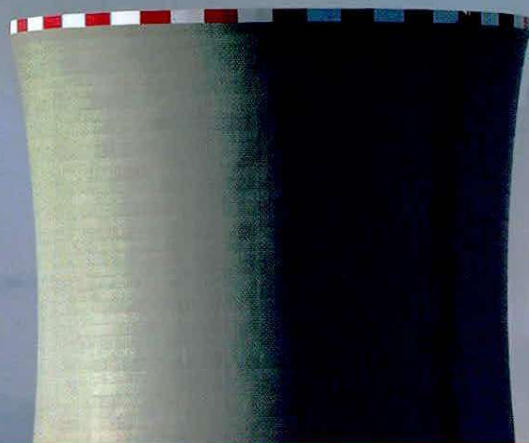


Ko se človek

igra boga

■ V delu z naslovom Šesto izumrtje s Pulitzerjem nagrajena avtorica Elizabeth Kolbert navaja ugotovitve znanstvenikov, da bo s sedanjim tempom kurjenja fosilnih goriv do konca 21. stoletja izgubljenih kar 20 do 50 odstotkov vseh živih bitij in rastlin

Tekst: Aleš Kovačič



Ironija je, da človeški vrsti in drugim nesrečnim bitjem, ki so se na Zemlji znašla v obdobju našega razcveta, grozi poguba prav zaradi tistih lastnosti, s katerimi se je človek zavihtel na vrh drevesa življenja.

Stara modrost pravi, da je človek največkrat kar sam sebi največji sovražnik. Vse več je namreč znanstveno podprtih ugotovitev, da živimo v času enega najbolj intenzivnih izumiranja živih bitij doslej, pri čemer smo to povzročili kar ljudje sami. In tokrat žalosten konec grozi tudi človeštvu ...

Aktualne znanstvene napovedi o neizbežni kataklizmi so opremljene z urgentnim, malodane paničnim tonom, ne pa več umirjenim in treznim, kot smo bili vajeni. »Biološko opustošenje«, ki vodi v »ogrožitev temeljev človeške civilizacije«, so se na primer izrazili avtorji študije o množičnem izumiranju živih bitij, ki je bila pred nedavnim objavljena v prestižni publikaciji *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Nič manj alarmantne niso ugotovitve več kot 450 strokovnjakov, ki so sodelovali pri najnovejšem klimatološkem poročilu Organizacije združenih narodov, v katerem ugotavljajo, da se število živih bitij zmanjšuje z najbolj intenzivnim tempom v zadnjih desetih milijonih letih. Zaradi človekove dejavnosti, ki močno krči življenjski prostor drugim živim bitjem na Zemlji, namreč več kot polovici milijona vrst v naslednjih nekaj desetletjih grozi izumrtje.

Ogrožena polovica vseh živih bitij

V delu z naslovom Šesto izumrtje s Pulitzerjem nagrajena avtorica Elizabeth Kolbert navaja ugotovitve znanstvenikov, da bo s sedanjim tempom kurjenja fosilnih goriv do konca 21. stoletja izgubljenih kar od 20

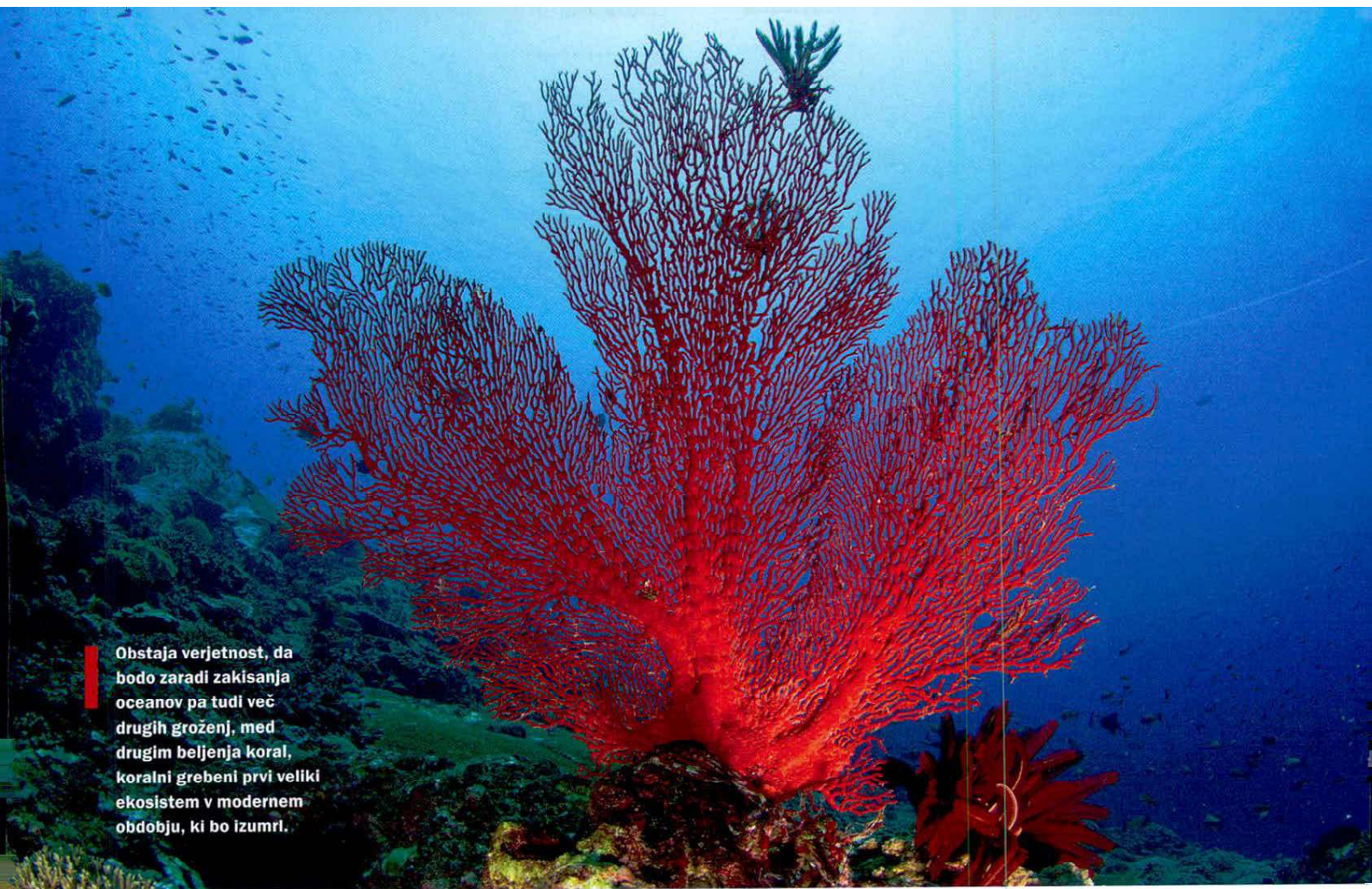
do 50 odstotkov vseh živih bitij in rastlin. To so izgube, ki jih narava sproti ne more nadomestiti, ne da bi pri tem prišlo do množičnega izumiranja vrst. Izginotje tako grozi kar tretjini vseh vrst koral, sladkovodnim mehkužcem, morskim psom in skatom ter četrtini vseh znanih sesalcev, petini vseh kuščarjev, šestini ptic itd.

Znanstveniki, ki spremljajo gibanje števila populacij posameznih vrst živali in rastlin, so nazadnje ugotovili, da se tempo izumiranja stopnjuje. Posamezne vrste so v nekaj desetletjih izgubile na milijarde posameznikov, kar strokovnjaki pripisujejo posledicam delovanja ene same vrste – človeku. Človeštvo je ena redkih vrst, katere absolutno število nezadržno raste. Kar je pravzaprav izvor težav, kajti naraščanje števila ljudi, krčenje naravnih habitatov in hrane »plačujejo« vsi drugi prebivalci planeta Zemlja.

Poleg krčenja življenjskega prostora živali se povečuje tudi pretirana potrošnja hrane, vode in fosilnih goriv, ki jih človeštvo potrebuje za svoje naraščajoče energetske potrebe. Ker smo ljudje inteligentna bitja, ki živijo v kompleksnih sistemih (družbah), s kompleksnimi sistemi proizvodnje in potrošnje dobrin ter storitev (gospodarstva), pa stanje poslabšuje tudi to, da prevladujoči družbeno-ekonomski sistem (kapitalizem) poganja nebrzdano potrošništvo. Vse to dodatno stopnjuje pritisk na naravo, ki tega procesa preprosto ne zmore več korigirati. Kaj to pomeni, je bolj jasno, ko pogledamo izumiranje vrst in množično umiranje njihovih predstavnikov. Razlog za alarmantna opozorila strokovnjakov je namreč ta, da se v nasprotju s podobnimi predhodnimi študijami izumiranja vrst



Ko je v Weddlowem morju pred tremi leti v neurju odlomilo večji kos ledu, na katerem je bilo po ocenah do 25.000 parov z mladiči, je umrlo pet do devet odstotkov celotne populacije cesarskega pingvina. Pingvinji mladiči namreč sprva še nimajo primerne perja za plavanje in se niso mogli rešiti.



Obstaja verjetnost, da bodo zaradi zakisanja oceanov pa tudi več drugih groženj, med drugim beljenja koral, koralni grebeni prvi veliki ekosistem v modernem obdobju, ki bo izumrl.

v zadnjem času izvajajo analize, ki imajo veliko širša izhodišča, s čimer znanstveniki dobijo vpogled v širši kontekst dogajanja. Znanstveniki so se še pred nedavnim sicer zavedali, da se tempo zmanjševanja števila vrst v zadnjih nekaj sto letih močno stopnjuje, a splošna diagnostična slika še vedno ni bila tako klavrna, da bi terjala razglasitev vsesplošnega alarma. Čeprav je tempo izumiranja vrst v 20. stoletju, se pravi v obdobju najintenzivnejšega razcveta človeštva, poskočil za stokrat, je bilo takšno izumiranje vrst še v mejah obvladljivosti.

Zdelo se je, da se absolutno število vrst ne zmanjšuje s tempom, značilnim za množično izumiranje. Kar je presenetilo razmeroma hladnokrvne znanstvenike, je bila zato prav ugotovitev, da se nezadržno krčijo populacije najštevilnejših živalskih vrst, ki se doslej niso znašle na seznamu ogroženih. Takšnih, katerih populacije se krčijo s sapo jemajočim tempom, pa vendar še niso ogrožene, je namreč kar tretjina. Podatki iz študije za kopenske sesalce kažejo, da jih je v zadnjih stotih letih kar polovica izgubila do 80 odstotkov populacije. Nič bolj optimistične pa niso napovedi za plazilce, ptice, dvoživke in druge sesalce, katerih populacije so v tem obdobju izgubile na milijarde svojih predstavnikov.

Je ključna količina ogljikovega dioksida?

Zaradi naštetega so znanstveniki prepričani, da smo na pragu šestega množičnega izumrtja. Pravzaprav so njihove ugotovitve še bolj pesimistične, kajti ugotovili so, da se tempo in obseg izumiranja tako bliskovito stopnjujeta, da bo v končni fazi ogrožen tudi obstanek homo sapiensa. Če smo zdaj v začetnih fazah šestega izumrtja, katera so bila predhodna in kaj se lahko iz njihovih vzrokov in posledic naučimo? V zadnje

pol milijarde let se je namreč na našem planetu zgodilo pet množičnih izumrtij, za katere je značilen hud padec biotske raznovrstnosti. Zemljin ekosistem je potreboval na milijone let, da je znova ustvaril primerne razmere za razvoj ter razmah preživelih in novih vrst življenja na planetu. Še ena značilnost izumrtij je, da mnoge vrste teh pretresov niso prenesle in so za vedno izginile. Mnogi menijo, da podobna usoda zdaj čaka tudi nas.

Še največ trdnosti glede napovedi o aktualnem množičnem izumrtju je leta 2017 ponudila raziskava ameriškega inštituta za tehnologijo v Massachusettsu (MIT). Ta je v sodelovanju s tamkajšnjo vesoljsko agencijo Nasa ugotovil, da je skupna točka preteklih množičnih izumrtij, ki so se zvrstila v zadnjih 540 milijonih letih, količina ogljikovega dioksida v ozračju in oceanih. Zato so analizirali podatke več kot tridesetih zgodovinskih dogodkov, kjer so zaznali sledi izotopov ogljika¹² in ogljika¹³. V množici podatkov so s tem našli mejne vrednosti ogljikovega dioksida v tekočinah sveta, ki so časovno sovpadle s preteklimi množičnimi izumrtji živali in rastlin.

Raziskava, ki je bila objavljena v znanstveni publikaciji *Science Advances*, zato ni pomembna zgolj s stališča preučevanja preteklosti. Znanstvenikom je namreč omogočila razvoj in uporabo precej natančne metode, s katero bodo lahko v prihodnje ugotavljali, kako blizu smo naslednji podobni kataklizmi.

Za preboj je poskrbel profesor geofizike na MIT, Daniel Rothman, ki je na podlagi podatkov o količini ogljika v določenih zgodovinskih obdobjih ustvaril matematično formulo. Rothman je vseh 31 kritičnih dogodkov, pri katerih je v zadnjih 540 milijonih letih prišlo do velikih sprememb

v karbonskem ciklu Zemlje, določil, ko je preučil več sto znanstvenih raziskav.

Ugotovil je, da pri večini teh dogodkov kritični prag količine ogljika ni bil presežen, zato spremembe niso bile dovolj velike, da bi Zemljin ekosistem potisnile čez rob. Vendar pa je v primerih, ko je bil prag kritičnih sprememb presežen, brez izjeme nastopila katastrofa, ki je povzročila štiri od petih množičnih izumrtij. Med največjim od njih, ki se je zgodilo po koncu perma pred 248 milijoni let, je izumrlo 96 odstotkov vseh morskih vrst, 70 odstotkov vretenčarjev in skoraj vse žuželke. Zaradi najbolj množičnega izginjanja vrst so ga znanstveniki poimenovali kar »veliko umiranje«.

Obdobja, ko je življenje obviselo na nitki

Prvo znano večje izumrtje, ki ga imenujemo ordovicjsko-silursko, sega nekako v obdobje od 440 do 450 milijonov let v preteklost. V tem obdobju, ki ga je prizadel padec povprečne temperature ter drastično znižanje morske gladine zaradi oblikovanja ledenikov, je poginilo kar 85 odstotkov vseh vrst morskih živali. V nasprotju z drugimi izumrtji ga ni povzročilo povečanje, ampak zmanjšanje ogljikovega dioksida. Zemlja se je v tem času ohladila, zato jo je prekril ledeni oklep. Življenje, prilagojeno prejšnjim razmeram, spremembam ni sledilo dovolj hitro, zelo se je zmanjšal tudi življenjski prostor. Z vidika opustošenja biotske raznolikosti gre za drugi najbolj uničujoč dogodek v Zemljini zgodovini. Obdobje poznega devona (pred 360 milijoni let) je zaznamovala serija dogodkov, ki jih znanost ne more z gotovostjo potrditi ali ovreči. Jasno je le, da so ti v obdobju 20 milijonov let pokončali med 70 in 80 odstotkov vseh vrst. Razlage so precej različne, vse pa so povezane z večjimi podnebnimi spremembami. Tako se je v oceanih pojavilo večje pomanjkanje kisika, izbruhi ognjenikov naj bi s pepelom zastrli nebo in sprožili ohlajanje. Domnevno naj bi odigral vlogo tudi hiter razvoj rastlin, poleg tega pa so se te hitro razširile na nova območja. Namnožene rastline naj bi iz ozračja posrkale veliko ogljikovega dioksida, kar je proces globalnega ohlajanja še dodatno pospešilo.

Domnevnih vzrokov in dogodkov je kar precej, med drugim znanstveniki ne izključujejo možnosti padca meteorita. Spremembe so bile verjetno usodne tudi za prvega kopnega vretenčarja, ribjo dvoživko, zato se je prihod vretenčarjev na kopno zamaknil za naslednjih deset milijonov let. Takrat so prišli ihtioستي, izvor vseh kopnih vretenčarjev, kamor spada tudi človek. Zato znanstveniki menijo, da brez katastrofe v poznem devonu ne bi prišlo do razvoja človeka.

Permsko-triasno izumrtje pred 252 milijoni let velja za doslej najbolj množično. Posledice opustošenja so skorajda izbrisale življenje z obličja Zemlje. Pomrlo je kar 96 odstotkov vrst morskih živali ter tretjina kopenskih, med drugim trilobiti, nekoč vladarji Zemlje. Zanimivo je, da se je najhujše izumrtje doslej zgodilo v zgolj 100.000 letih, kar je z geološkega vidika zgolj trenutek. Za tako obsežno in hitro uničenje je moral biti »morilec« nekaj posebnega, menijo strokovnjaki. Vendar znanost še ni povsem enotna, kdo naj bi bil glavni »osumljenec«. Nekateri krivijo pokanje zemeljske skorje na območju današnje Sibirije, zato naj bi na površje pritekale orjaške količine magme, ki je v ozračje bruhala ogromne količine ogljikovega dioksida in strupenih plinov. V odziv so se razvile metanogene vodne bakterije, ki so oddajale metan, in oceani so se zakisali. Drugi menijo, da je povečana aktivnost ognjenikov zakrila sonce in povzročila veliko ohlajanje ozračja. To pa je podobno kot v času ordovicjsko-

silurskega izumrtja povzročilo razmah ledenikov, ki so zmanjšali količino morske vode, s tem pa tudi življenjski prostor morskih živali.

Spet tretji so prepričani, da je v tistem času na Zemljo padel orjaški asteroid s skorajda petkilometrskim premerom, ki je treščil na ozemlje današnje Avstralije. V zrak naj bi dvignil veliko materiala, ki je zakril sonce, ozračje pa zasičil s strupenimi plini. To je v nadaljevanju povzročilo padec temperature, padati pa naj bi začel še kisli dež. Spet drugi menijo, da so katastrofo zakrivali »mrtvi« oceani brez tokov in zato brez kisika, tako da so večino morskih bitij pokončale visoke koncentracije ogljikovega dioksida.

Triasno-jursko izumrtje pred približno 200 milijoni let se je končalo z izumrtjem 75 odstotkov vodnih in kopenskih živali. Tudi za to katastrofo si znanstveniki niso enotni, kdo natančno jo je zakrivil. Glavni protagonist je bil spet ogljikov dioksid, ki naj bi sprožil globalno segrevanje ozračja in dvig morske gladine. Sproščanje ogromnih količin toplogrednih plinov (tudi metana) in povečana vulkanska aktivnost zaradi tektonskih premikov superkontinenta Pangea so proces segrevanja ozračja prignali do skrajnosti in zakisali oceane.

Najnovejše geološke raziskave kažejo, da je bila ognjeniška aktivnost v prvih 40.000 letih tega obdobja še posebej izrazita. Po nekaterih domnevah pa naj bi na Zemljo v tistem času treščil asteroid, zato je planet znova postal neprimeren za življenje. Kakorkoli že, poginile so velike dvoživke, arhozavri in zverozobci, predhodniki sesalcev. S tem se je izpraznil življenjski prostor za razmah dinosavrov, ki so ostali praktično brez prave konkurence in Zemlji vladali naslednjih 150 milijonov let.

Kredno-terciarno izumrtje je zadnje množično izumrtje pred 66 milijoni let, ki je pokončalo dinosavre in naznanilo začetek ere sesalcev. Zakrivil naj bi ga padec asteroida z desetkilometrskim premerom na območje današnjega Mehškega zaliva (polotok Jukatan). V zadnjem času pa nove najdbe kraterjev iz tistega obdobja potrjujejo domnevam, da je na Zemljo v kratkem časovnem razponu padlo več nebesnih teles.

Ko je umrl zadnji samec severnega belega nosoroga Sudan, je izginila zadnja možnost za nadaljevanje te podvrste po »naravni« poti.





Od osmih vrst medvedov
je šest kategoriziranih kot
ranljivih ali ogroženih.

Padec asteroida naj bi tako v ozračje dvignil veliko prahu, ki je za več mesecev zakril sonce in onemogočil proces fotosinteze pri rastlinah in planktonu. Viri hrane za večje živali so zato usahnili, hkrati pa je trk povzročil orjaške požare, ki so zajeli pragozdove in dodatno zastrupili ozračje. Pri tem velja omeniti, da se mnogi paleontologi ne strinjajo z uveljavljeno teorijo trka. Po njihovem naj bi do izumiranja znova prišlo zaradi povečane vulkanske aktivnosti (zlasti na območju današnje Indije), ki je ozračje prepojilo z visokimi koncentracijami ogljikovega dioksida. Na koncu je pomrlo 80 odstotkov vsega življenja na Zemlji, zato to izumrtje velja za tretje najbolj množično.

Spet palme na Antarktiki?

Zdi se, da so pri večini znanih največjih izumrtjih ključno vlogo odigrale vrednosti ogljikovega dioksida v ozračju. Vsaj tako domnevajo znanstveniki, ki upajo, da bodo lahko s posebno metodo (matematično formulo) z vidika izumiranja vrst določili točko brez vrnitve. S tem pa bi lahko ugotovili tudi, ali smo danes že prestopili Rubikon. Prav to poskuša doseči omenjeni profesor Rothman.

S svojo metodo mu je uspelo določiti mejne vrednosti ogljika, ki jih še lahko vsrkajo in prenesejo oceani, dokler njegova količina ni tako visoka, da sproži množično izumrtje. Pri tem je izhajal iz domneve, da do množičnega izumrtja pride, če je izpolnjen eden od dveh pogojev: če se spremembe v ogljičnem ciklu dogajajo na dolgi rok, bo do izumiranja prišlo le, če je stopnja sprememb hitrejša in intenzivnejša od sposobnosti globalnega podnebja za prilagajanje. Če pa se ogljični pretresi zgodijo časovno bolj zgoščeno, potem podnebna sposobnost prilagajanja nima

vpliva, saj so spremembe prevelike, da bi jih lahko dohitevala evolucija. Ali kot je v publikaciji *Science Advances* zapisal Rothman: »Motnje v Zemljinem karbonskem ciklu vodijo do množičnega izumrtja, če se dogajajo prehitro ali če so prevelike.«

Točno to pa naj bi se danes dogajalo zaradi kurjenja fosilnih goriv. Z izpusti ogljikovega dioksida in ogljikom, ki konča v morju, naj bi kritični prag vrednosti presegli leta 2100. Kritična vrednost je po Rothmanovih izračunih 310 gigaton ogljika, ki jih bomo po ocenah klimatologov v najboljšem primeru dosegli leta 2100. V najslabšem pa naj bi se ta številka do leta 2100 povzpela na 500 gigaton. Če bomo torej z enako intenzivnostjo kurili fosilna goriva, bodo koncentracije ogljikovega dioksida do konca tega stoletja dosegle raven, kakršna je bila pred približno 50 milijoni let, ko so na Antarktiki rasle palme.

Koncept množičnega izumrtja je relativno nov, kajti do sedemdesetih let 20. stoletja je prevladovala teorija o postopnem izumiranju vrst Charlesa Darwina. Ta je v skladu s svojo evolucijsko teorijo izumrle vrste obravnaval kot poražence evolucijskega boja za preživetje. Absolutno prevlado Darwinove teorije postopnega izumiranja je namreč pod vprašaj postavilo šele pomembno odkritje pred nekaj desetletji.

Sledi iridija v soteski Gola del Bottaccione in odkritje kraterja asteroida, ki je pred 66 milijoni let padel na mehiški polotok Yucatan ter povzročil največje od petih množičnih izumrtij, so znanstvenike prepričali, da lahko življenje vzame konec veliko hitreje in nenadoma, kot pa je to predvidevala Darwinova hipoteza. Predvsem pa, da je življenje na planetu odvisno od izjemno ranljivega naravnega ravnovesja, ki ga lahko za več milijonov let podre en sam globalni katastrofični dogodek. Danes

Število azijskih slonov je v zadnjih treh generacijah upadlo za polovico.



sta v veljavi obe teoriji, pri čemer je druga (imenujemo jo *cuvierska* po njenem avtorju Georgesu Cuvierju) ključna za razumevanje dinamike kataklizmičnih dogodkov, kakršno je množično izumrtje.

Človek – arhitekt lastne pogube

Če v nekaterih primerih množičnih izumrtij nismo povsem prepričani, kdo ali kaj jih je zakrivil in ali je bil storilec en sam, ali pa se je proti življenju na Zemlji zarotilo več dejavnikov, smo lahko pri šestem množičnem izumrtju prepričani, da je ključni in edini agens človeška civilizacija oziroma človeška aktivnost.

Zgodovinska ironija je v tem primeru še posebej trpka, kajti človeški vrsti in drugim nesrečnim bitjem, ki so se na Zemlji znašla v obdobju našega razcveta, grozi poguba prav zaradi tistih lastnosti, s katerimi se je človek zavihtel na vrh drevesa življenja. Naš intelekt, iznajdljivost, sposobnost komuniciranja in sodelovanja, tekmovalnost, radovednost in nemir, ki nas ženejo v vsakovrstne aktivnosti, so unikatne lastnosti, ki so vrsti zagotovile, da smo svoji fizični nemoči navkljub prevzeli primat. Iznajdba orodja, ki je vodila v razvoj strojev vseh vrst ter kasneje v razvoj industrije, nam je omogočila pokoritev naravnega sveta. A cena našega tekmovalnega z naravo je, kot kaže, noro visoka, pravzaprav absolutna.

Za dosego tega izjemnega »uspeha« smo namreč pokurili toliko fosilnih goriv, da smo se s tem izenačili z najmočnejšo naravno silo – evolucijo. Avtorji študije o množičnem izumiranju živih bitij iz začetka tega teksta svarijo, da sicer imamo še nekaj časa za ukrepanje, vendar pa »podatki kažejo na stopnjevanje pritiska na biološko raznolikost v naslednjih dveh desetletjih, kar za prihodnost življenja na Zemlji, tudi človeškega, ne pomeni nič dobrega«.

Žalostna napoved

Cesarski pingvin je najtežja in največja vrsta teh ptic, ki za preživetje potrebuje trden in obstojen led. Tega pa je, po ugotovitvah znanstvenikov, ki so v publikaciji *Nature Climate Change* tej vrsti napovedali skorajšnje izumrtje, vse manj. Taljenje ledu je ena izmed glavnih posledic učinkov toplogrednih plinov, ki nezadržno segrevajo ozračje našega planeta. Led je namreč za pingvine ključen iz dveh razlogov: kot vir hrane, poleg tega pa je nujen za preživetje mladičev. Vrsta je zaradi umikanja ledu in pomanjkanja hrane zdaj že pod takšnim pritiskom, da se strokovnjaki bojijo za njeno preživetje. Zato predlagajo njeno uvrstitev na seznam ogroženih živalskih vrst. Projekcije namreč kažejo, da bodo do leta 2100 zaradi taljenja ledu nevarno zdesetkane vrste vseh 45 kolonij pingvinov na Antarktiki s 50- do 70-odstotnim zmanjšanjem njihove populacije.

Kako pomemben je led, kaže nedavni primer množičnega pogina kolonije v Weddlowem morju. Leta 2016 je namreč neurje z visokimi valovi odlomilo večji kos ledu, na katerem je bilo med 14.000 in 25.000 parov z mladiči. Ker pingvinji mladiči sprva še nimajo primerne perja za plavanje, je katastrofa praktično čez noč pomorila kar od pet do devet odstotkov celotne populacije cesarskega pingvina.

Da je človeka v želji po preseganju omejitev svojega telesa in naravnega okolja vodila odločno pretežka roka, ne nazadnje dokazuje ugotovitev, da je človeška dejavnost preoblikovala med tretjino in polovico vsega kopnega v svetu. Zaježili in preusmerili smo večino največjih rek. Ljudje porabljamo več kot polovico vse lahko dostopne sveže tekoče vode na svetu. Pognojene rastline proizvajajo več dušika, kot se ga naravno pojavlja v vseh zemeljskih ekosistemih. Ribolovna območja pa uničujejo več kot tretjino primarne produkcije oceanskih obalnih voda. Povedano drugače: človek je kočno dosegel status boga, a distopičnega. ■