regijskega parka je Notranjski regijski park, ki vključuje travišča in mokrišča na območju Cerkniškega jezera, strnjene gozdove na območju Menišije in osrednjem delu Javornikov, naravne rezervate Zadnji kraj, Dujice, Osredki, Levišča in Vranja jama ter naravne spomenike Rakov Škocjan, Iška in Zala, Križna jama in Zelške jame.

Krajinski park je območje dolgotrajnega in kakovostnega sožitja človeka z naravo, ki ima veliko ekološko, biotsko ali krajinsko vrednost. Krajinski park je tudi območje Ljubljanskega barja, ki vključuje močvirja ter travišča, ki se enkrat letno kosijo in so v Evropi že skoraj izginila. Na traviščih gnezdi prepelica, poljski škrjanec, repaljščica, močvirska trstnica, kosec in veliki škurh.



Naravni rezervat Strunjan



Triglavski narodni park je edini narodni park v Sloveniji.



Krajinski park Ljubljansko barje

KLJUČNA SPOZNANJA V TEM POGLAVJU

- ☞ Za ohranjanje in izboljšanje razmer na našem planetu sta se razvili novi uporabni znanstveni področji, ki temeljita na izsledkih ekološke znanosti. To sta varstvo (ohranjanje) narave in varstvo okolja.
- ☞ Varstvo okolja se ukvarja s težavami obremenjevanja in kakovosti življenjskega okolja človeka, medtem ko se varstvo narave ukvarja s težavo propadanja in ohranjanja vseh ravni biotske pestrosti, od katerih je odvisen dolgoročni obstoj človeške vrste na Zemlji.
- ☞ Učinkovito varstvo okolja pomeni tudi varovanje narave. Z učinkovitim varovanjem narave pa izboljšamo kakovost okolja.
- ☞ Varstvo okolja in ohranjanje narave ureja zakonodaja.



UPORABITE SVOJE ZNANJE

Odgovorite na vprašanja.

1. Kaj preučujeta znanstveni področji varstvo narave in varstvo okolja?
2. Katera sta temeljna predpisa, ki urejata varstvo narave in varstvo okolja v Sloveniji?
3. Zakaj za učinkovito varovanje narave in okolja potrebujemo tudi mednarodne dogovore?
4. Zakaj so potrebna zavarovana območja?

Premislite skupaj s sošolci in učiteljem.

- Kakšna je povezanost med varstvom narave in okolja?
- Zakaj je potrebno zakonsko varovanje narave in okolja?
- Na katere dele planeta Zemlje ljudje ne vplivamo?
Upoštevajte neposredne in posredne vplive.
- Ali je v vaši bližini kakšno zavarovano območje?
Pozanimajte se, zakaj ga je treba varovati in kakšni so varstveni ukrepi.
- Ali poznate kakšen mednarodni predpis ali sporazum, ki ureja varovanje narave in okolja?

An aerial photograph of Rio de Janeiro, Brazil, featuring lush green mountains and a cityscape. A cable car is visible on the right side, ascending a steep slope. The entire image is overlaid with a semi-transparent green filter.

Za konec
pogled
iz prih

odnosi



Štejemo leto 2040. Dijaki sedijo na vrtu, ki je prava oaza sredi urbanih površin, in se pogovarjajo s svojim učiteljem. Videti so zadovoljni, čeprav so njihovi obrazi nekoliko zmedeni. Pogovor teče o nedavni zgodovini človeštva. Ne gre jim v glavo, na kakšen način in kako so predhodniki tako zelo uničili ta planet. Že od mladih nog spoznavajo organizme in procese v naravi. Do narave in virov čutijo občudovanje, spoštovanje in hvaležnost. Živijo v težkih časih in dostopnost dobrin še zdaleč ni samoumevna.

Kaj je pravzaprav povzročilo globalno spreminjanje okolja?

Dolgo je že tega, ko se je večinska kultura ljudi odločila, da ne bo več neposredno odvisna od muhaste narave in trenutne dostopnosti naravnih virov. Zato so začeli hrano pridelovati sami in si ustvarjati zaloge. To je v tolikšni meri spremenilo njihovo življenje, da smo ta mejnik v zgodovini človeštva poimenovali kar kmetijska revolucija. Da so lahko gojili eno vrsto, so z določenega območja izgnali vse druge vrste, ki so tam živele. V skladu z zakoni populacijske dinamike je več hrane povzročilo tudi rast človeške populacije. Včasih je pridelek zaradi suše in škodljivcev propadel, zaloge so bile porabljene, novega pridelka ni bilo, zato so se ljudje soočili z lakoto. Ljudje so se izmojstrili in proces kmetovanja izboljšali z namakanjem, gnojenjem in nazadnje še z uporabo različnih snovi za uničenje živih bitij, ki niso bila zaželeni na kmetijskih površinah. Populacija je naraščala in več ljudi je potrebovalo čedalje več hrane, zato so v polja spreminjali nove in nove površine neokrnjene narave. Ta zgodba se je nadaljevala tisočletja, do nekaj desetletij nazaj, posledice pa so vidne še danes.

Toda, kako je to mogoče? Ali niso poznali osnovnih zakonitosti narave? Naši predniki (rod Homo) so na Zemlji prisotni že dva milijona let, kmetijska revolucija pa je bila razmeroma nov dogodek.

Glavna težava je bila, da so bili vsi negativni učinki sprva lokalni, tako so ljudje spremenjene in izčrpane površine opustili in obdelali nove. In še nekaj. Če prekršite fizikalni zakon, takoj občutite posledice na lastni koži. Gotovo vsi poznate posledice prostega pada. Povratne zveze v naravi pa so zaradi celovitosti procesov postopne. Če "kazen" ne pride takoj, nima več pravega učinka. In ljudje so bili prepričani, da so viri neomejeni in da bo narava zbrisala sledove, ki so jih puščali za seboj.

Kako to mislite? Gotovo so se zavedali, da so del narave.

Razvoj človeške družbe je imel različne posledice. Ena od njih je bila odtujitev od narave, zaradi izgube neposrednega stika z njo. Ljudje so se poskušali postaviti nad naravo in jo obvladovati. Spoštovanje narave in hvaležnost za vire, ki sta bila prej vedno prisotni in so ju ljudje izražali z različnimi obredi, sta pri večini postopno izginili. Zato so se ljudem zdeli vsi viri samoumevni.

Saj je vendar več kot očitno, da je naravi nešteto povratnih zvez in da nič ni samoumevno!

Seveda, danes se tega dobro zavedamo, ampak kot sem že rekel, se posledice nespoštovanja naravnih zakonitosti pojavljajo s časovnim zamikom. Po drugi strani so ljudje pozabili, da so del narave, pa ne samo to, verjeli so, da je njihovo preživetje vprašanje tehnološkega razvoja in ne vprašanje odvisnosti od narave. Obenem so se površine spremenjenih in uničenih ekosistemov povečevale. Prožnost in vitalnost biosfere se je zmanjševala. Delovanje našega planeta je postalo neuravnoteženo, kar je postalo očitno, ko se je začela povečevati pogostost skrajnih dogodkov. Lahko bi rekli, da je Zemlja "zbolela". Znaki bolezni so bili jasni: višanje temperature, obremenjenost ozračja, tal in vode, hrana je bila slabše kakovosti, in celo sevanje, ki je prihajalo od sonca, je postalo nevarno življenju.

To je res nenavadno. S čim bi pa sploh gospodarili, če ne bi bilo narave?

Ja, danes je to očitno. Ampak naša izkušnja je bila težka in posledice bomo čutili še dolgo, čeprav upam, da nam bo uspelo vsaj delno popraviti napake iz preteklosti.

Kaj pa je potem pripeljalo do tako hitre spremembe naravnosti ljudi po letu 2010?

Veste, razmere so bile zelo podobne tistim, ko resno zboli človek. Ko zdravila še delujejo in se dobro počutiš, si prepričan, da je vse v redu in da se ti ne more nič zgoditi. Ko pa tvoje telo (ki je tudi sistem) odpove, si prisiljen, da ali spremeniš način življenja ali pa umreš. Nenadoma pogledaš na svet drugače in začneš ceniti vse tisto, kar je bilo prej samoumevno. Kot da bi se v hipu rešil vse navlake, ki je zastirala pogled in motila razmišljanje. Ko smo ljudje spoznali, da pomanjkanje osnovnih virov na planetu postaja dejanskost in življenjske razmere na določenih območjih postajajo neznosne, smo se končno zavedli, da je prihodnost človeške populacije negotova. Opustili smo večino potreb, ki so bile pravzaprav le mašilo za praznino, ki je nastala, ko smo zgubili povezavo z naravo in s svojimi koreninami. Postavili smo nov sistem vrednot, in končno cenimo to, kar je res vredno.

Ali so se spremembe začele kar naenkrat?

Ne, seveda ne. Vse to se je dogajalo postopno. Ključen premik je nastal, ko so ljudje začeli uporabljati besedo trajnost. Prvič je bila omenjena leta 1992 v Riu de Janeiru na svetovnem srečanju o okolju. Potem se je začela uporabljati v najrazličnejših besednih zvezah, ki so se nanašale na okolje. Večina pravzaprav ni niti vedela, kaj beseda pomeni. Kakorkoli že, če se nekaj neprestano ponavlja, ljudje začnemo razmišljati in spreminjati način svojega življenja. Ne nazadnje smo le *Homo sapiens* (misleči človek).

SLOVARČEK KLJUČNIH POJMOV

Adaptacije Vedenjske, morfološke, biokemijske in fiziološke lastnosti organizma, ki so se ohranile v procesu naravnega izbora in omogočajo ali povečajo možnost preživetja organizma v določenem okolju, pod vplivom različnih živih in neživih dejavnikov.

Aklimatizacija Povečevanje zmoglosti organizma za preživetje sprememb okoljskih danosti v okviru genskih danosti organizma oziroma v okviru njegovih adaptacij.

Biocenoza (življenjska združba)

Skupnost vseh živih organizmov v ekosistemu.

Bioindikator Vrsta ali skupina vrst organizmov, ki jo uporabimo za sledenje stanja okolja ali ekosistema. Bioindikatorji nam pokažejo skupne učinke različnih onesnaževal v ekosistemu in tudi približen čas njihove prisotnosti s spremembami delovanja, obnašanja ali s kemijskimi spremembami.

Biotop (življenjski prostor) je neživi del ekosistema, ki obsega fizično okolje organizmov.

Biotska pestrost (biotična oziroma biotska raznovrstnost, biodiverziteta) Raznolikost življenja, ki vključuje pestrost vseh ravni življenja: znotrajvrstno in vrstno pestrost ter pestrost ekosistemov.

Conacija Pasovno pojavljanje združb zaradi značilnosti območja, kjer se eden ali več dejavnikov postopno spreminja, kot na primer s povečevanjem nadmorske višine, globine vode, ravni talne vode, slanosti in podobno.

Dejavniki okolja (okoljski dejavniki)

Vsi dejavniki, ki delujejo na žive organizme na določeni lokaciji. Delimo jih na nežive (abiotske) in žive (biotske).

Ekolog Znanstvenik, ki deluje na področju ekologije.

Ekologija Znanstveno področje biologije, ki proučuje odnose med živimi organizmi in okoljem (živim in neživim), njihove prilagoditve na razmere, v katerih živijo, ter vzorce porazdelitve in bogastva živih organizmov.

Ekološka niša Večdimenzionalen prostor, v katerem vrsta udejanja vse svoje potrebe in vključuje habitat in razširjenost organizma, njegovo delovanje organizma (na primer njegovo mesto v prehranskem spletu) ter medsebojne odnose z drugimi organizmi (na primer, ali je organizem plenilec ali zajedavec).

Ekološka sukcesija (ekološko zaporedje) Postopno in na videz usmerjeno spreminjanje združbe na določenem območju.

Ekološka učinkovitost Delež prenosa energije z ene prehranjevalne ravni na drugo.

Ekološki odtis Odras trenutne potrebe ljudi na določenem območju po površini glede na zmoglost obnove območja oziroma njegovo biokapaciteto.

Ekosfera Vsa živa bitja na Zemlji in njihova medsebojna razmerja, vključno z njihovo povezavo s pedosfero, litosfero, hidrosfero in atmosfero.

Ekosistem Skupnost vseh organizmov, ki živijo na določenem območju skupaj z njihovim fizičnim okoljem.

Ekosistemska pestrost Pestrost habitatov, združb in ekoloških procesov v ekosistemi.

Ekosistemske storitve Vse koristi, ki jih imamo ljudje od narave, in vključujejo vse procese in snovi, ki nam omogočajo življenje. Ekosistemske storitve delimo na podporne, ker ustvarjajo snovno osnovo za naše življenje, vzdrževalne, preskrbovalne in socialne oziroma kulturne.

Ekoton Prehod med dvema ekosistemoma; ima posebno zgradbo.

Fenotipska gnetljivost Obseg zmoglosti organizma za spreminjanje fenotipa.

Fotosinteza Proces, v katerem rastline in nekatere bakterije z uporabo energije sonca iz CO₂ in vode izdelujejo organske molekule.

Gensko spremenjen organizem

Organizem, v katerega genom smo vnesli molekulo oziroma molekule DNA nekega drugega organizma. S tem lahko pridobi novo lastnost oziroma se spremenijo njegove lastnosti.

Habitat Življenjski prostor

vrste, kjer okoljske razmere omogočajo njeno preživetje in razmnoževanje.

Invazivna tujerodna vrsta Po

definiciji Konvencije o biološki raznovrstnosti tujerodna vrsta, ki se je ustalila in se širi ter s tem ogroža ekosisteme, habitate ali vrste. Definicija invazivne tujerodne vrste, ki jo uporablja Svetovna zveza za varstvo narave (IUCN), je širša in kot invazivne obravnava tujerodne vrste, ki ogrožajo zdravje ljudi, gospodarstvo in/ali domorodno biotsko raznovrstnost.

Koevolucija Sočasni razvoj dveh ali več vrst, ki so v medsebojnem razmerju in navadno poteka v smeri, da postane razmerje vzajemno koristno.

Motnje Vsakršna fizična sila, ki

povzroči poškodbe in umiranje organizmov. So naravne ali pa jih povzročamo ljudje. Naravne motnje so ogenj, paša, veter, spremembe vodostaja, valovanje, močan tok in vulkanski izbruhi.

Mutualizem Vzajemni pozitiven odnos med dvema vrstama, ki nastane na ravni organizma ali

populacije. Primeri mutualizma so lišaji, prebavni mutualizem bakterij v vampih prežvekovalcev, črvesna flora, mikoriza, odnos med oprasovalci in rastlinami ter rak samotar in morska vetrnica. Odnos je lahko simbiotičen ali nesimbiotičen, obvezen ali neobvezen.

Narava Od človeka neodvisni predmetni svet in sile, ki v njem delujejo; narava je del zemeljske površine, ki ga človek še ni občutno spremenil. Narava je celota materialnega sveta in z naravnimi zakoni med seboj povezanih ter soodvisnih delov in procesov. Človek je sestavni del narave.

Nosilnost okolja Zmožnost okolja za rast populacije. Ko je nosilnost dosežena, se število osebkov ne more več povečevati.

Ogljični odtis Količina ogljika, ki jo sprosti posameznik (ali skupnost) s svojim načinom življenja.

Ogrožena vrsta Vrsta rastline ali živali, ki ji grozi izumrtje zaradi človeškega vpliva ali naravnih dejavnikov. Izraz se največkrat nanaša na biološke vrste, lahko pa tudi na druge taksonomske kategorije, npr. podvrste.

Okolje Prostor z določenimi značilnostmi, ki obdaja osebo ali stvar. Okolje je tisti del narave, kamor seže ali bi lahko segel vpliv človekovega delovanja.

Onesnaževanje zraka Obremenjevanje ozračja s snovmi, ki se zaradi svojih značilnosti ali preobilice ne morejo vključiti v naravno kroženje.

Ozonska plast Del Zemljinega ozračja z visokimi koncentracijami plina ozona.

Plenilstvo Odnos, kjer en organizem služi kot hrana drugemu. Tako je plenilstvo v širšem pomenu besede tudi rastlinojedstvo, vsejedstvo in zajedavstvo.

Podnebne spremembe (klimatske spremembe) Spreminjanje podnebja na celotnem planetu (globalne spremembe) ali na posameznih območjih. V zadnjih desetletjih opazamo spremembe, ki so verjetno posledica človekove dejavnosti.

Populacija je skupina osebkov iste vrste, ki živijo v istem času na istem območju ter med seboj izmenjujejo genski material. Je tudi osnovna ekološka enota, saj so njene genske lastnosti neposredno povezane z njeno ekologijo, razmnoževalno sposobnostjo in vztrajnostjo.

Populacijska dinamika Spreminjanje številčnosti populacije v času.

Poteza Fenotipska različica določene lastnosti organizma in je odvisna od okoljskih danosti, v katerih se razvija organizem. Različni osebki v populaciji imajo lahko različne poteze.

Primarna proizvodnja je živa snov (biomasa), ki nastane s pretvorbo sončne energije v kemično energijo s pomočjo organizmov (primarnih producentov) v procesu fotosinteze. Primarna proizvodnja je odvisna od okoljskih razmer, v katerih živijo primarni proizvajalci.

Remediacija (okoljska) Izraz se nanaša na odstarnejvanje onesnaževal iz tal, vodnih virov, usedlin za zaščito človekovega zdravja ali za ponovno uporabo onesnaženega območja. Remediacija mora biti zakonsko uravnavana.

Sekundarna proizvodnja Proces spreminjanja biomase iz ene oblike v drugo, ki poteka v sekundarnih proizvajalcih.

Strpnostna krivulja Grafični prikaz strpnosti organizma do določenega okoljskega dejavnika.

Tekmovanje (kompeticija) Odnos, v katerem imata oba partnerja škodo. Tak odnos se razvije, kadar začne primanjkovati virov.

Toksična kovina Kovina, ki tvori strupene topne spojine in nima pozitivne vloge v organizmih. Včasih se vključi v metabolični proces, tako da posnema delovanje esencialnega elementa; to povzroči bolezen.

Troposfera Najnižji sloj ozračja, ki se neposredno dotika zemeljskega površja. Povprečna debelina troposfere na območju zmernege pasu je v povprečju 17 kilometrov, na tropskih območjih do 20 kilometrov. Vsebuje 80 % celotne mase ozračja in 99 % vse vodne pare.

Tujerodna vrsta Vrsta, podvrsta ali takson nižje kategorije, ki je vnesena zunaj območja pretekle ali sedanje naravne razširjenosti. To vključuje kateri koli del organizma, spolne celice, semena, jajca ali druge dele organizmov, ki lahko preživijo in so sposobni razmnoževanja.

Vrstna pestrost se nanaša na število živečih vrst na določenem območju.

Zavarovana območja Eden izmed ukrepov varstva narave. Zakon o ohranjanju narave opredeljuje širša (narodni park, regijski park, krajinski parka) in ožja (strogi naravni rezervat, naravni rezervat, naravni spomenik) zavarovana območja.

Znotrajvrstna pestrost je fenotipska gnetljivost organizma ter vključuje pestrost alelov, genov in nukleotidov.

Življenjska združba je skupek soodvisnih populacij različnih vrst, ki sobivajo v določenem prostoru in času. Združbo opišemo na podlagi prisotnosti in številčnosti vrst, ki jo sestavljajo.

UPORABI SVOJE ZNANJE

Kaj je ekologija?

- 1 Ekologija je znanstveno področje biologije, ki proučuje odnose med živimi organizmi in okoljem (živim in neživim), njihove prilagoditve na razmere, v katerih živijo, ter vzorce porazdelitve in bogastva živih organizmov.
- 2 Ekologija združuje in nadgrajuje znanja različnih področij biologije in sorodnih znanosti. Ekologija v svojih raziskavah uporablja izsledke osnovnih področij biologije (molekulska, strukturna in razvojna biologija, genetika) ter znanja o posameznih skupinah organizmov (rastline – botanika, živali – zoologija, mikroorganizmi – mikrobiologija). Ekološko znanje predstavlja izhodišče za trajnostno in preudarno gospodarjenje z ekosistemi in naravnimi viri ter za varovanje okolja in ohranjanje narave.
- 3 Sistem je abstrakcija dejanskega sveta. Deli sistema so med povezani, tako da sistem deluje. Za delovanje sistema je potrebna gonilna sila ali vir energije. Sistemi so lahko popolnoma ločeni od širšega okolja (izolirani), zaprti ali odprti.
- 4 Predmet proučevanja ekologije so višje ravni organizacije; to so vrste, populacije, ekosistemi ter njihova umeščenost v krajini.
- 5 Znanje o značilnostih okolja in mehanizmih, ki poganjajo procese v naravi, nam omogoča, da razumemo, kako okolje deluje in zagotavlja, da učinki našega delovanja na naravo ne motijo procesov in ne povzročajo škode. Ekološko znanje predstavlja izhodišče za trajnostno in preudarno gospodarjenje z ekosistemi in naravnimi viri ter za varovanje okolja in ohranjanje narave.
- 6 Na izsledkih ekološke znanosti temeljijo ohranitvena biologija, varstvo okolja in narave, krajinska ekologija, gospodarjenje z ekosistemi, uporabni pa so tudi v gozdarstvu, kmetijstvu in biotehnologiji.

Organizmi v okolju

- 1 Habitat je življenjski prostor vrste, kjer okoljske razmere omogočajo njeno preživetje in razmnoževanje.
- 2 Homeostaza je vzdrževanje stalnosti notranjega okolja v spremenljivem zunanjem okolju. Organizem vzdržuje homeostazo, tako da zaznava spremembe v okolju in se nanje odziva z morfološki, fiziološkimi in biokemijskimi spremembami ter z različnimi vzorci obnašanja.
- 3 Na osi x je okoljski dejavnik, medtem ko je na osi y dejavnost vrste na okoljski dejavnik. Osrednji del krivulje je optimalno območje okoljskega dejavnika, kjer ima organizem največji odziv in se uspešno razmnožuje. Levo in desno od optimuma sta območji, kjer organizem raste in se razvija, vendar se ne razmnožuje. Skrajna dela krivulje predstavljata meje preživetja organizma.
- 4 Prilagoditve ali adaptacije so vedenjske, morfološke, biokemijske in fiziološke lastnosti vrste, ki so se ohranile v procesu naravnega izbora in omogočajo organizmu preživetje v določenem okolju, pod vplivom različnih živih in neživih dejavnikov.
- 5 Prilagojenost organizmu omogoča sobivanje z drugimi organizmi ter učinkovito izrabo virov in energije v danih razmerah.
- 6 Hitre spremembe okoljskih danosti pomenijo grožnjo za obstoj vrst, saj le-te niso prilagojene na nove razmere. Bolj so ogroženi specialisti oziroma vrste z ozko ekološko valenco.
- 7 Učinkovitost glede prilagojenosti organizmov osebka na bivanjske razmere merimo z uspešnostjo razmnoževanja.
- 8 V spreminjajočem okolju organizmu omogoča preživetje velika fenotipska gnetljivost in zmožnost izogibanja neugodnim razmeram.

Okoljske razmere postavljajo meje organizmu

- 1 Glede na način privzema ogljika organizme delimo na avtotrofe in heterotrofe.
- 2 Učinkovit privzem ogljikovega dioksida omogočajo različne morfološke, biokemijske in fiziološke prilagoditve. Med slednjimi sta tudi fotosinteza C4 in CAM.
- 3 Rubisko je karboksilaza in oksigenaza, saj katalizira vezavo CO₂ v Calvinov cikel in O₂ v proces fotorespiracije. Zaradi dvojne vloge rubiska se lahko fotosinteza močno zmanjša.

- 4 Fotosinteza C₄ se je pojavila kot odziv na nizke koncentracije CO₂ v ozračju. Prilagojena biokemijska in morfološka zgradba lista omogočata povečevanje koncentracij CO₂ v listu in s tem zmanjševanje negativnih učinkov O₂.

Fotosinteza CAM pa omogoča rastlinam predvsem varčevanje z vodo. Rastline ponoči, ko je zrak vlažen, odprejo listne reže in vežejo CO₂, podnevi, ko je na voljo svetloba, pa se ta veže v Calvinov cikel. Prednost takega načina vezave CO₂ je, da ima rastlina podnevi reže lahko zaprte in ne izgublja dragocene vode.

- 5 V primerjavi z rastlinami C₃ pri rastlinah C₄ in CAM fotorespiracija navadno ne poteka, kar pomeni uspešnejšo vezavo ogljikovega dioksida. C₄-rastline imajo najvišjo primarno proizvodnjo, ker živijo v ugodnih razmerah, medtem ko imajo rastline CAM najnižjo primarno proizvodnjo, ker naseljujejo suha in polsuha rastišča, zato jim pogosto primanjkuje vode, kar negativno vpliva na fotosintezo.
- 6 Pritrjeni organizmi se ne morejo izogniti omejitvam, ki so prisotne na mestu njihovega bivanja, zato jih neugodne razmere pogosto prizadenejo, medtem ko se premični organizmi lahko neugodnim razmeram lahko izognejo.
- 7 Učinkovito izrabo sevanja omogočajo različne morfološke, biokemijske in fiziološke prilagoditve. Listi, ki so izpostavljeni soncu, so navadno manjši in debelejši kot tisti v senci. Za zaščito pred premočno svetlobo imajo lahko debelo bleščečo kutikulo ali dlačice. Svetlobnim razmeram pa je prilagojena tudi količina fotosinteznih in zaščitnih barvil, ki je navadno večja pri listih na soncu v primerjavi s tistimi v senci.
- 8 Organizmi imajo življenjske procese (rast, razvoj in razmnoževanje) usklajene s sezonskimi ritmi sevanja in temperature. Na primer pri rastlinah so stopnje razvoja lahko pogojene z dolžino dneva ali spremembami temperature.
- 9 Sevanje UV-B lahko poškoduje biološko pomembne makromolekule, kot so nukleinske kisline, lipidi (v membranah) in beljakovine (encimi in hormoni). Raziskave so pokazale, da so učinki lahko neposredni zaradi absorpcije fotonov UV-B ter posredni zaradi nastanka prostih radikalov in aktivnih kisikovih oblik, ki imajo škodljive učinke.

- 10 Vednozelenke rastline so tudi v času nizkih temperatur ali suše sposobne izkoriščati občasno ugodne razmere, so bolj odporne na nekatere strese ter učinkovitejše pri izrabi vode in hranil. Zato lahko rastejo na tleh, revnih s hranili, medtem ko na bogatih bolje uspevajo listopadne vrste. Obratno sorazmerje med izgradnjo biomase in življenjsko dobo listov je posledica večje potrebe po energiji za izgradnjo dolgoživih listov ter nižje fotosintezne dejavnosti v primerjavi s kratkoživimi listi.

Organizmi živijo v populacijah

- 1 Populacija je skupina osebkov iste vrste, ki živijo v istem času na istem območju ter med seboj izmenjujejo genski material. Genska informacija vseh osebkov pa tvori genski sklad, zato je populacija genska enota. Populacija je tudi evolucijska enota, saj skozi razvoj nastajajo spremembe pogostosti določenih genov v genskem skladu populacije. Populacija je tudi osnovna ekološka enota, saj so njene genske lastnosti neposredno povezane z njeno ekologijo, razmnoževalno sposobnostjo in vztrajnostjo.
- 2 Zgradbo populacije opišemo z gostoto, porazdelitvijo ter starostno in spolno sestavo.
- 3 Prostorska razporeditev osebkov je lahko: (1) naključna, kadar osebek lahko najdemo kjerkoli na območju, (2) enakomerna, ko so osebkovi po območju enakomerno razporejeni, (3) skupinska ali gručasta, kadar se osebkovi pojavljajo v skupinah, ter (4) gradientna, če se številčnost osebkov povečuje vzdolž gradienta okoljskih razmer ali dostopne hrane. Vzrok za različno razporeditev so značilnosti vrste in razlike v okoljskih danostih območja.
- 4 Starostna struktura je odvisna od smrtnosti in števila rojstev v posameznih populacijah. Delež osebkov v posameznih starostnih razredih nakazuje rast ali upadanje številčnosti populacije.
- 5 Na dogajanje v populaciji vplivajo rodnost, smrtnost ter doseljevanje in odseljevanje osebkov.
- 6 Rast populacije je neomejena, kadar so vse okoljske danosti, kot so prostor, hrana ter odnosi z drugimi organizmi, ugodne. Ko viri postanejo omejeni, je rast omejena. Takrat se rast upočasni in ustavi. Raven, nad katero se število ne more več povečevati, je nosilnost (kapaciteta) okolja.

- 7 Nihanje številčnosti populacij je pogojeno z okoljskimi danostmi, medsebojnimi odnosi ter količino dostopnih virov.
- 8 V biotsko revnem, stresnem okolju na številčnost vplivajo abiotiski dejavniki, kot so klima, vodni tokovi, onesnaževanje in drugi. V biotsko pestrih ekosistemi z ugodnimi življenjskimi razmerami številčnost uravnavajo biotski dejavniki, kot so tekmeci, plenilci, patogeni organizmi in simbionti. Nihanja številčnosti populacije lahko nastanejo tudi zaradi sezonskih sprememb.
- 9 Širjenje populacije je premikanje ali premeščanje osebkov ali različnih razmnoževalnih enot, kot so semena, spore, deli rastlin in ličinke. Širjenje je uspešno, če so na voljo ustrezne niše.
- 10 Izumrtje je lahko posledica dogodkov, ki se jim ni mogoče izogniti, kot so različne naravne katastrofe. Do izumrtja lahko privedejo tudi skrajni okoljski dejavniki, velika sprememba lokalnega okolja in neuspešnost razmnoževanja.
- 11 Populacije branijo svoj teritorij, da si zagotovijo zadostno dostopnost virov in nemoteno razmnoževanje.
- 12 Teritorialnost se pojavlja pri določenih vrstah živali. Lahko je izražena vse leto ali pa samo med parjenjem.

Odnosi med organizmi

- 1 Odnosi med organizmi so različne oblike mutualizma, priskledništvo, amenzalizem, plenilstvo, zajedavstvo in tekmovanje.
- 2 Odnosi med osebki iste vrste nastanejo zaradi potreb po dobrinah (hrana, prostor, bivališče), zaradi razmnoževanja, zaradi selitev in prezimovanj ter celo zaradi premagovanja neugodnih okoljskih razmer. Posledice so lahko ugodne, saj se v skupini lahko poveča varnost pred plenilci, učinkovitost lova in varstvo mladičev. Lahko pa so tudi neugodne, saj večja gostota pomeni tudi večjo jakost tekmovanja.
- 3 Sobivajoči osebki v združbi tekmujejo za prostor, vire in partnerja.
- 4 Osebki iste vrste s tekmovanjem vplivajo na velikost populacije. Ta se spreminja, ko začne primanjkovati prostora in virov. Gostoto populacije uravnava vir, ki je omejujoč v uravnoteženih razmerah.
- 5 Pri medvrstnem tekmovanju lahko močnejša vrsta vrsto, s katero tekmuje, izloči iz združbe oziroma ekosistema. Pritrjene živali in rastline navadno tekmujejo za prostor, slednje tudi za svetlobo in druge vire, medtem ko večina pomičnih živali tekmuje za hrano.
- 6 Dve vrsti lahko sobivata, če svoji niši spremenita, tako da ju omejita ali ločita. V kolikor to ni mogoče, bo ena vrsta izginila. Pojav so poimenovali tekmovalno izključevanje.
- 7 Ekološka niša je večdimenzionalen prostor, v katerem vrsta udejanja vse svoje potrebe. Ekološka niša združuje različne vidike življenja organizma. Prostorski vidik vključuje habitat in razširjenost organizma, funkcionalni vidik vključuje delovanje organizma, vedenjski vidik pa vključuje medsebojne odnose z drugimi organizmi. Niša vključuje tudi prilagoditve organizma, način izrabe virov in način njegovega obnašanja. Vsi organizmi imajo osnovno nišo in dejansko nišo, ki je posledica sobivanja vrst. Kadar dve vrsti delno uporabljata iste vire, pravimo, da se njuni niši prekrivata.
- 8 Plenilstvo je odnos, kjer en organizem služi kot hrana drugemu. Tako je plenilstvo v širšem pomenu tudi rastlinojedstvo, vsejedstvo in zajedavstvo. Plenilstvo omogoča prehajanje energije in snovi z ene trofične ravni na drugo.
- 9 Rastlinojedstvo je zaužitje dela ali celotne rastline. Plenjenje rastlin vključuje pašo pašnih živali ter hranjenje s semeni, plodovi in drugimi deli rastlin.
- 10 Rastline so razvile različna kemična (alkaloidi, fenoli in terpeni) in mehanska »orožja«, kot so trni, dlačice in vključevanje silicija v svojo zgradbo. Nekatere posnemajo manj užitne rastline (mimikrija) ali privabijo mravlje, da jih ščitijo pred plenilci.
Živali odvrčajo ali svarijo možnega plenilca s svarilnimi in varovalnimi barvami. Nekatere okusne živali lahko posnemajo neokusne, druge posnemajo barvne vzorce in oblike v svojem okolju, da so manj vidne. Pomembni načini zaščite so še čas pojavljanja, pobeg ali skrivanje, veliko telo, oklepi, ostre strukture ter strupeni in smrdljivi izločki. Način zaščite, ki je lasten tako rastlinskemu kot tudi živalskemu plenu, pa je množično pojavljanje bodisi osebkov bodisi semen ali plodov.
- 11 Kanibalizem se pojavlja v neugodnih razmerah in je pomemben mehanizem nadzora populacij.

- 12 Priskledništvo je razmerje dveh ali več organizmov, pri katerem ima en organizem koristi, drugi pa nima niti koristi niti škode. Priskledniki izkoriščajo vire oziroma okoljske danosti, ki nimajo negativnega vpliva na druge organizme, vključene v razmerje.
- 13 O koristnosti lahko govorimo le v povezavi s posameznimi primeri. Na splošno pa so za vzdrževanje ravnovesja v ekosistemu pomembni vsi odnosi.
- 14 Preplet glivnih hif deluje kot podaljšek koreninskega sistema in lahko poveča površino za privzemanje hranil in vode tudi od sto do tisočkrat. Gostiteljska rastlina hitreje raste in je odpornejša na različne oblike stresa. Glive tudi varujejo rastlino pred patogenimi organizmi ter prestrezajo in kopičijo različne strupene snovi, na primer toksične kovine. V zameno pa rastline preskrbijo glivo z ogljikovimi hidrati. Kolonizacija korenin z mikoriznimi glivami ima pomembno vlogo pri kroženju hranil in pretoku energije. Vpliva na razgradnjo snovi v tleh ter na dostopnost vode in hranil.
- 15 Lišaji so najpomembnejši pionirski organizmi na kopnem, ker sodelujejo pri biološkem preperevanju kamnine in ustvarjajo razmere, ki omogočajo naselitev drugim organizmom.
- 16 Opraševanje je simbiotični odnos v primeru specialističnih povezav med rastlinami in opraševalci, ki povečajo verjetnost uspešne oprašitve.
- 17 Mutualizem se je razvil iz odnosov med plenilcem in plenom, parazitom in gostiteljem ali iz priskledništva. Razvoj je potekal in še poteka postopno.
- 18 Čeprav imajo negativni odnosi negativne učinke na enega partnerja v razmerju, imajo dolgoročno pozitiven vpliv na populacije in ekosisteme.
- 4 Ekološka sukcesija ali ekološko zaporedje je postopno in na videz usmerjeno spreminjanje življenjske združbe na določenem območju.
- 5 Sukcesija je posledica spreminjanja okoljskih danosti zaradi delovanja organizmov v življenjski združbi. Gonilna sila sukcesije je naseljevanje in nadomeščanje vrst z vrstami, ki so v novih razmerah uspešnejše. Naseljevanje, izginotje in nadomeščanje vrst je posledica tekmovanja. Jakost tekmovanja se povečuje s povečevanjem celovitosti ekosistema.
- 6 Primarna sukcesija je poseljevanje neporaščenih površin oziroma površin, ki jih organizmi s svojim delovanjem še niso spremenili, medtem ko je sekundarna sukcesija naseljevanje predhodno že poraščenih površin. V primeru sekundarne sukcesije so tla že razvita in tudi razmnoževalne enote organizmov so na območju že prisotne.
- 7 Sukcesija se konča, ko življenjska združba doseže največjo možno celovitost v določenih razmerah. Končno stopnjo sukcesije imenujemo klimaks. Na razvoj klimaksne združbe vplivajo značilnosti območja, kot so matična kamnina, tla in drugi okoljski dejavniki.
- 8 Zreli ekosistemi so lahko vrstno zelo pestri in so navadno mozaik površin z vrstami različnih sukcesijskih stopenj. Zato je klimaksno stanje le statistični opis razmer na območju.
- 9 Vsaka motnja prekine »sukcesijsko uro« in vrne sistem v zgodnejšo sukcesijsko stopnjo.

Motnje se razlikujejo glede na jakost (koliko biomase je odstranjene oziroma kakšna je raven smrtnosti), pogostost (kolikšno je število motenj na časovno enoto, ponavljanje), način pojavljanja (krožno ali slučajno pojavljanje) in območje delovanja, ki je lahko majhno ali veliko.
- 10 V razmerah sušnega podnebja je ogenj ponavljajoča se naravna motnja. Brez požarov bi bila razgradnja upočasnjena, zato bi začelo primanjkovati hranil. Velika množina suhe biomase pa bi predstavljala grožnjo katastrofalnega požara. Požari vplivajo tudi na izbor vrst na območju ter imajo pozitiven vpliv na življenjsko združbo in ekosistem kot celoto.

Življenjske združbe so dinamični sistemi

- 1 Življenjska združba je skupek soodvisnih populacij različnih vrst, ki sobivajo v določenem prostoru in času. Združbo opišemo na podlagi prisotnosti in številčnosti vrst, ki jo sestavljajo.
- 2 Vrste v življenjskih združbah so lahko krovne, dominantne, ključne in karizmatične. Lahko so tudi vektorji in ekosistemski »inženirji«.
- 3 Pasovno pojavljanje življenjskih združb je značilno za območja, kjer se eden ali več dejavnikov postopno spreminja. Spremembe okoljskih danosti so na primer posledica povečevanja nadmorske višine, globine vode, ravni talne vode, slanosti in podobno.

Ekosistem

- 1 Ekološki sistem ali ekosistem je skupnost vseh organizmov, ki živijo na določenem območju skupaj z njihovim fizičnim okoljem.

- 2 Živi del ekosistema je skupnost vseh živih organizmov (življenjska združba ali biocenoza), neživi del obsega fizično okolje organizmov (življenjski prostor ali biotop).
- 3 Narava ekosistema, ki se razvije na določenem območju, je odvisna od abiotских dejavnikov okolja.
- 4 Ekoton je postopen prehod med dvema ekosistemoma. Tvorijo ga predstavniki vrst obeh ekosistemov. Postopni prehod iz ene združbe v drugo ima zaščitni pomen, saj varuje osrednji del ekosistema pred neposrednimi vplivi.
- 5 Pretok energije pomeni pretvorbo energije sonca s pomočjo primarnih proizvajalcev, ki so vir energije rastlinojedom, ti pa so vir energije mesojedom. Pri vsakem členu prehranjevalne verige se nekaj energije shrani v novo nastali biomaso, nekaj energije se uporabi za celično dihanje (vzdrževanje organizma), precej pa se je izgubi v okolje v obliki toplote.
- 6 Obenem z energijo med organizmi prehajajo tudi snovi. Ker je količina snovi omejena, snovi krožijo. Rastline privzemajo rudninske snovi iz tal in jih vežejo v sebi lastne snovi. Na ta način postanejo dostopne drugim ravnam. Razkrojevalci snovi spet spremenijo v neorgansko obliko, ki je spet dostopna rastlinam.
- 7 Primarna proizvodnja je organska biomasa, ki nastane s pretvorbo Sončeve energije v kemično energijo s pomočjo organizmov (primarnih producentov) v procesu fotosinteze. Primarna proizvodnja je odvisna od okoljskih razmer, v katerih živijo primarni proizvajalci.
- 8 Proces spreminjanja biomase iz ene oblike v drugo, ki poteka v sekundarnih proizvajalcih, imenujemo sekundarna proizvodnja.
- 9 Sekundarni proizvajalci so porabniki in razkrojevalci. Porabniki se hranijo z živo biomaso. Razkrojevalci so predvsem razne žuželke in mikroorganizmi, ki kot vir energije uporabljajo odmrle organske snovi, ki jih spreminjajo v neorgansko obliko. S pomočjo njihovega delovanja so mineralna hranila spet dostopna primarnim proizvajalcem.
- 10 Primarni vir energije v večini ekosistemov je Sončevo sevanje. Nekaterih ekosistemov ne poganja sonce, ampak energija kemijskih vezi. Proces, v katerem postane energija kemijskih vezi dostopna drugim organizmom, je kemosinteza.
- 11 Živi organizmi so hrana eden drugemu in tvorijo tako imenovane prehranjevalne verige. Verige so poti, po katerih prehaja energija in krožijo snovi. V ekosistemih sta dve poglaviti prehranjevalni verigi, ki se razlikujeta glede na primarni vir energije. V prvi je primarni vir biomasa, ki temelji na primarni proizvodnji. Veriga je zgrajena iz naslednjih členov: primarni proizvajalci → rastlinojedi → mesojedi. V drugi pa so osnovni vir organski ostanki ali detrit. Členi verige so naslednji: detrit → razkrojevalci → mesojedi.
- 12 V ekosistemih je mnogo prehranjevalnih verig, ki so med seboj povezane. Tako se oblikujejo prehranjevalne spletke.
- 13 Vrste, ki tvorijo življenjsko združbo, so se skupaj razvijale skozi dolgo časovno obdobje, zato so usklajene med seboj in s svojim neživim okoljem. Delovanje ekosistema kot celote omogoča prepletenost medsebojnih razmerij med organizmi.
- 14 Dogajanje v ekosistemih uravnava dostopnost kakovostne energije na različnih prehranjevalnih ravneh. Z razvojem in povečevanjem celovitosti življenjske združbe postajata vezava in kopičenje kakovostne kemijsko vezane energije v ekosistemih čedalje večja. Če se pojavi presežek energije, to pomeni možnost za vključitev novega organizma.
- 15 Ekološka učinkovitost je delež prenosa energije z ene prehranjevalne ravni na drugo. V povprečju se prenese približno 10 odstotkov energije na višjo prehranjevalno raven.
- 16 Učinkovitost pretvorbe energije in izrabe virov sta odvisni od okoljskih razmer in življenjske združbe (števila trofičnih ravni ter pestrosti in prilagoditev organizmov).

Kroženje snovi

- 1 Kroženje snovi je prehajanje snovi v ekosferi po značilnih poteh med zbiralniki v Zemljini skorji, oceanih, ozračju in organizmih. Ločimo dve vrsti kroženj: plinska kroženja (na primer kroženje kisika, ogljika in dušika), kjer je kot pomemben zbiralnik vključeno ozračje, in usedlinska kroženja (na primer kroženje fosforja), kjer so poglaviti zbiralnik usedline.

- 2 Kroženji ogljika in vode sta ključni kroženji na našem planetu, saj je ogljik gradnik vsega živega, voda pa omogoča življenje. Za obe kroženji je značilno, da imata majhno, vendar zelo dejavno zalogo v ozračju. Zato sta občutljivi na vplive človeka, kar se odraža v spremembah podnebja ter vpliva na življenje na Zemlji.
- 3 Kroženje ogljika omogočajo rastline, ki neorgansko obliko pretvarjajo v organsko in ogljik naredijo dostopen drugim trofičnim ravnam.
- 4 Ljudje prispevamo k presežkom sproščanja CO₂ z izrabo fosilnih goriv, intenzivno obdelavo tal in uničevanjem naravnih ekosistemov, predvsem gozdov in mokrišč.
- 5 Ogljik se lahko v ekosistemi kopiči v biomasi (drevesa), tleh in usedlinah.
- 6 V gozdnih ekosistemi je večina ogljika shranjena v tleh in drevesih. Zaloge ogljika so odvisne od starosti in vitalnosti gozda ter od okoljskih razmer, v katerih gozd uspeva. Mlad gozd zmerne pasu je ponor ogljika. V travniških ekosistemi je ogljik vezan pretežno v tleh, letno sproščanje je navadno enako kopičenju. Travniki postanejo vir ogljika, kadar je njihov ekosistem razvrednoten zaradi prekomerne paše ali suše. Na območjih, kjer so travniki nastali zaradi delovanja človeka in so razmere ugodne za razvoj gozda, se opuščeni travniki in polja zarastejo z lesnatimi vrstami in tako postanejo ponor ogljika. Mokrišča so večinoma ponor ogljika, vendar ob spremembah podnebja in podaljšanih sušah lahko postanejo znaten vir ogljika.
- 7 Kmetijska dejavnost je bila zaradi intenzivne obdelave tal do nedavnega večinoma vir ogljika.
- 8 Z ustreznim gospodarjenjem, predvsem z zadrževanjem ogljika v humusu ali biomasi, lahko kmetijska dejavnost postane pomemben ponor ogljika.
- 9 Kroženje vode poganjata sončna energija in težnost. Ko voda pade na Zemljo, odteka po površini in se zbira v jezerih in rekah, od koder odteka v morja ali pa pronica v tla in polni zaloge podtalnice. Veliko vode zadrži rastlinski sestoji. Pri kroženju več vode izhlapi iz oceanov, kot se je tja vrača s padavinami. Obratno velja za kopno. Presežek vode s kopnega se vrača v oceane z rekami.
- 10 Rastline vodo sprejemajo skozi korenine in jo v procesu transpiracije sproščajo skozi listne reže. Delež oddane vode se razlikuje glede na razmere v okolju, vrsto rastlin in obsežnost rastlinske odeje. Rastline vplivajo na kroženje vode tudi posredno, tako da prestrezajo padavine in s tem zmanjšujejo njihov neposreden fizični vpliv na tla – na spiranje in odnašanje tal.

Primeri zgradbe in delovanja ekosistemov

- 1 Življenjska združba v ribniku je sestavljena iz dveh večjih skupin primarnih proizvajalcev, makrofitov in fitoplanktona, ter dveh večjih skupin prvih potrošnikov, zooplanktona in zoobentosa. Potrošniki drugega reda ali mesojedi so plenilske žuželke, dvoživke, ptice in ribe. Slednje so aktivni plavalci, ki jih imenujemo nekton. Pomembna skupina potrošnikov so razkrojevalci.
- 2 Pretok energije v ribniku poteka preko organizmov različnih trofičnih ravni.
- 3 Na kroženje hranil vplivajo neživi dejavniki okolja, kot so temperatura in dostopnost kisika, ter delež organizmov posameznih trofičnih ravni.
- 4 Organizmi z različnimi medsebojnimi razmerji vplivajo na druge organizme ter na svoje neživo okolje (svetlobne razmere, količino raztopljenega kisika in ogljikovega dioksida ter količino hranil in drugih raztopljenih snovi).
- 5 V ribniku poteka izmenjava snovi z ozračjem, prispevnim območjem in usedlinami. Potok, ki napaja ribnik, prinaša svežo vodo, hranila, pline ter različne druge snovi in organizme. V vodi se raztapljajo plini iz ozračja in se v ozračje spet vračajo. Številne ptice in druge živali najdejo v ribniku zavetje in hrano. Voda, ki odteka iz ribnika, odnaša raztopljene in trdne snovi, pa tudi ribe in planktonske organizme. Iz ribnika izletavajo žuželke, ki so svoj prvi del življenja preživele kot ličinke v vodi. Voda v ribniku je povezana tudi z vodo v tleh tako na območju ribnika kot tudi v njegovi bližnji okolici, zato izmenjava snovi poteka tudi med vodo in usedlinami na dnu ribnika ter tlemi v obrežnem pasu.
- 6 Zrel gozd gradijo sledeče plasti: gozdna tla z združbo talnih organizmov, podrast, ki jo gradijo mahovi, zelišča in grmovje, ter plast krošenj.
- 7 Slojevitost gozda pomeni raznolike okoljske danosti. Različni sloji ustvarjajo pestrost habitatov in omogočajo bivanje različnim vrstam.
- 8 Različne klimatske razmere omogočajo uspevanje različnim vrstam organizmov z različnimi prilagoditvami.
- 9 Ribnik in gozd, ki sta na videz samozadostni enoti v krajini, sta odprta sistema, ki pripadata večjemu sistemu ali porečju.
- 10 Porečje je območje celotnega toka določene reke in njenih pritokov. Različna porečja se združujejo v povodja.

Večja biotska pestrost pomeni več možnosti

- 1 Biotska pestrost ali biodiverziteteta je raznolikost življenja, ki vključuje vse ravni življenja: znotrajvrstno in vrstno pestrost ter pestrost ekosistemov.
- 2 Več vrst v ekosistemu pomeni več poti za pretok energije in kroženje snovi. Večja pestrost lahko ugodno vpliva na prožnost ekosistemov, kar pomeni večjo sposobnost premagovanja stresnih stanj (suše, napadov škodljivcev) in večjo sposobnost prilagajanja na spremembe. Posredno biotska pestrost vpliva tudi na koristi, ki jih imamo ljudje od ekosistemov (ekosistemske storitve), vključno z osnovnimi dobrinami.
- 3 Biotska pestrost je povezana z okoljskimi danostmi, zato so vrste neenakomerno porazdeljene po zemeljski obli. Na kopnem se biotska pestrost zmanjšuje z geografsko širino in nadmorsko višino. Povezana je s količino razpoložljive energije in vode na določenem območju planeta.
- 4 Ekosistemske storitve združujejo vse koristi, ki jih imamo ljudje od narave, in vključujejo vse procese in snovi, ki nam omogočajo življenje.
- 5 Ekosistemske storitve delimo na podporne, ker ustvarjajo snovno osnovo za naše življenje, vzdrževalne, preskrbovalne in socialne oziroma kulturne.
- 6 Med preskrbovalne storitve prištevamo osnovne obnovljive dobrine, ki jih dobimo iz narave, kot so hrana, surovine, gradbeni materiali, gorivo ter razne učinkovine in zdravila.

Zemlja je vse bogastvo, ki ga imamo

- 1 Poglavitni vzroki spreminjanja ekosistemov so njihovo neposredno uničevanje in prekomerna raba, vnos tujerodnih vrst in sproščanje različnih odpadnih snovi, ki presega asimilativno zmogljivost okolja.
- 2 Biokapaciteta je zmogljivost določenega območja (ekosistemov) za proizvodnjo osnovnih virov organizmov in asimilacijo odpadnih snovi.
- 3 Ekološki odtis odraža trenutne potrebe ljudi na določenem območju po površini glede na zmogljivost obnove območja oziroma njegovo biokapaciteto.

Spremembe kakovosti ozračja in podnebja

- 1 Ozračje ali atmosfera je plinasta plast, ki obdaja Zemljo in obstaja zaradi Zemljine gravitacije.
- 2 Ozračje je osredje organizmov in vir plinov (kisika, ogljikovega dioksida in dušika), ki so nujno potrebni za biološke procese. Po ozračju se prenašajo različne snovi. V ozračju nastaja vreme. Ima tudi izolacijsko vlogo, saj plini v ozračju absorbirajo infrardeče (IR) sevanje in povzročajo učinek tople grede, ki je nujen za ohranjanje življenja.
- 3 Onesnaževanje ozračja je njegovo obremenjevanje s snovmi, ki se zaradi svojih značilnosti ali preobilice ne morejo vključiti v naravno kroženje.
- 4 Glavna zračna onesnaževala so dušikovi in žveplovski oksidi. Iz njih v troposferi na svetlobo nastajajo fotooksidanti, med katerimi je najbolj škodljiv ozon. Pomembna zračna onesnaževala so klorofluorogljikovodiki (CFC), ki uničujejo ozonsko plast v stratosferi.
- 5 Troposferski ozon je fotooksidant, ki povzroča poškodbe organizmov, medtem ko stratosferski ozon varuje življenje pred škodljivim sevanjem UV.
- 6 Klorofluorogljikovodiki uničujejo ozonsko plast.
- 7 Posledica razpada ozonske plasti je povečana količina sevanja UV v ekosferi.
- 8 Izpuste toplogrednih plinov lahko zmanjšamo na več načinov: tako da v kmetijstvu zmanjšamo fizični vpliv na tla ter povečamo vnos organskih snovi v tla, s povečanjem energijske učinkovitosti, z racionalizacijo prometa, z zmanjšanjem porabe fosilnih goriv, z uporabo alternativnih obnovljivih virov energije ter z zmanjšanjem potrošnje. Ekosistemi lahko delujejo kot ponori ogljika (Glej Kroženje ogljika), zato je pomembno povečanje prožnosti in vitalnosti spremenjene narave.

Ljudje vplivamo na vodo

- 1 Kroženje vode omogoča njeno samoočiščenje. Ko voda izhlapeva, primesi in raztopljene snovi ne izhlapijo. Kakovost vode se lahko spremeni že v ozračju, saj voda spira in raztaplja snovi, ki se tam pojavljajo. Ko pade na zemeljsko površje, se pretaka po površju in pronica v tla. Na tej poti se obogati z minerali, ki so potrebni za življenje.

- 2 Na območjih, kjer sta človekova dejavnost in vnos tujih snovi v okolje povečana, se kakovost voda lahko močno poslabša.
- 3 Kadar spiranje poteka s širšega območja, govorimo o razpršenem onesnaževanju. Kadar pa so viri omejeni na ozko območje, govorimo o točkovnem onesnaževanju. Točkovni viri so na primer izpusti iz tovarn in kanalizacije.
- 4 Prekomerna količina hranil, predvsem dušika in fosforja, povzroča povečano rast cianobakterij, alg in višjih rastlin ter povzroči spremembo v kakovosti vode. Proces bogatenja jezer ali počasi tekočih voda s hranili imenujemo eutrofikacija.
- 5 Ljudje vplivamo na vodna telesa tudi z odvzemanjem vode, gradnjo različnih objektov, na primer akumulacijskih jezer, in s posegi v rečne struge.
- 6 Učinkovito gospodarjenje z vodnimi viri temelji na razumevanju ekoloških značilnosti in procesov, ki potekajo v porečju oziroma povodju.
- 7 Proces čiščenja vode poteka tudi v samih vodotokih in temelji na delovanju celotne življenjske združbe v njih. Pravimo, da ima vodotok samočistilno sposobnost.
- 8 V čistilnih napravah se odpadna voda najprej mehansko očisti, kar vključuje odstranjevanje ter usedanje večjih delcev in razpršenih snovi. Druga stopnja (sekundarno čiščenje) je biološko čiščenje, ker se s pomočjo mikroorganizmov iz vode odstranjujejo razgradljive organske snovi. Tretja stopnja (terciarno čiščenje) je tudi biološka, saj v njej sodelujejo primarni proizvajalci (rastline) ter potrošniki in razkrojevalci. V tej stopnji vodo očistimo hranil (predvsem dušikovih in fosforjevih spojin) ter nekaterih organskih in neorganskih snovi.
- 4 Glavne dejavnosti, ki povzročajo sproščanje toksičnih kovin v okolje, so odlaganje odpadkov in blata iz čistilnih naprav, rudarjenje in taljenje rude, industrija, promet ter uporaba umetnih gnojil in biocidov.
- 5 Vsi organizmi niso enako občutljivi na toksične kovine. Rastline, ki so v naravnem okolju izpostavljene visokim koncentracijam toksičnih kovin, imajo prilagoditve, ki jim omogočajo uspevanje na obremenjenih rastiščih.
- 6 Rastline, ki uspevajo na obremenjenih rastiščih, služijo kot biološki kazalniki stanja okolja ali bioindikatorji. Nekatere od njih so celo hiperakumulatorji, saj kopičijo zelo visoke koncentracije toksičnih kovin.
- 7 Bioakumulacija je povečevanje koncentracij toksičnih kovin (in nekaterih drugih snovi) pri prehajanju po trofičnih ravneh v prehranjevalni verigi.
- 8 Vnos toksičnih kovin v okolje lahko zmanjšamo z uporabo ustreznih surovin za gnojila z malo toksičnih kovin, nadomeščanjem neorganskih pesticidov z organskimi ali nadomeščanjem z enakovrednimi naravnimi snovmi, z zmanjšanjem uporabe gnojil ter z nadzorom nad izpusti različnih snovi iz industrije in blata iz čistilnih naprav.
- 9 Stanje že onesnaženega okolja lahko izboljšamo z remediacijo okolja. To je odstranjevanje, preoblikovanje in zadrževanje različnih strupov, kemikalij in drugih neželenih snovi, ki so v tleh, usedlinah, vodi ali zraku, s pomočjo organizmov.

Tla so dobrina, ki se zelo počasi obnavlja

- 1 Tla omogočajo primarno proizvodnjo na kopnem, prestrezajo in pretvarjajo različne snovi, so vir hranil, zadržujejo vodo, so habitat številnih organizmov ter pomembna surovina.
- 2 Kmetijstvo je največji vzrok spreminjanja tal.
- 3 Intenzivno kmetijstvo spreminja zgradbo in teksturo tal, delež organskih in hranilnih snovi v tleh, povzroča pregnojenost in onesnaženost tal z različnimi strupenimi snovmi ter negativno vpliva na biotsko pestrost.

Spreminjanje biotske pestrosti

- 1 Izumiranje vrst je posledica sprememb rabe tal, prekomernega izkoriščanja vrst, onesnaževanja, širjenja patogenov, vdorov invazivnih tujerodnih vrst in sprememb podnebja.
- 2 Najbolj ogroženi so specialisti ter vrste, ki imajo omejeno razširjenost, živijo v posebnih habitatih, imajo omejeno premičnost in živijo v izoliranih ali majhnih populacijah.
- 3 Ker obstajajo v ekosistemih številne povezave med vrstami, lahko izginotje ene vrste vodi v izginotje drugih. Pojav imenujemo veriga izumrtij ali kaskada izumrtja.

- 4 Z genskim spreminjanjem posegamo v optimizirane naravne sisteme. Ker poznamo le posamezne elemente teh sistemov in ne tudi vseh možnih odnosov ter povezav med njimi, lahko nova lastnost nepredvidljivo vpliva na razmerja med elementi sistema ali ima nepredvidljive dolgoročne učinke.
- 5 Ker ne moremo nikoli z gotovostjo trditi, da gensko spremenjeni organizem ne predstavlja grožnje okolju, moramo pred sproščanjem vsakega takega organizma v okolje ali pred njegovo tržno uporabo oceniti morebitno tveganje, ki bi ga lahko predstavljal za okolje ali zdravje ljudi.
- 6 Varovanje biotske pestrosti zagotovimo z ohranjanjem in izboljšanjem stanja narave, zagotavljanjem trajnosti v kmetijstvu, gozdarstvu in ribištvi, z zmanjšanjem populacij tujerodnih vrst ter učinkovitimi rešitvami za zaščito vrst in habitatov. Znanje ekologije nam omogoča poznavanje procesov v naravi in izbira pravih ukrepov in dejavnosti za zaščito vrst.
- 7 Vključenost v omrežje Natura 2000 pomeni, da gre za območja ohranjene narave, ki ni pomembna le z ekološkega, temveč tudi z ekonomskega vidika, saj predstavlja vir dobrin in vzdržuje kakovostne bivalne razmere.
- 8 Slovenija se odlikuje po visoki biotski in krajinski pestrosti ter ohranjeni naravi. V Sloveniji so površine homogenih območij ekosistemov majhne in zato tudi bolj ranljive.
- 9 Med najbolj ogroženimi so podzemni in vodni habitati, suhi in mokrotni travniki ter mokrišča.

Trajnostni razvoj

- 1 Trajnostni razvoj pomeni gospodarjenje na način, ki omogoča zadovoljitev osnovnih potreb sedanje družbe, ne da bi zmanjšali možnosti prihodnjim generacijam.
- 2 Glavni pogoji so: (1) uporaba obnovljivih virov na način, da hitrost izrabe ne presega obnove, (2) enakost med generacijami in ljudmi, ki danes naseljujemo Zemljo, ter (3) urejeno vnašanje odpadnih snovi v okolje, ki ne presega zmoglosti okolja, da jih sprejme in presnovi.
- 3 Odpadek je vsaka snov ali predmet, ki ga ne moremo (ali ne želimo) uporabiti in ga zavržemo.
- 4 V naravi ni odpadkov, saj snovi krožijo. V kroženje so vključeni vsi organizmi v ekosistemu.

- 5 Poglavitni vzrok za nastajanje odpadkov je prekomerna potrošnja dobrin. Prekomerna potrošnja povečuje tudi rabo energije in virov, njihova proizvodnja pa lahko temelji tudi na izkoriščanju delovne sile.
- 6 Dobro gospodarjenje z odpadki pomeni preprečevanje nastajanja odpadkov, zmanjševanje količin in zmanjševanje škodljivih vplivov na okolje ter pravilno ravnanje z odpadki. Za učinkovito izrabo odpadkov je potrebno ločeno zbiranje.

Ohranjanje narave in varstvo okolja delujeta z roko v roki

- 1 Varstvo okolja se ukvarja s težavami obremenjevanja in kakovosti življenjskega okolja človeka, medtem ko se varstvo narave ukvarja s težavo propadanja in ohranjanja vseh ravni biotske pestrosti.
- 2 Temeljni varstveni predpis na področju varstva narave v Sloveniji je **Zakon o ohranjanju narave**, ki ureja načine ohranjanja biotske pestrosti, njene trajnostne rabe ter poštene in enakopravne delitve naravnih virov ter uporabo ustreznih tehnologij.

Temeljni varstveni predpis na področju varovanja okolja v Sloveniji je **Zakon o varovanju okolja**, ki ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem.
- 3 Mednarodni dogovori so pomembni za usklajeno delovanje na celotnem planetu.
- 4 Zavarovana območja so dobro ohranjena naravna okolja, ki so pomembna za ohranjanje biotske pestrosti in ekosistemskih storitev.

STVARNO KAZALO

V kazalo so zajete najpomembnejše obravnave in omembe posameznih pojmov. Številka strani v *ležečem tisku* označuje slikovno gradivo, v krepkem pa slovarsko razlago pojma.

abiotiski dejavnik 25, 54, 196
 adaptacija 27, 32, 62, **196**
 aklimatizacija 29, 30, **196**
 alelopatija 60
 alge 118
 amenzalizem 60
 amfibijske rastline 45, 86
 anoksične razmere 120
 atmosfera 17
 avtotrof 36, 46
 avtotrofna prehranjevalna veriga 99
 azola 71

bikarbonat 108
 bioakumulacija 161, 162
 biocenoza 92, 102, **196**
 biodiverziteta 128
 biogeokemično kroženje 106
 biogorivo 147
 bioindikatorji 160, 161, 164, **196**
 biokapaciteta 136
 biokemijske lastnosti 32
 biološka aktivnost 106
 biološka ura 38
 biološka varnost 171
 biološka zgradba združbe
 »biološki kolač« 16, 16
 biološki nadzor 73, 100
 biološko čiščenje vode 153, 154
 biološko kopičenje 161
 biom 17
 biomasa 98, 101
 biosfera 17, 142, 148
 biotehnologija 10
 biotop 24, 92, 102, **196**
 biotska pestrost 122, 123, 128, 130, **196**
 biotska pestrost v Sloveniji 175
 biotski dejavniki 25, 54, 201
 bizoni 81
 bodeča neža in napoved vremena 45, 45
 bonsaj 40, 40
Borrelia burgdorferi 69
 bršljan 31

Calvinov cikel 36, 36, 46
 ceh 81
 celično dihanje 98
 celovitost ekosistema 100
 Cerknško jezero 17, 45, 45, 86, 87, 187, 188
 cianobakterije 71, 71, 76, 95, 102, 118
 conacija 28, 40, 46, 88, **196**
 Costanza, Robert 129, 174
 cunami 87
 cvetni prah 72

čas pojavljanja 66
 čistilna naprava 153, 153, 154
 človekov vpliv na okolje 136
 človeška mikrobiota 70
 črni medved 29

Darwin, Charles 16
 dednina 171
 dejavniki okolja 25, 26, 32, **196**
 delovanje ekosistemov 129
 delovanje ribnika 124
 detrit 98, **118**, 122
 detritivori 118
 detritna prehranjevalna veriga 99, 104
 dezertifikacija 113
 dolžina dneva 38, 38
 domači okoliš 55
 dominantne vrste združb 80, 81
 doseljevanje/odseljevanje/
 preseljevanje 55
 dostopnost vode 38
 drobljenje gozdov 168
 drobljenje življenjskega okolja 167, 168
 dušikov dioksid 142
 dvigovanje morske gladine 146

ekologija 14, 16, **196**
 v biološki znanosti 16
 osnovna delitev 16, 16
 ravni ekoloških sistemov 16, 17
 ekološka niša 62, 63, 74, **196**
 ekološka piramida 99, 99
 ekološka sukcesija 82, 84, **196**
 ekološka učinkovitost 97, 102, **196**
 ekološka valenca 26, 32
 ekološki maksimum 26
 ekološki minimum 26
 ekološki odtis 138, 140, **196**
 ekološki optimum 26

ekološko zaporedje 82 84, 88
 ekosfera 17, 102, **196**
 ekosistem 90, 92, 99, 102, 203, **196**
 ekosistemske storitve 129, **196**
 ekosistemski inženirji 80, 80
 ekoton 92, 93, 102, **196**
 ektoparaziti 67
 ektotermne živali 41
 El Niño 146
 enakomerna prostorska razporeditev
 osebkov 50, 50
 endemiti 81, 81
 endoparaziti 67
 endotermne živali 41
 energija kemijskih snovi 97
 energijska piramida 97, 99, 99
 epifit 24, 37, 67
 erozija 106, 114, 162
 Eugen in Harward Odum 92
 evfotična cona 120, 124
 evolucija 62
 evolucijska enota 50
 evritermni organizem 40, 46
 evtrofikacija 119, 124, 152

fenološke faze 38
 fenotipska gnetljivost 31, 32, 63, 128, 130, **196**
 fitoplankton 82, 118, 124
 fitoremediacija 160, 160
 fizična zgradba združbe 88
 fiziološka lastnost 32
 Forbes, Stephen Alfred 16
 fosilna voda 112
 fosilno gorivo 147
 foton 97
 fotoperiodičnost 38
 fotorespiracija 36, **36**
 fotosinteza 36, 102, 94, **196**
 fotosinteza C3 36, 37, 37
 fotosinteza C4 36, 37, 37, 46
 fotosinteza CAM 37, 37, 46
 funkcionalna pestrost 128
 funkcionalni vidik 62

generalisti 62, 72, 74
 genska enota 50
 genski sklad 50
 gensko spremenjeni organizmi 171, 176, **196**
 globalno ogrevanje 142
 gospodarjenje z ekosistemi 19
 gospodarjenje z odpadki 180, 180
 gostota populacije 50, 56

gozd 121, 121
 gozdna tla 122, 122
 gozdni ekosistem 123
 gradientna prostorska razporeditev
 osebkov 50
 gradniki gozdnih ekosistemov 121
 grajena močvirja 160, 161

habitat 23, 24, 32, 58, 170, **196**
 habitatni tip 24
 Haeckel, Ernest 16
 heterociste 95, 95
 heterofilija 30
 heterotrofi 36, 46
 heterotrofna sukcesija 83
 hidrosfera 17
 hiperakumulacijske rastline 159
 hiperakumulatorji 162
 hipoteza Gaja 100
 hipoteza zmernih motenj 85
 hitra sprememba vremena 176
 hitrost kroženja ogljika 108
 homeostaza 26, 30
 homoiohidrost 42, 46, 48, 50, 56

industrijska revolucija 19
 invazivne tujerodne vrste 168, 168,
 196
 izgubljanje biotske pestrosti 138
 izkoriščevalsko tekmovanje 61, 61,
 74
 izmenjava CO₂ med ozračjem in
 oceani 108
 izmenjava snovi v ribniku 119, **119**
 izoliran sistem 18
 izsekavanje gozdov 113
 izumiranje vrst 166, 166, 176
 izumrtje 57

kakovost okolja 137
 kakovost življenja 137
 kakovostno okolje 182
 kamenišče 41
 kanibalizem 74
 karizmatične vrste združb 80
 kaskada izumrtja 170, 176
 kategorije ogroženih vrst 167
 kazalniki ekološkega stanja voda
 154
 kemointeza 97, 97, 104
 kisik 101, 101, 102
 kisli dež 142
 Kjotski protokol 187
 kleptoparazitizem 68, 76

klimaks 83, 88
 ključne vrste združb 80, 81
 klop 69, 69
 klorofluorogljikovodiki (CFC) 143,
 148
 kmetijske površine kot vir ogljika
 110
 kmetijstvo 19
 koevolucija 62, **196**
 komenzalizem 67, 67
 kompenzacijska globina 120, 124
 kompromis odzivov 27
 koncentracija globalnega ozona 143
 koncept ekosistemskih storitev 129
 koncept sistema 18, 18
 končni plenilci 98, 99
 Konvencija o boju proti
 dezertifikaciji in degradaciji tal
 186
 Konvencija o biološki raznovrstnosti
 186
 Konvencija o mednarodni trgovini
 z ogroženimi prosto živečimi
 živalskimi in rastlinskimi vrstami
 (CITES) 188
 kopenske rastline 25
 kopičenje ogljika 114
 koralni greben 128, 130
 koristi ekosistemskih storitev
 koristni požari 86
 krajina 16
 krajinska ekologija 19
 krajinska pestrost v Sloveniji 175
 Krajinski park 189, 189
 krčenje gozdnih površin 138
 krovne vrste združb 80
 kroženje ogljika 109, 114
 kroženje snovi 100, 103, 106
 kroženje vode 111, 111, 114, 152
 K-strategi 53, 54, 83
 kutikula 39

lastnosti populacije 56
 Leeuwehoeke Antoni van 16
 Linné, Carl 16
 listopadnost 42
 lišaji 70, 70, 76
 litosfera 17
 ločeno zbiranje odpadkov 180, 182
 ločevanje odpadkov 147
 lov, ribolov, zbirateljstvo 170
 Lovelock, James 100
 lymska borelijoza 69

makrofiti 118, 124
 makroparaziti 68
 medicina 72
 medij (osredje) 25
 medvrstno razmerje 60, 74
 medvrstno tekmovanje 61
 mesojedi 98, 103, 118, 108
 metan 144, 147
 metoda temnih in svetlih steklenic
 120
 mikroorganizmi 70
 mikoriza 71, 76
 mikorizne glive 71, 71, 76
 mikrokosmos 92
 mikroparaziti 67
 množično pojavljanje 66, 67,
 morfološke lastnosti 32
 motenjsko tekmovanje 61, 74
 motnje kroženja ogljika 114
 mutualističen odnos 76
 mutualizem 69, 76, **196**

N₂O 144
 nadomestni habitat 161
 nadzor nad gnojenjem 145
 najbolj ogroženi evropski habitati
 172, 176
 naključna prostorska razporeditev
 osebkov 50, 50
 namerni biološki vdor 169
 naraščanje prebivalstva 137
 narava 186, **197**
 naravne motnje 85, 88, **197**
 Naravni rezervat 188, 189
 Narodni park 188, 189
 nastajanje odpadkov 182
 Natura 2000 174, 178, 188, 208
 navpično dnevno-nočno premikanje
 38
 negativni učinki razmerij 60
 negovalne rastline 84
 nekton 118, 124
 nenamerni biološki vdori 169
 nenevarni odpadki 191
 neobvezen odnos med vrstami 79
 neoendemiti 81
 neposredna zaščita vrst 172, 172,
 176
 nerazgradljivi odpadki 180
 nesimbiotičen odnos med vrstami
 69, 76
 nevarni odpadki 181
 nevtralni učinki razmerij 60
 neživi (abiotski) dejavniki 25, 32

neživi dejavniki v ribniku 118
 neživo okolje 124
 nihanje številčnosti populacije 57
 nosilna kapaciteta okolja 52, 53, 197
 notranje okolje organizma 26
 notranje temperaturno okolje
 notranji zajedavci 67
 Notranjski regijski park 189

obnovljivi viri 180
 obrast 118
 obremenjevanje okolja 170
 obseg strpnosti vrste 29, 30, 31
 obvezen odnos med vrstami 69
 obvezni simbiotični mutualizem 70
 oceani kot ponor ogljika 110
 ocena presnove združb v ribniku 120,
 120
 ocena tveganja pri gensko
 spremenjenem organizmu 171
 ocena tveganja sproščanja GSO 176
 odbojnost površin 144
 odnašanje tal 113, 113
 odnosi med osebkami iste vrste 74
 odnosi med vrstami 60
 odpadek 180
 odpornost 29, 29, 30, 62
 odprt ekosistem 100, 123, 124
 odprt sistem 18
 ogenj kot naravna motnja 88
 oglaševanje 72
 ogljični odtis 136, 197
 ogljik 108
 ogljikov dioksid 101, 101, 104, 108
 ogljikove spojine 36
 ogrožena vrsta 167, 197
 ohranitvena biologija 19
 ohranjanje celovitosti ekosistemov
 173
 ohranjanje tradicionalnih načinov
 gospodarjenja 173
 oklepi 66
 okolje 186, 197
 okoljske razmere 34
 okoljski dejavniki 25, 27, 32
 spreminjanje 44
 vplivna številčnost vrst 44, 44
 vpliv paše 44
 Okvirna konvencija ZN o spremembi
 podnebja 186
 omejena rast populacije 52
 omejujoči dejavniki 26
 omogočanje kroženja snovi 182
 onesnaženje s težkimi kovinami 162

onesnaževanje 140, 196
 onesnaževanje zraka 142, 144,
 144, 148, 196
 opraševanje 72, 72, 76
 osamitev populacije 50
 osiromašenje kmetijskih površin 158
 osnaževalci dušikovi in žvepljivi
 oksidi 148
 osnovna delitev »biološkega kolača«
 16, 16
 osnovna ekološka enota 50
 osnovna ekološka enota 55
 ostre strukture 66
 ozon (O3) 142
 ozonska plast 104, 142, 143, 144, 197
 ozračje 142, 142, 148

parazitizem 67, 76
 partenogenezne populacije 51
 pasovno pojavljanje/conacija 82, 88
 pašna prehranjevalna veriga 99
 pedosfera 17
 permafrost 146
 pestrost alelov 130
 pestrost ekosistemov 130
 pestrost genov 130
 pestrost nukleotidov 130
 pionirske vrste 83
 pionirske vrste 88
 piramida biomase 99
 piramida števila osebkov 99
 plasti zrelega gozda 124
 plenilci 98, 168
 plenilstvo 60, 65, 65, 74, 98, 197
 plenjenje rastlin 65
 plenjenje živali 66, 66
 plinsko kroženje 106, 114
 pobeg/skrivanje 66
 podlaga 25
 podnebne spremembe 146, 197
 podporne ekosistemske storitve 129,
 130
 podrast 122, 122, 123
 podtalnica 112
 poikilohidrost 42, 42, 46
 poliklorirani bifenili (PCB) 159, 159
 poplave 86, 87, 146
 poplave kot naravna motnja 86, 87
 populacija 56, 199, 200
 populacijska dinamika 52, 57, 197
 populacijska krivulja 136
 porazdelitev populacije 56
 porečje 123
 poteza 30, 31, 197

potrošniki 25, 96, 98, 98, 99, 102,
 118, 124, 153
 povečanje energijske učinkovitosti
 147
 povezava med posameznimi
 zaplatami 168
 povezava osa-figovec 72
 povodje 123, 123
 pozitivni učinki razmerij 60
 praatmosfera 104
 predacija 98
 predatorji 98
 pregnjenost 164
 prehajanje snovi iz enega
 ekosistema v drugega 100
 prehranjevalna raven 97, 102
 prehranjevalna veriga 98, 104
 prehranjevalni splet 98, 98, 99, 104
 prehranski generalisti 69
 prekomerna potrošnja dobrin 181,
 182
 prekomerno izkoriščanje vrst 170,
 170
 prekrivanje niš 62
 prenašalci malarije 68, 68
 prenašalci semen 69
 preperevanje 106, 114
 preprečevanje nastajanja odpadkov
 182
 preskrbovalne ekosistemske storitve
 129, 130
 pretakanje energije skozi ekosisteme
 96
 pretok energije 102
 pretvorba energije 104
 prezračevalno tkivo 25
 prežvekovalci 70
 pridelovalna površina 19
 prilagoditev organizmov
 pomanjkanju vode 42, 43, 42, 43
 prilagojenost organizmov 27
 primarna proizvodnja 94 94, 95, 95,
 101, 197
 primarna proizvodnja v krošnjah
 dreves 121
 primarna sukcesija 84, 84, 88
 spreminjanje jezera v visoko
 barje 53
 primarni potrošniki 118
 primarni proizvajalci 94, 98, 101,
 108, 118, 124
 primer invazivne tujerodne vrste 174

priraslika / epifit 24, 37, 67
 priskledniške žuželke 67
 priskledništvo (komenzalizem) 60, 67, 67, 74
 privabljanje opravevalcev s posnemanjem 73, 73
 prizadete vrste 167
 prostorska razporeditev osebkov 50, 51
 prostorski vidik 62

račja zel 174, 174
 Ramsarska konvencija 187, 187, 188
 ranljive vrste 167
 rast človeške populacije 136
 rast populacije 52, 53
 rast populacije 56
 rastline, ki kopičijo kovine 149
 rastlinojedi 83, 98, 103, 108
 rastlinojedstvo 65, 74
 rastlinska zaščita pred mrazom 40
 rastlinski čistilni sistem 161
 rastlinski nadzor nad oddajanjem vode 112, 112
 rastne oblike na prehodu med vodo in kopnim 82
 ravnanje z odpadki 182
 ravnanje z odpadki 4R (reduce, reuse, recycle, recover) 181
 ravni bioloških sistemov 16, 17, 17
 razgradljivi odpadki 180
 razkrojevalci 96, 102, 108, 118, 124, 153
 razlike v nišah 63
 raznolikost življenja 128
 razpoložljivost vode 34, 42, 46
 razpršeno onesnaževanje 152, 154
 raztapljanje CO₂ v oceanih 146
 razvrednotenje gozdne krajine 168
 Rdeči seznam ogroženih vrst (IUCN) 166, 166, 167, 176
 redke vrste 167
 Regijski park 189
 reintrodukcija 173
 remediacija okolja 160, 162, 197
 ribnik 118, 118, 124
 rjavi medved 80
 rodnost 52
 r-strategi 53, 83
 rubisko 36, 36, 46

samočistilna sposobnost vode 152, 153, 154
 samoobnova 100

samovzdrževanje ekosistema 100
 Sečoveljske soline 187, 188
 sekundarni proizvajalci 94, 96
 sekundarna proizvodnja 96, 102, 197
 sekundarna sukcesija 84, 84, 88
 sukcesija kraških košenic 85
 sekundarni proizvajalci 101
 sestava tal 113
 sevanje 46
 sevanje UV-B 39, 39
 sigmoidna krivulja 52
 simbiotičen odnos med vrstami 69, 76
 simbiotični mutualizem 70
 sistemi, ki podpirajo življenje 129
 skrajno ogrožene vrste 167
 skrajno rastišče 41
 skupinska ali gručasta prostorska razporeditev osebkov 50, 50
 skupnost populacij različnih vrst 50, 51
 slovenski gozdovi 122
 smrdljivi izločki 66
 smrtnost 52
 sobivanje cianobakterije s praproto 71
 socialne /kulturne ekosistemske storitve 129, 130
 sočnice (sukulentni) 37, 38
 Sončevo sevanje 38, 39, 39, 46, 96, 97, 102
 soodvisnost populacije plenilca in plena 54
 specialisti 62, 74
 specialistične povezave 72
 spiranje tal 113
 spolna struktura populacije 51, 56
 spolna struktura populacije sposobnost preživetja ognja pri rastlinah 86, 86
 sprememba človekovega odnosa do narave 176
 sprememba odnosa do narave in virov 180
 sprememba sistema vrednot 180
 sprememba številčnosti lemingov 55, 55
 sprememba zgradbe rastlin 39
 spremembe številčnosti populacije 57
 spremembe tal 162
 spreminjanje biotske pestrosti 164, 176
 spreminjanje jezera v visoko barje 85

spreminjanje koncentracij ogljikovega dioksida 145
 spreminjanje okolja 170
 spreminjanje okoljskih dejavnikov 44
 spreminjanje združb 82
 Strategija o ohranjanju biodiverzitete 186
 stabilnost združbe 82 88
 starostna piramida 51, 51
 starostna struktura populacije 51, 56
 stenotermni organizem 40, 46
 stratosfera 142, 148
 strpnost organizma 26, 26, 30, 30, 32
 strpnostna krivulja 26, 26
 substrat (podlaga) 25
 sukcesija kraških košenic 85
 sukcesija po celotni površini 84
 sukcesijske stopnje 83
 sukcesijski niz 83, 88
 sukulentni 37
 surovi humus 108
 suša 148
 svarilna barva 66, 66, 74
 svetlobno okolje 34
 Svetovna zveza za ohranjanje narave 176
 Svetovni sklad za divje živali (WWF) 166

širjenje populacije 55, 57
 širjenje puščav 113
 Škocjanske jame 187
 šota 43, 106
 šotni mahovi 43, 43
 številčnost populacije 53

taljenje ledenikov 146
 taljenje tal v tundri 146
 Tansley, Arthur 92
 tatinsko zajedavstvo 68
 tehnologija 181, 182
 tekmovalno izključevanje 62, 74
 tekmovanje 60, 60, 197
 tekmovanje za vire, prostor in partnerja 74
 temperaturni obrat 142
 temperaturno okolje 40, 46
 teritorij 55, 55, 57
 termoperiodičnost 38
 tla 162
 točkovno onesnaževanje 152, 152, 154
 toksične kovine 158, 162, 197

topla greda 144
 toplogredni plini 144, 144
 toplotno okolje 34
 trajnostna družba 181
 trajno ohranjanje procesov 182
 trajnostni razvoj 178, 180, 182
 trajnostno gospodarjenje 173, 176
 transpiracija 112
 Triglavski narodni park 189, 189
 troposfera 142, 148, **197**
 tropski deževni gozd 128, 130, 167
 tropski gozd 122, **122**
 tujerodna vrsta 168, 168, 169, **197**

učinek tople grede 136
 uničevanje naravnih habitatov 167
 upravičenost uporabe biogoriv 147
 usedlinsko kroženje 106, 114
 uspešnost razmnoževanja 28
 UV-A sevanje 143
 UV-B sevanje 143
 UV-foton 39, 39
 UV-sevanje 142

varčevanje z vodo 42
 varovalna barva 74
 varovalne barve 66, 66
 varovalni gozd 87
 varstvo narave 184, 190
 varstvo okolja 184, 190
 vedenjski vidik 62
 vednozelenost 42, 42, 43, 43
 vektorji 80
 velikost populacije 53
 veriga izumrtja 176
 viri 25
 višanje temperatur 145
 vnos tujerodnih vrst 168
 vodna para 113
 vodna zlatica 30
 vodne rastline 25, 25
 vodni drsalci 25, 25
 vodonosnik 112
 volk 24, 24
 Vostok 112

- vpliv na številčnost vrst 44, 44
- vpliv paše 44

 vpliv podnebnih sprememb na organizme 146
 vrednotenje učinkov zaradi uničenja določenega ekosistema 174
 Vrstami (CITES) 188
 vrste v združbah 80, 80
 vrstna pestrost 132, **197**

vsejedi 98, 103
 vsejedstvo 74
 vulkanska aktivnost 106, 114
 vzdrževalne ekosistemske storitve 129, 130
 vztrajnost populacije 50

zajedavstvo 60
 zajedavstvo 74, 76
 zajedavstvo / parazitizem 67
 zakisanje 162
 Zakon o ohranjanju narave 186
 Zakon o varovanju okolja 186
 Zakon o vodah 154
 zakon termodinamike 102
 zakon o termodinamike 96
 zaloge ogljika v ekosistemih 110
 zaprt sistem 18
 zaščita pred plenilci 65, 65
 Zavarovana območja 188, **197**
 zboljšanje splošne kakovosti okolja 172
 Zemlja kot biogen sistem 100
 zgradba gozdov 124
 zgradba populacije 56
 zmanjšanje sproščanja metana 147
 zmanjševanje biotske pestrosti 126
 zmanjševanje količin odpadkov 182
 zmanjševanje porabe fosilnih goriv 16
 zmanjševanje škodljivih vplivov na okolje 182
 zmogljivost tal za zadrževanje vode 113
 znotrajvrstna pestrost 132, **197**
 znotrajvrstna razmerja 60, 61, 61, 74
 znotrajvrstno tekmovanje 61, 64, 64
 zoobentos 118, 124
 zooplankton 38, 118, 124
 zunanje okolje organizma 26
 zunanji zajedavci 67, 68

živali, vezane samo na krošnje dreves 123, 123
 živalska biomasa v gozdovih 124
 živi (biotski) dejavnik 25
 živi dejavniki 32
 živi dejavniki v ribniku 118
 življenjska združba 50, 80, 88, 92, 93, 94, 102, 122, **197**
 življenjski prostor 24, 92
 žveplovi oksidi 142

OSNOVNI VIRI

- Agencija RS za okolje. <http://www.arso.gov.si/>
- Begon M., Harper C.R., Townsend C.R. Ecology. 1. izd.; Blackwell Publications, 2000. 552 str. ISBN 0632043482.
- Gaston J. K., Spicer J. I. Biodiversity - An Introduction. 2. izd., Blackwell Publishers, 2004. 208 str. ISBN 1405118571.
- Gurevitch J., Scheiner S.M., Fox G. The Ecology of Plants. Sinauer Associates, 2002, 523 str. ISBN 0878932917.
- Krebs C. J. Ecology. Benjamin-Cummings Publishing Company, 5. izd., 2002, 608 str. ISBN 0321068793.
- Larcher W. Physiological Plant Ecology. Springer, 4. izd., 2003, 513 str. ISBN 3540435166.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B., Ravnik V., Frajman B., Strgulc-Krajšek S., Trčak B., Bačič T., Fischer M. A., Eler K., Surina B. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana. 2010, 967 str. ISBN 9789612510268.
- Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: synthesis. Island Press, Washington, DC. 2005, 137 str. ISBN 1597260401.
- Naeem S., Bunker D. E., Hector A., Loreau M., Perrings C. Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing: An Ecological and Economic Perspective. Oxford University Press, Oxford. 2009, 668 str. ISBN 9780199547968.
- Odum E.P. Fundamentals of Ecology. 3. izd. Saunders, Philadelphia and London. 1971, 544 str. ISBN 0721669417.
- Odum P. E., Barret G. W. Fundamentals of Ecology. 5. izd. Belmont, CA, Thomson Brooks/Cole. 2005, 598 str. ISBN 0534420664.
- Owen O. S., Chiras D. D., Reganold J. P. Natural resource conservation: management for a sustainable future. 7. izd. Prentice Hall. 1998, 594 str. ISBN 0138401330
- Park C. The Environment Principles and Applications. 2. izd. London, New York. 2001, 660 str. ISBN 9780415217705.
- Postlethwait J. H., Hopson J. L. Modern Biology. Holt, Rinehart, Winston. 2006, 1130 str. ISBN 0030651786.
- Pullin A. S. Conservation biology. 3. izd., Cambridge press. 2006, 345 str. ISBN 0521644828.
- Rodes B. K. A., Rice O. Dictionary of Environmental Quotations. The Jones Hopkins University Press, Baltimore, London. 1998, 333 str. ISBN 0801857384.
- Schulze E.D., Beck E., Müller-Hohenstein K. Plant Ecology. Springer, Heidelberg. 2005, 702 str. ISBN 354020833X.
- Sket B., Gogala M., Kuštor V. Živalstvo Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana. 2003, 664 str. ISBN 13 9788636504109.
- Smith R.L., Smith T.M. Ecology and Field Biology. 6. izd., Benjamin Cummings. 2002, 720 str. ISBN 0321068815.
- Tome D. Ekologija - organizmi v prostoru in času. Tehniška založba d.o.o. 2006, 344 str. ISBN 9788636506493.
- Tarman K. Osnove ekologije in ekologija živali. 1. izd. DZS. 1992, 547 str. ISBN 8634107132.

str.2-3: Zemlja z Lune (iST/101cats); **str.12-13:** sova (AG); **str.14-15:** nov začetek (iST/sankai); **str.16-17:** Cerkniško jezero –poplavljen (ANRP), Cerkniško jezero –suho (ANRP), vodna dresen – suho (AG), vodna dresen –cvetoča (AG), vodna dresen –cvetoča (AG); **str.18-19:** kmetijske površine (AG), vrt (AG), ljudje v mestu (WC); **str.22-23:** obala (AG); **str.24-25:** epifiti (AG), epifiti (AG), epifiti (TT), volkovi (iST/Andyworks), klasasti rmanec (AG), vodni drsalci (WC/ ISAKA Yoji); **str.28-29:** slanuše (AG), krastača (FK), snežena krajina (ANRP), polh (ANRP); **str.30-31:** cvetoča jablana (AG), vodna zlatica (AG), bršljan8 (DA), albicija (DA); **str.34-35:** valovi (iST/Reniw_Imagery); **str.36-37:** ostrica (DA), koruza (MD), netresk (WC); **str.38-39:** lokvanj (AG), gozd spomladi (AG), jesenski gozd (AG), olenader (iST/fotolinen), prerez lista oleandra (AK); **str.40-41:** bonsai (AG), triglavsko rožo (FK), kamenišče (AG), žajbelj (AG), Linejev bodičnik (AG), zelenec (FK), gad (MG); **str.42-43:** zid (iST/duncan 1890), sočnica (AG), hrasta (FK), zelenec (MG), šotni mah (WC/ James K. Lindsey), kletni prašiček (WC/ André Karwath); **str.44-45:** velblod (iST/ muendo), planina (AG), preobjeda (AG), osat (AG), plahitica (AG), ličinke mladoletnik (AG), škuka (ANRP), Cerkniško jezero (ANRP), bodeča neža (ANRP); **str.48-49:** Chicago (AG); **str.50-51:** stoječa voda (AG), tekoči vodi (AG), travnika (AG); **str.52-53:** rjava žaba (ANRP), plavčki (DA), risi (FK); **str.54-55:** Cerkniško jezero (AG), jelen (ANRP); **str.58-59:** gozd (AG); **str.60-61:** gozd (AG), mušnice (ANRP), hermelin (FK), galebi (AG), plamenci (AG), tujerodne vrste (MG); **str.62-63:** trst (AG), kukavica (AG), modrin (ANRP), kraška kuščarica (DA), Darwinovi ščinkavci (iST/andyid); **str.64-65:** fižol, Chicago, Anish Kapoor (AG), hiša z vozom (AG), kmetija (AG), bela hiša (AG), pajesen (AG), bukavica (AG), preslica (FK), listarice (DA), škržad (DA), planinska kavka (AG); **str.66-67:** kobrankan (MG), cvetni pajek (DA), močerad (ANRP), pajkova mreža (ANRP), alpska mastnica (ANRP), ananasovke (TT), mahovi na drevesu (AG); **str.68-69:** pojalnik (AG), predenica (AG), komar mrzličar (WC/ Rsabbatini), plazmodij (WC), srpnica in kukavica (Per Harald Olsen), klopi (SHT/Tobik), veverica (AG); Alenka Gaberščik; **str.70-71:** krave (MG), lišaj (MG), orhideje (AG), azola (TT), gunera (TT); **str.72-73:** lastovičar (ANRP), hrošč (AG), figa (iST/ Philary), muholiko mačje uho (ANRP); **str.78-79:** jezero (AG); **str.80-81:** jelen (WC), trst (ANRP), bukov gozd (AG), medved (DRM/Peter.vey), mravljišče (MG), zoisova zvončnica (WC/ Philippe.pechoux), bizoni (MD); **str.82-83:** Bohinj (AG); **str.84-85:** pašnik (AG), zaraščanje barja (AG), blatniki (AG); **str.86-87:** gozdni požar (iST/rogerrosentreter), gozd po požaru (MD), nepravilni plutovec (AG), Cerkniško jezero (ANRP), mangrove (TT), soteska (AG), erozija (AG); **str.90-91:** pogled z zraka (iST/edfuentesg); **str.92-93:** Yellowstone, ZDA (MD), gozdni rob (AG); **str.94-95:** škropljenje (iST/Lightguard), cianobakterija (TE); **str.96-97:** pajek (AG), hrošč (ANRP), mlakarica (ANRP), mavrica (AG), globokomorski dimnik (MARUM); **str.98-99:** jelen (ANRP), objedanje (FK), kormorani (AG), ribič (iST/seanfogg), postrv (iST/jamesgritz), rakci (SP/LAGUNA DESIGN), spirogira (iST/Nancy Nehring), vodne semenke (AG), Bled (AG); **str.106-107:** kroženje (DRM/Pryzmat); **str.108-109:** Alpe (AG); **str.110-111:** gozd (iST/mammuth), močvirje (iST/aimintang), reka (AG), oblaki nad močvirjem (iST/theasis), slap Rinka (AG); **str.112-113:** oblaki (AG), mokrišče (AG), vodnjak (AG), most (AG), erozija (iST/kikkerdirk), zemeljski plaz (SHT/Inger Anne Hulbaekdal); **str.116-117:** mlakarica (DRM/Coffee999); **str.118-119:** ribnik (AG), ščitolistna močvirka (AG), marzilka (AG); **str.120-121:** bele čapljice (ANRP), zelena žaba (ANRP), mlakarici (iST/rmanrold), tropski gozd (TT); **str.122-123:** gozd (AG), gozd (iST/ JonTarrant), jetrniki (AG), lisica (ANRP), fazan (FK), veverica (MG), Donava (AG); **str.126-127:** mak (AG); **str.128-129:** tropski gozd (TT), pšenica (iST/konradlew), ajda (AG), pujsi (AG); **str.132-133:** smog v mestu (DRM/Elwynn); **str.134-135:** Zemlja (iST/RapidEye), **str.136-137:** odtis CO₂ (iST/ChrisSteer); **str.140-141:** oblaki (DRM/Clicktrick); **str.142-143:** Zemlja-jabolko (DA), smog v mestu (DRM/Elwynn), smreka (AG); **str.144-145:** kromosomske spremembe (EG), Zemlja (SHT/Alexey Repka), mladi trst (AG), ledenik (DRM/Glazprom); **str.146-147:** tigrasti komar (WC/ James Gathany), oljna ogrščica (AG), rižev polje (iST/Photomorphic); **str.150-151:** kapljice (iST/Grafissimo); **str.152-153:** Blejsko jezero (TT), cvetenje alg (BS), cevi (DRM/Toa555), umazana reka (DRM/Barlic), odpadki v

vodi (DRM/Empire 331), obrežni pas (ANRP), čistilna naprava (iST/ RealRedHair); **str.156-157:** tla (iST/Stramyk); **str.158-159:** vas (AG), star transformator (WC/sturmovik), rani mošnjak (WC/ Enrico Blasutto); **str.160-161:** grajeno močvirje (SP/CARLOS MUNOZ YAGUE), mejica (AG), vodna hiacinta (AG); **str.164-165:** havajska medvedjica (MD); **str.166-167:** sibirski perunika, planika (MG), rumena pastirica (ANRP), jelševci (ANRP); **str.168-169:** avtocesta (MD), vodna solata (AG), japonski dresnik (AG), pelinolistna ambrozija (AG), kanadska zlata rozga (MG), žlezava nedotika (AG), oljna bučka (AG), polonice (AG); **str.170-171:** riba znamka (iST/WilshireImages), žaba znamka (iST/Quingwa), ribiška ladaja (iST/ DigiClicks), topoli (AG); **str.172-173:** Robanov kot (AG), živalski vrt (DRM/Tonnywu76), botanični vrt (JB), Fleischmanov rebrinec (JB), rebrinčevolstni hladnikovki (JB), ris (iST/Dusan Vulic), medved (iST/Kaido Karner); **str.174-175:** račja zel (AG), Cerkniško jezero (AG); **str.178-179:** mesto (iST/cokada); **str.180-181:** kompost (iST/cjp), odpadki (iST/kozmoat98), 4R (iST/ChrisSteer), market; **str.184-185:** kenguriji (TT); **str.186-187:** štoklje (ANRP), kranjska lilija (ANRP); **str.188-189:** škocjanske jame (iST/gremlin), Cerkniško jezero (ANRP), Sečoveljske soline (WC/Ziga), TNP (WC/Cesar Martin), Ljubljansko barje (MD), Strunjan (WC/Peterlin); **str.192-193:** Rio de Janeiro (iST/ JohanSjolander); **str. 216:** pingvini (SHT/Janelle Lugge)

AG – Alenka Gaberščik; **AK** – Aleš Kladnik; **ANRP** – arhiv Notranjskega regijskega parka; **BS** – Bojan Sedmak; **DA** – Dragan Abram; **DRM** – Dreamstime; **EG** – Erika Glasenčnik; **FK** – Franc Kljun; **JB** – Jože Bavcon; **iST** – iStockphoto; **MD** – Marina Dermastia; **MG** – Mateja Germ; **SHT** – Shutterstock; **TE** – Tina Eleršek; **TT** – Tom Turk; **WC** – Wikimedia Commons.



Cesarski pingvini in sodobna družba

Daleč na jugu, v območju okrutne antarktične zime, kjer se temperature spustijo tudi več deset stopinj pod ledišče, na zemlji, ki bi morala biti pusta in prazna, živijo cesarski pingvini. Da bi v mrazu ohranili čim več dragocene telesne toplote, se odrasli stiskajo skupaj v velike gručice, s hrbtom obrnjeni proti ostrim vetrovom. Na robu niso ves čas isti posamezniki, svoje položaje neprestano menjavajo, tako da vsak preživi del časa v zavetju na sredini.

In zdaj si predstavljajmo, da se na prizorišču nekega dne pojavijo pingvini, ki se zavzemajo za popolno prevlado globalizacije, potrošništva in prostega trga. Po njihovem prepričanju so samostojnost, moč in iznajdljivost posameznika mnogo pomembnejši od skupnega dobrega, solidarnosti in socialne pravičnosti.

Po kratkem opazovanju so zgroženi nad organizacijo kolonije in se nemudoma lotijo izboljšav in reorganizacije. Vodilne ptice postavijo na sredino gručice in jih obkrožijo z njihovimi podreptiki: posamezniki, ki so se v svojem boju za obstanek uspeli pririniti na vpliven položaj. V tretjem krogu končajo vsi ostali, lovci, zadolženi za ribolov, med njimi pa učitelji, raziskovalci, zdravniki, kulturniki in preostali, ki se menda zajedavsko hranijo z ulovom drugih. V strahu pred prihajajočo zimo se med njimi vname srdit boj za najboljša mesta v koloniji. Nekaj časa vlada kaos in vsi izgubljajo dragoceno energijo, ki bi jo morali varčevati za najhujše čase. Najmočnejši se rinejo proti varni sredini, čisto na robu končajo najšibkejši, ostareli in onemogli, izobčenci in odpadniki. Slednji podležejo že prvemu snežnemu metežu. Druga, tretja in naslednje nevihte hitro redčijo tudi vrste proti notranjosti. Pingvini na sredini gručice zadovoljno prikimavajo in seštevajo prihranek na račun vse manjšega števila lačnih kljunov. A zima je dolga in kolonija postaja vse manjša in manjša. Nezaščiteni in izčrpani od boja se tudi najmočnejši ne morejo dolgo upirati besnečim vetrovom. Ko se razdivja poslednji zimski vihar, sredi neskončnih antarktičnih širjav, obkroženi s pomrznjenimi trupli, stojijo le še vodilni pingvini. Zvesti svojim načelom se pogumno zazrejo v leden veter, si izplačajo nagrado za uspešno poslovanje, proračunske izdatke dokončno zmanjšajo na nič – in izumrejo.

Dr. Cene Gostinčar,
objavljeno v Mladina, Alternative 2012,
z dovoljenjem avtorja in revije Mladina

Alenka Gaberščik

Spoznajmo svoje domovanje

Ekologija za gimnazije

Direktor produkcije: Klemen Fedran
Izdala in založila: Založba Rokus Klett, d. o. o.
Za založbo: Maruša Kmet
Oblikovanje: Jasna Karnar
Tisk: Grafostil, d. o. o.
1. izdaja
Naklada: 3.000 izvodov
Ljubljana 2013