

ODZIV ŽIVEGA SVETA NA **PODNEBNE SPREMEMBE**

// Urška Koce



ČEBELAR (*Merops apiaster*)
je dober kazalec podnebnih
sprememb v Evropi.
foto: **Sebastjan Zelič**



Podnebne spremembe, zlasti napovedi za bodočnost, nam vzbujajo skrb predvsem zaradi njihovih učinkov na človekovo okolje in kakovost našega bivanja. A čeprav to ni vedno očitno, vročinski valovi, izjemni vremenski pojavi, suše in drugi učinki podnebnih sprememb vplivajo na celoten živi svet.

PODNEBNE SPREMEMBE GLOBALNO ...

Ob besedi podnebje običajno pomislimo na dogajanje v ozračju, a to je le del zelo kompleksnega podnebnega sistema, ki ga sestavlja kar pet komponent z medsebojnim vplivom ene na drugo. Poleg ozračja (atmosfera) so to še zemeljska skorja (litosfera), vodovje (hidrosfera), ledeniki (kriosfera) in živi svet (biosfera). Podnebne spremembe so spremembe povprečnega vremena v izbranem, običajno 30-letnem, obdobju glede na neko referenčno obdobje. Lahko so posledica notranje dinamike podnebnega sistema in/ali zunanjih dejavnikov, bodisi naravnih (Sončevi cikli in izbruhi vulkanov) bodisi antropogenih (spremembe v sestavi atmosfere in rabi zemljišč). Ko govorimo o aktualnih podnebnih spremembah, ki jih obravnavamo tudi v tem prispevku, imamo v mislih spremembe po industrijski revoluciji ter projekcije bodočega podnebnja, ki jih s pomočjo modelov ocenjujemo za obdobje do konca tega stoletja. Danes se večina klimatologov strinja, da so recentne podnebne spremembe posledica povečane vsebnosti toplogrednih plinov, zlasti ogljikovega dioksida v ozračju zaradi človekovih dejavnosti. A zakaj tako burijo duhove, če vemo, da so bile podnebne spremembe stvarnost vse zemeljske zgodovine? Razlog tiči zlasti v njihovi hitrosti in obsegu: še nikoli v zgodovini se globalno podnebje namreč ni spreminjalo s tako intenziteto v tako kratkem časovnem obdobju. Zanimljivo pa ni niti dejstvo, da so obsežne historične podnebne spremembe potekale v obdobjih zemeljske zgodovine, ko nas v njej še ni bilo in nas njihovi učinki preprosto niso zadevali.

... IN V SLOVENIJI

V povezavi s podnebnimi spremembami najpogosteje poslušamo sporočila o dvigu globalne povprečne temperature, a nam ta podatek ne pove veliko, saj se kljub globalnemu obsegu podnebne spremembe regionalno in celo lokalno izražajo različno. Slovenija na ravni Evrope sodi v regijo z nadpovprečno hitrostjo ogrevanja ozračja. Spopadamo se s številnimi učinki podnebnih sprememb v okolju: pogostejšimi in dolgotrajnejšimi sušami, pogostejšimi vročinskimi valovi, intenzivnejšimi poplavami, večjim nihanjem rečnih pretokov in vodostajev, pogostejšimi in obsežnejšimi požari v naravnem okolju, dvigom morske gladine, nižjo slanostjo morja, višjimi tem-



VIDRE (*Lutra lutra*) v Skandinaviji so zaradi milejših zim (višje temperature in krajše obdobje zaledenosti vodnih teles) in posledično manjše izgube energije ter boljše dostopnosti plena danes v povprečju večje kot pred nekaj desetletji.

foto: **Tatjana Gregorc**



V **MEDNARODNEM FENOLOŠKEM PARKU** v ljubljanskem Tivoliju raziskovalci že več desetletij spremljajo fenološki razvoj izbranih vrst dreves. Prva drevesa so bila v parku posajena leta 1959, prvi podatki pa so bili v mednarodno zbirko podatkov zapisani leta 1963. Za park od leta 2001 skrbi ARSO.

foto: **Artinfo.si**

Milejše zime vplivajo na vedenje številnih živali – kratkotrajnejša in tanjša snežna odeja povzroči pogostejše prebujanje **RJAVIH MEDVEDOV** (*Ursus arctos*) med zimskim spanjem, ki nato lačni iščejo hrano v okolici človekovih bivališč.

foto: **Rudi Kraševac**

peraturami celinskih voda in morja, tanjšo in kratkotrajnejšo snežno odejo, krčenjem ledenikov, več sončnega obsevanja in daljšimi rastnimi dobami.

Podnebne spremembe seveda ne vplivajo le na človeka, marveč kar na ves živi svet (biosfero). Še več, tudi biosfera kot del podnebne sistema močno vpliva na podnebje. Vplivi podnebnih sprememb na živi svet se izražajo kot spremembe v telesnih, fizioloških in vedenjskih lastnostih organizmov, njihovi fenologiji, geografski razširjenosti vrst ter velikosti, strukturi in trendih njihovih populacij, vrstni sestavi združb in medvrstnih odnosih ter ekosistemskih procesih.

TELESNI, VEDENJSKI IN FENOLOŠKI ODZIVI ORGANIZMOV NA PODNEBNE SPREMEMBE

Učinki podnebnih sprememb na telesni ravni so prepoznavni zlasti v hitrosti rasti in razvoja ter končni telesni velikosti organizmov. V obsežni raziskavi bukve (*Fagus sylvatica*) v Evropi je bilo denimo ugotovljeno, da se je v zadnjih 70 letih rast dreves zlasti zaradi dolgotrajnejših suš na večini celine upočasnila. Pospesila se je le na skrajnem se-

vernem delu območja razširjenosti v južni Skandinaviji, kjer jo je ostro podnebje prej omejevalo. Med najbolj zaznavnimi učinki podnebnih sprememb so spremembe v fenologiji organizmov, tj. časovnem razporedu sezonskih dogodkov, kot so brstenje in cvetenje, selitve, izleganje in poletavanje, disperzija, mirovanje ... Gozdno drevje se zaradi višjih temperatur ozračja danes v povprečju olista več dni prej kot sredi prejšnjega stoletja, podobno pa je napredovala tudi spomladanska selitev ptic. Zanimiv je fenomen krajše brejosti pri samcih malega netopirja (*Pipistrellus pipistrellus*) zaradi krajšega obdobja zimskega mirovanja (torporja).

SPREMEMBE V POPULACIJAH SO LAHKO POZITIVNE ALI NEGATIVNE

V varstveni biologiji ne postavljamo v ospredje posameznih osebkov, ampak nas zanimajo zlasti populacije in njihova dinamika, torej časovne spremembe v njihovi velikosti ter starostni in spolni sestavi. Ta veda nas tudi uči, da je izumiranje vrst posledica okrnjene viabilnosti njihovih populacij. Podnebne spremembe lahko neposredno ali posredno vplivajo na populacijske procese (rodnost, umrljivost, priseljevanje in odseljevanje) in s tem pomembno sooblikujejo populacijsko dinamiko, ki je sicer odvisna od več različnih, pogosto medsebojno povezanih okoljskih dejavnikov. Višje temperature denimo lahko povečajo rodnost, izjemni vremenski pojavi, kot so dolga deževna obdobja, močne nevihte ali spomladanske pozebe, pa imajo nanjo izrazito negativne vplive, kar je bilo zabeleženo pri številnih vrstah. Pri metuljih je v povezavi z višjimi temperaturami okolja pogost pojav večanja števila generacij znotraj istega leta, kar močno prispeva k porastu njihovih populacij. Po drugi strani pa spomladanske pozebe lahko dramatično znižajo preživetje gosenic in tako zdesetkajo populacijo. Za okrevanje po takšnih dogodkih je pomembno, da se ekstremi ne pojavljajo prepogosto in da imajo





V severnoameriških populacijah **GLAVATE KARETE** (*Caretta caretta*) so povišane temperature gnezd med inkubacijo jajc povzročile spremembo spolne sestave v prid samicam.

foto: **Brian Gratwicke**

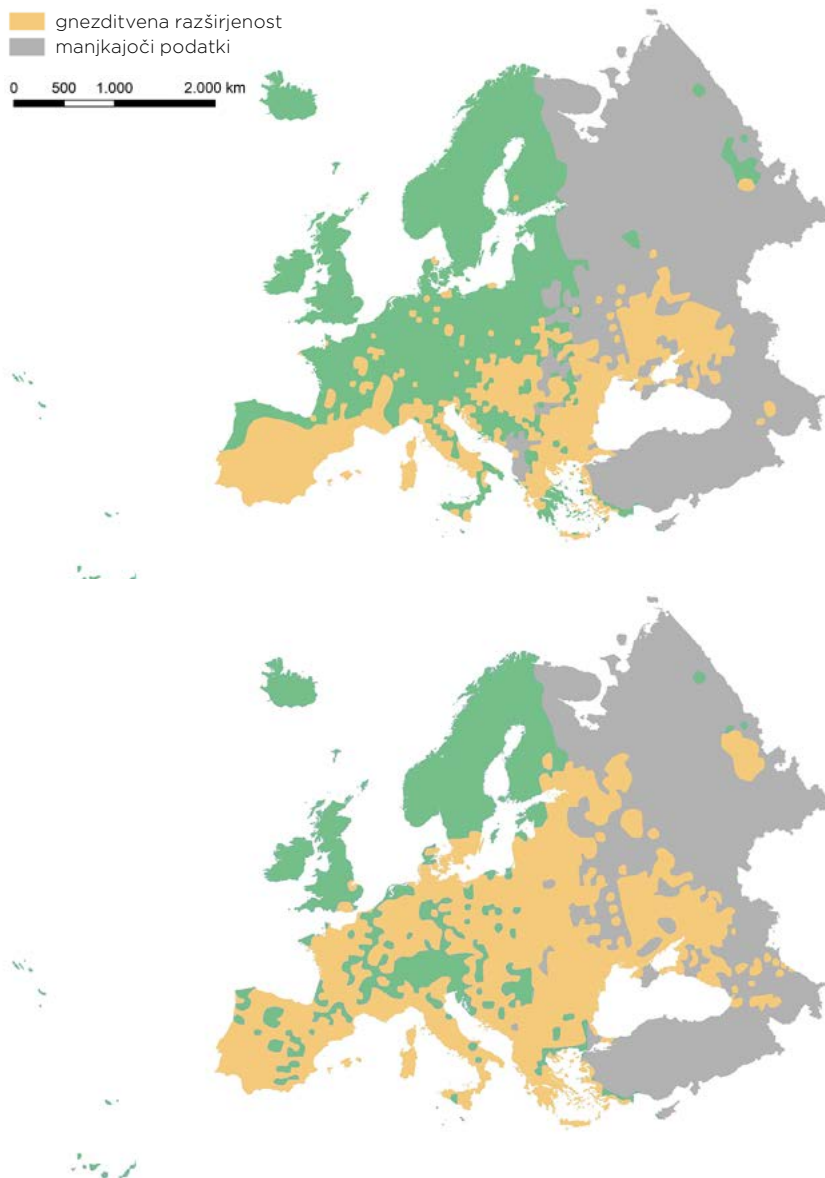
Vplivi podnebnih sprememb na živi svet se izražajo kot spremembe v telesnih, fizioloških in vedenjskih lastnostih organizmov, njihovi fenologiji, geografski razširjenosti vrst ter velikosti, strukturi in trendih njihovih populacij, vrstni sestavi združb in medvrstnih odnosih ter ekosistemskih procesih.

živali na voljo dovolj kakovostnega habitata. Poleg velikosti je za viabilnost populacij pomembna tudi njihova spolna in starostna sestava. Spolna sestava se pod vplivom podnebnih sprememb lahko poruši pri vrstah plazilcev, pri katerih je spol odvisen od zunanje temperature, ki so ji bili osebk izpostavljeni med embrionalnim razvojem.

VRSTE SPREMINJAJO GEOGRAFSKA OBMOČJA POSELITVE

Vrste se na spremenjene podnebne razmere odzivajo tudi s spremembami geografskega območja, ki ga poseljujejo (areala). Geografsko razširjenost vrst določa več dejavnikov, med njimi najizraziteje podnebje, razširjenost in kakovost habitata ter pojavljanje drugih vrst (medvrstni odnosi), ki med-

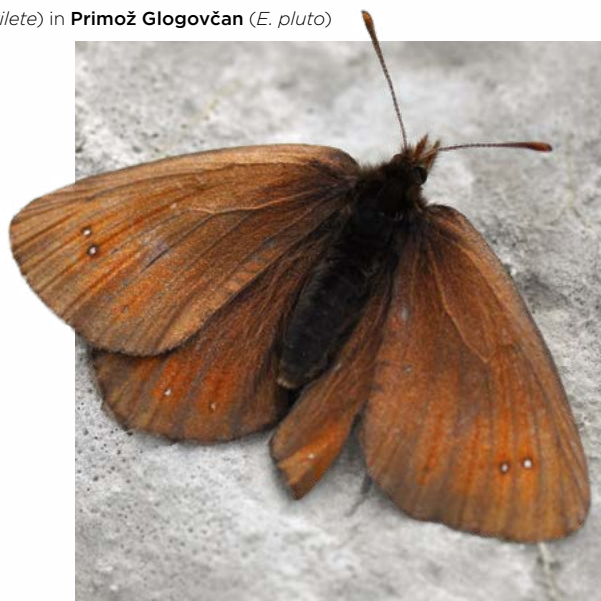
PORAST ŠTEVILČNOSTI ČEBELARJA (*Merops apiaster*) v Evropi in širjenje areala vse bolj proti severu celine je predvsem posledica naraščajočih temperatur. Zgoraj: razširjenost vrste ob začetku tega stoletja; spodaj: projekcija razširjenosti ob koncu tega stoletja ob predpostavljenem zmerno optimističnem scenariju izpustov toplogrednih plinov (SRES B2) povzeto po: **A Climatic Atlas of European Breeding Birds**, Lynx Edicions, 2007





Med metulji sta v Sloveniji zaradi omejenosti na visoke nadmorske višine ogrožena **BOROVNIČEVA BLEDICA** (*Agriades optilete*) (zgoraj) in **TRIGLAVSKI RJAVČEK** (*Erebia pluto*) (spodaj).

foto: **Kaja Vukotić** (*A. optilete*) in **Primož Glogovčan** (*E. pluto*)



URŠKA KOCE je biologinja, zaposlena na DOPPS kot varstvena ornitologinja. Raziskovalno in strokovno se posveča raznolikim temam s področja ornitologije in ohranjanja narave ter koordinira prenovo ornitološke baze podatkov. Tematici podnebnih sprememb v povezavi z biotsko raznovrstnostjo se posveča zlasti v okviru Podnebnega programa mreže Plan B za Slovenijo, v kateri opravlja tudi vlogo koordinatorice delovne skupine za varstvo narave.
foto: **Carla Skvarča**

sebojno vplivajo drug na drugega in so danes tudi pod velikim vplivom človekovega delovanja. Vsaka vrsta lahko biva le znotraj svoje podnebne niše, tj. določenih temperaturnih in padavinskih razmer. Vrste se na spremenjene podnebne razmere na določenem geografskem območju odzovejo tako, da se jim telesno ali vedenjsko prilagodijo, če jim to ne uspe, pa z območja sčasoma izginejo. V tem pogledu so zlasti ranljive specializirane vrste visokogorja, ki bodo z napredovanjem podnebnih sprememb ostale brez ustreznega življenjskega prostora. Velja pa tudi obratno – vrste lahko poselijo nova območja, ki so postala podnebno ugodna, a to le v primeru, da imajo tudi zadostno zmožnost razširjanja. Tudi Slovenijo na novo poseljujejo vrste, ki se sem širijo iz južnejših krajev. Takšni sta denimo dve vrsti kačjih pastirjev, temni slaniščar (*Selysiothemis nigra*) in ciklamni telovnikar (*Trithemis annulata*), ki sta se pri nas pojavili v zadnjem desetletju. Podobno se je v zadnjih desetletjih iz Sredozemlja v srednjo Evropo razširil Savijev netopir (*Hypsugo savii*). V Ljubljani so bile na novo zabeležene tudi porodniške kolonije.

Predmet številnih raziskav so tudi bodoče spremembe v geografski razširjenosti vrst zaradi podnebnih sprememb, ki so se razmahnile z razvojem statističnih orodij. Za ornitologe je še zlasti zanimiv podnebni atlas evropskih gnezdičk (A Climatic Atlas of European Breeding Birds, Lynx Edicions 2007), ki prikazuje projekcije razširjenosti vrst ob koncu tega stoletja. Pri interpretaciji tovrstnih napovedi je sicer treba upoštevati predpostavke, na katerih so zgrajene, zlasti uporabljene vrednosti podnebnih spremenljivk, ki so le eden izmed možnih podnebnih scenarijev. Obenem moramo biti do njih tudi primerno zadržani, saj so kljub izjemnemu razvoju raziskovalnih tehnik in orodij še vedno izpostavljenе številnim metodološkim pomanjkljivostim, vključno z mankom podatkov.

ZAPLETATI SE ZAČNE PRI MEDVRSTNIH ODNOSIH

Vrste se na podnebne spremembe odzivajo vsaka na svoj edinstveni način. Njihovi neusklajeni odzivi nemalokrat vodijo v porušenje medvrstnih odnosov, kar lahko bistveno zamaje ravnovesje v

JE BIOTSKA RAZNOVRSTNOST ZARADI PODNEBNIH SPREMENB OGROŽENA?

Biotska raznovrstnost je pestrost živega sveta od genetske do ekosistemske ravni. Najpogosteje jo izražamo kot vrstno pestrost, njeno izgubo pa kot izumiranje vrst oziroma njihovih populacij. Ob številnih že prepoznanih in tudi predvidenih vplivih podnebnih sprememb na organizme, populacije in ekosisteme si upravičeno zastavljamo vprašanje, ali in v kolikšni meri podnebne spremembe povzročajo izgubo biotske raznovrstnosti. Preprostega odgovora na to vprašanje ni, saj je sedanja kriza biotske raznovrstnosti posledica različnih med seboj prepletenih antropogenih dejavnikov, vključno s podnebnimi spremembami. Doslej je zaradi prevladujočega vpliva podnebnih sprememb izumrlo le malo vrst oz. njihovih populacij, vendar je prilagoditvena sposobnost vrst omejena. Ob nadaljevanju sedanjih trendov podnebnih sprememb se številne vrste nanje najverjetneje ne bodo mogle ustrezno odzvati, zato se bo izguba biotske raznovrstnosti še pospešila. Dolgoročnih učinkov pa zaradi kompleksnosti dejavnikov in tudi pomanjkljivih podatkov vendarle ne moremo natančno predvideti.



V raziskavi na Nizozemskem so ugotovili, da se gnezdeče **VELIKE SINICE** (*Parus major*) časovno niso mogle povsem prilagoditi pospešenemu razvoju gosenc zaradi povišanih zgodnje spomladanskih temperatur. Obdobje mladičev v gnezdih je zato za kar 10 dni zaostajalo za obdobjem najvišje razpoložljivosti hrane.

foto: **Ivan Esenko**

združbah in ekosistemih. Pereč je problem širjenja invazivnih tujerodnih vrst, ki se v spremenjenih podnebnih razmerah lahko dramatično pospeši. Časovna neuskkljenost med vrstami, ki so med seboj tako ali drugače odvisne, ima lahko neslutene posledice za biotsko raznovrstnost. Zaradi neskladij med življenjskimi cikli rastlinojedih žuželk in njihovih gostiteljskih rastlin, opraševalcev in cvetočih rastlin, plenilcev in njihovega plena, parazitov in njihovih gostiteljev itd. se lahko sproži cela kaskada izumiranja vrst.

Zaradi medvrstnih odnosov so posledice odzivov posameznih vrst zaznavne tudi v sestavi združb in s tem v strukturi in delovanju ekosistemov. Pričakovano je, da bo pod vplivom podnebnih sprememb prišlo do postopne preobrazbe združb v bolj toploljubne, lahko pa bodo nastali tudi povsem novi tipi

Prispevek je kot del Podnebnega programa mreže Plan B za Slovenijo nastal v okviru kampanje »Podnebne spremembe in izginjanje narave – prepleteni krizi, skupne rešitve«. Podnebni program financirata Eko sklad in Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo iz sredstev Sklada za podnebne spremembe. Za mnenja, predstavljena v tem prispevku, je izključno odgovorna avtorica prispevka in ne odsevajo nujno stališč Ministrstva za okolje, podnebje in energijo, Eko sklada j.s.



PLAN B
Plan B za Slovenijo
Mreža nevladnih organizacij
za trajnostni razvoj



EKO SKLAD
SLOVENSKI OKOLJSKI
JAVNI SKLAD



REPUBLIKA SLOVENIJA
**MINISTRSTVO ZA OKOLJE,
PODNEBJE IN ENERGIJO**

Pričakovano je, da bo pod vplivom podnebnih sprememb prišlo do postopne preobrazbe združb v bolj toploljubne, lahko pa bodo nastali tudi povsem novi tipi združb.



združb. Po napovedih modelov, ki so jih izdelali na Gozdarskem inštitutu Slovenije, se bodo močno spremenile gozdne združbe v Sloveniji. Izginili bodo iglavci, bukev bo postala redkost. Postopno jih bodo nadomestili različni toploljubni gozdovi, podobni tistim, ki jih danes poznamo v Sredozemlju. Podnebne spremembe bodo pospešile tudi razrast nekaterih tujerodnih vrst, kot so robinija (*Robinia pseudoacacia*), pajesen (*Ailanthus altissima*) in duglazija (*Pseudotsuga menziesii*).

Populacije **LEŠČURJA** (*Pinna nobilis*) so bile v zelo kratkem času zdesetkane zaradi širjenja enoceličnega zajedavca, ki se v Sredozemlju pospešeno širi s toplimi morskimi tokovi, najverjetneje zaradi vpliva podnebnih sprememb.

foto: **Ana Fortič**

Spremembe ekosistemov so v spremenjenih podnebnih razmerah torej neizbežne. Od njihove odpornosti pa je odvisno, ali se bodo na nove razmere prilagodili in ohranili svoje temeljne funkcije, ali propadli. Vse človekove dejavnosti, ki slabšajo odpornost ekosistemov, zato zmanjšujejo tudi možnosti za uspešno prilagajanje naših skupnosti na podnebne spremembe.