ALTERNATOR
Misliti znanost.

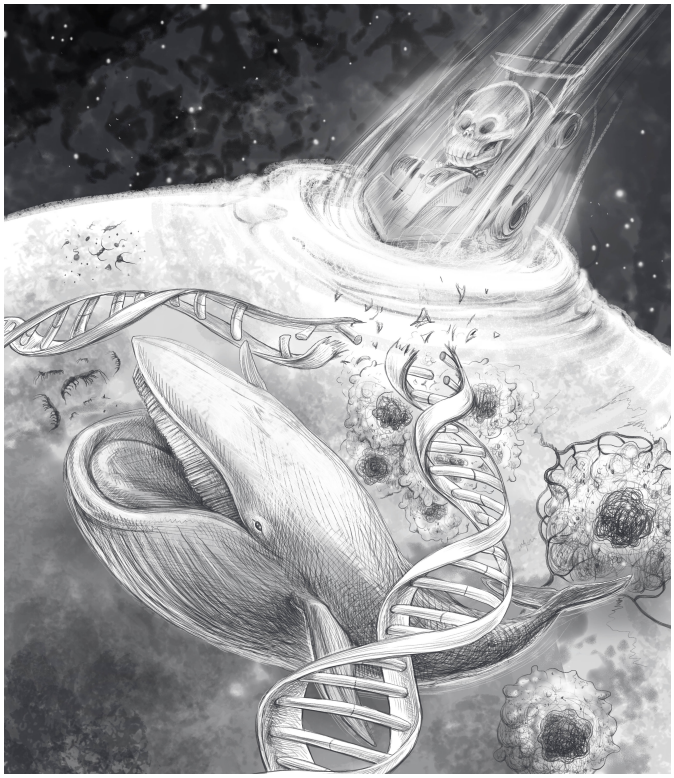
Kiti, raki in obstoj človeštva

29. 10. 2026

Number: 25/2026

Author:

- Zarja Muršič



Ilustracija: Milanka Fabjančič

© Milanka Fabjančič in ZRC SAZU, 2026. Vse pravice pridržane. Brez predhodnega pisnega dovoljenja imetnika avtorskih pravic ni dovoljeno reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba ilustracije v kakršnemkoli obsegu ali postopku.

Pred tremi leti, ko je človek, ki bi bil danes moj tast, zaradi dolgotrajne bolezni počasi umiral, se je pozno spomladi spraševal, ali bo dočakal konec sezone formule 1 in izvedel, kdo bo postal prvak. Zaradi neozdravljivega raka ni doživel konca sezone; celice v njegovem telesu so se kljub različnim terapijam nenadzorovano delile, dokler ni prišlo do težkega konca. Zadnjih treh tednov njegovega življenja se še vedno živo spominjam. Večkrat se ujamem, ko si predstavljam na videz neskončno razmnoževanje celic v nekem telesu, ki se ustavi šele, ko telo umre.

Nanj se spomnim tudi vsakič, ko se vozim po evropskih avtocestah in zagledam tovornjak katere izmed ekip formule 1. Pravzaprav vedno, ko vidim te velike tovornjake, pomislim na kite. Zdijo se mi kot veliki, človeško ustvarjeni kiti, ki potujejo od ene točke do druge, podobno kot kiti v oceanih, ki lahko preplavajo ogromne razdalje. S tovornim prevozom prevažamo dobrine z enega konca na drugega tudi po morju in tako naše delovanje vse bolj omejuje gibanje mnogih živali, tudi kitov.

Na podoben način kot tovornjaki, ki razvažajo dobrine, ki so za nas pomembne zaradi našega načina življenja, so kiti pomembni za morski ekosistem. Kiti omogočajo kroženje organske snovi v oceanih. Vosati kiti imajo v ustih namesto zob vose. Ti delujejo kot nekakšni zobci glavnika, s katerimi presejejo kril blizu morske površine. Kril so od enega do dveh centimetrov veliki raki, ki izvajajo vertikalne migracije (https://oceanexplorer.noaa.gov/ocean-fact/vertical-migration/) – ponoči se dvignejo k površju, kjer se hranijo s fitoplanktonom, lahko pa živijo tudi v globini do 600 metrov. Lahko si zamislite, koliko takih majhnih rakov je v oceanih, če se z njimi prehranjujejo morski velikani. Ocena je, da jih je več 100 milijonov ton.

Ko se sprašujemo o povezavah med kiti in drugimi organizmi v oceanih, si ne predstavljamo, da nas bo sledenje njihovemu življenju pripeljalo do morebitnih zdravil proti raku. A začnimo s krilom, ki omogoča preživetje nekaterih kitov.

Kroženje snovi v oceanu

Kril ima v sebi ogromno železa, ki ga kiti zaužijejo in potem tudi iztrebijo (https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00356.x) blizu morske površine. Mimogrede: kitji iztrebki so videti kot rdečerjavi morski oblaki. Ti oblaki so

pravzaprav zmes z visoko vsebnostjo železa. Koncentracija tega ključnega elementa je v iztrebkih (https://doi.org/10.1111/j.1467-2979.2010.00356.x) lahko kar desetmilijonkrat večja kot v okoliški morski vodi. Ravno železo iz kitjih iztrebkov potem zaužijejo fitoplanktonski organizmi in te potem zaužije kril. Zobati kiti se v globinah oceanov prehranjujejo z lignji, bogatimi z železom. A ker je tam tlak prevelik, da bi kiti lahko izločali, to počnejo na površini in tja prinesejo tudi železo, ki ga najprej privzame plankton, nato pa kril. Kiti delujejo v oceanu kot nekakšne reciklirnice železa in nekaterih nujnih hranil za mnoge morske organizme. To imenujemo tudi »kitja črpalka«.

Za kroženje hranil v oceanu je pomemben tudi urin kitov. Tako na primer vosati kiti (https://doi.org/10.1038/s41467-025-56123-2) , ki se v času razmnoževanja selijo daleč proti jugu, večino energijskih zalog pridobivajo v hladnejših oceanih na severu. Te energijske zaloge potem uporabijo na svoji nadaljnji poti in končnem cilju v tropskih in subtropskih vodah. Z urinom izločajo tudi dušik in tako obogatijo s hranili revnejša okolja. Nekatere raziskave vse to opisujejo kot »kitji tekoči trak« v oceanih.

Dušik, ki ga prinaša urin, je ključen za obstoj mnogih vodnih organizmov. Te organizme med drugim lovijo tudi morske ptice (https://doi.org/10.1073/pnas.1502549112) , kot so na primer galebi (https://doi.org/10.3389/fmars.2021.720277) , ki morske organizme in njihove ostanke v svojih iztrebkih prenašajo tudi na kopno in tako delno pripomorejo k uspevanju kopenskih rastlin. Analize morskih ptic (https://doi.org/10.3354/meps10923) kažejo, da imajo te v primerjavi s kopenskimi pticami v sebi veliko večjo količino železa in drugih hranil, ki jih pridobivajo iz morja. Kiti so tako eden izmed ključnih organizmov za kroženje snovi v morskem ekosistemu.

Pot železa v oceanih je torej krožna – plankton, kril, kiti, plankton, kril, kiti … Potem pridejo še druge živali, ki zapletejo to sliko in jo povežejo tudi s kopnim. Tudi ko mogočni kiti umrejo in njihovo telo potone v globine oceana, je ta organski ostanek kita hrana za globokomorske organizme. Ravno na kitjih ostankih se hrani mnogo globokomorskih organizmov (https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010213-135144) . V to verigo je vključenih veliko vrst, zato je jasno, da moramo zaščititi celotne združbe organizmov in pozornosti ne usmerjati zgolj na posamezne vrste, ki nas navdušujejo in očarajo.

Mnoge vrste kitov (opisanih in prepoznanih je 94 vrst) so bile že povsem na robu izumrtja, predvsem zaradi prekomernega kitolova. Med letoma 1900 in 1999 so polovili (https://spo.nmfs.noaa.gov/sites/default/files/pdf-content/MFR/mfr764/mfr7643.pdf) skoraj tri milijone kitov, kar je po nekaterih ocenah (https://doi.org/10.1126/science.1084524) predstavljalo od dobre polovice do slabo tretjino vseh kitov v tem obdobju. Na podlagi genetskih analiz so ocenili, da naj bi bile populacije vosatih kitov v času pred množičnim kitolovom vsaj štirikrat večje kot v začetku 21. stoletja. Sedaj ob zaščiti (https://doi.org/10.1890/130220) počasi raste velikost populacij mnogih vrst, a se soočajo z novimi, nepredvidljivimi in nevidnimi nevarnostmi. V oceanih se živali bolj kot na svetlobo in vid zanašajo na zvok in sluh. Klici nekaterih kitov lahko v naravnem okolju potujejo tudi tisoč kilometrov daleč. S klici ohranjajo stik z drugimi kiti, ta prostor pa smo ljudje zapolnili z zvokom ladijskih motorjev. Hrup, ki ga proizvajajo tovorne ladje, se prekriva z zvočnimi frekvencami oglašanja vosatih kitov. Zaradi zvočnega onesnaženja oceanov se komunikacijski prostor kitov vse bolj krči. Po nekaterih ocenah lahko kiti danes komunicirajo le še na desetini razdalje, ki so jo lahko dosegali pred industrijsko dobo.

Kako močno hrup vpliva na njihovo fizično stanje, so odkrili po naključju. Ob dogodkih z 11. septembra 2001 je raziskovalna skupina v Kanadi (https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2429) v zalivu Fundy spremljala kite in njihove iztrebke. Po tem dogodku je bilo nekaj tednov v morju veliko manj ladijskega prometa kot pred njim. Ugotovili so, da je raven stresnih hormonov pri kitih v času tišjega morja upadla. Naš hrup jim torej povzroča stres in verjetno vpliva tudi na njihov imunski sistem in razmnoževanje. Na kopnem ljudje preprečujemo gibanje živali z ograjami na državnih mejah, v morju pa jih omejujemo s hrupom, ki ga povzročamo. Če jih ne bomo zaščitili, bomo v oceanih izgubili mnogo življenja, kar bomo občutili tudi na kopnem.

Velike živali in rak

Kite preučujemo na najrazličnejše načine. Razvozlati skušamo njihovo komunikacijo; spremljamo njihovo učinkovito gibanje po vodi (https://doi.org/10.1002/jmor.1052250105) in se trudimo v morskih plovilih oponašati njihove plavuti; raziskujemo, zakaj lahko nekatere vrste živijo več kot 200 let. Razpon življenjske dobe kitov je sicer do 30 do več kot 200 let. Mimogrede, pri grenlandskih kitih (Balaena mysticetus) so dejstvo, da lahko živijo dlje kot 200 let, ugotovili s tem, ko so v telesih kitov odkrili delce orodij za lov (https://doi.org/10.1007/s00300-008-0407-2) iz kamnov in slonovine, ki so jih med letoma 1879 in 1885 uporabljali Inuiti. Že raziskave (https://doi.org/10.1139/z99-015) pred tem so na podlagi analize očesnih leč kazale na visoko starost. Beljakovine v lečah se namreč po rojstvu ne obnavljajo, ampak se le počasi kemično spreminjajo, kar je raziskovalni skupini omogočilo oceno, da nekateri kiti presegajo starost dveh stoletij. Prav tu, v njihovi dolgoživosti, odkrivamo tudi morebitna zdravila za raka.

Rak je genska bolezen. Celice se v našem telesu vsak dan delijo, a včasih pride do napak in se začnejo deliti nenadzorovano. Pričakovali bi, da večja kot je žival in dlje ko živi, več ima celic, kar pomeni tudi večje število celičnih delitev in s tem več priložnosti za napake. Ker je celic več in imajo te celice na voljo več časa za kopičenje mutacij, bi to teoretično moralo pomeniti večjo verjetnost raka. Petov paradoks (https://doi.org/10.1038/s41586-021-04224-5) pravi, da med vrstami ni povezave med pojavnostjo raka in velikostjo telesa. Kiti so na primer ogromni organizmi, a se zdi, da so odporni proti nenadzorovani delitvi celic. Grenlandski kiti, veliki od 14 do 20 metrov, izjemno redko zbolijo za rakom. Raziskovalna skupina je odkrila (https://doi.org/10.1038/s41586-025-09694-5) , da imajo ti kiti posebno izboljšan in izjemno hiter sistem za popravilo poškodb DNK-ja.

Do poškodb DNK-ja prihaja ves čas. Na nekatere celice vplivajo okolje in metabolni procesi, pri drugih prihaja do napak pri deljenju celic in podvajanju DNK-ja. Posebna vrsta napake je, ko pride do dvojnega loma molekul DNK. To pomeni, da se obe verigi DNK-ja pretrgata. Vsakič, ko se celica deli, naj bi prišlo do okoli 10 tovrstnih napak (https://doi.org/10.1016/s0968-0004(99)01413-9) . V človeškem telesu naj bi se na dan zamenjalo kar 330 milijard celic. Večina teh celic so krvne celice. Vse celice imajo popravljalne mehanizme. Če pomislimo, koliko tovrstnih delitev se zgodi na dan, so tudi človeški popravljalni mehanizmi izjemni, a tisti pri grenlandskih kitih so še boljši.

Pri kitih so odkrili in opisali popravljalni protein, ki je pri njih drugačen kot pri drugih sesalcih. Tudi ljudje imamo podoben protein, a je malo drugačen in naredi več napak. Protein pri kitih bistveno poveča odzivanje na popravilo poškodb, zlasti pri dvojnih lomih DNK-ja, ko se torej obe verigi DNK-ja pretrgata. Očitno ta izboljšana različica z izjemno učinkovitostjo zagotavlja, da se DNK hitro in skoraj brez napak popravlja, s čimer preprečuje nastajanje rakavih celic. To odkritje16 bomo morda lahko v prihodnosti uporabili za zdravljenje raka pri ljudeh. Ugotovitev, kako točno in zakaj je kitova različica proteina tako učinkovita, bi lahko pomagala pri razvoju novih, bolj ciljno usmerjenih terapij za ljudi. V raziskavi so sicer izvedli nekaj uspešnih preizkusov na človeških celicah, a smo še daleč od uporabe kitjih proteinov pri zdravljenju raka. Takšna naključna odkritja so lahko izjemno uporabna.

Izumiranje in preživetje

O nas, ljudeh, in našem delovanju že dolgo razmišljam kot o asteroidu, ki naj bi vodil v zaporedje dogodkov, zaradi katerih so izumrli dinozavri. Še do nedavnega so mislili (https://doi.org/10.1073/pnas.1521478113) , da so bili dinozavri v upadu že pred padcem asteroida, a v resnici naj bi jim šlo dobro (https://doi.org/10.1126/science.adw3282) . Na različnih koncih sveta so v zadnjih letih odkrili ostanke dinozavrov, ki so hodili po Zemlji le nekaj tisoč let pred trkom usodnega asteroida. Po svetu so se v tistem daljšem obdobju pojavljale nove in nove različice zelo podobnih vrst. Potem se je dobesedno v nekaj urah vse spremenilo. Dinozavri so izumrli zaradi padca asteroida, o čemer sklepamo tudi zaradi plasti iridija (https://doi.org/10.1126/science.208.4448.1095) . To je element, ki je na Zemlji redek, v vesolju pa pogost. Sedaj ga najdemo v geoloških ostankih povsod po Zemlji in določa mejo pred in po izumrtju večine dinozavrov, razmejitev med kredo in terciarjem. Njihovo izumrtje se povezuje tudi s sočasnim povečanjem vulkanskega delovanja (https://doi.org/10.1126/science.aav1446) . Ko je padel asteroid, se nekaj let verjetno ni videlo sonca, stekleni delci, drobni ostanki asteroida, so padali z neba, hrane za ogromne organizme ni bilo več. Najprej so izginili rastlinojedi, potem mesojedi plenilski dinozavri, ker zanje ni bilo več hrane. Ohranili so se le mali sesalci in ptiči, ki so pravzaprav edini še živeči potomci dinozavrov.

Upad dinozavrov je bil izjemno hiter, medtem ko je upad živali in rastlinja v zadnjih tisočletjih počasnejši. Zanj smo večinoma odgovorni ljudje. Morda smo planetu podobno nevarni kot asteroid, ki ga je načel v času dinozavrov, a se obnašamo bolj kot rak tega planeta. Ljudje smo vrsta, ki se zaveda, kaj počne in ki lahko tudi kaj spremeni. Pri tem nimam v mislih, da je poglavitna težava planeta danes nebrzdana rast naše populacije, temveč je problem predvsem v našem odnosu do narave in čezmernem izkoriščanju ter nepravični in neenakomerni porazdelitvi virov na omejenem planetu. Na Zemlji smo bili priča že vsaj petim velikim izumrtjem, če ta dogodek razumemo kot hitro izginjanje vrst v nekem časovnem obdobju, ki se kaže v fosilnih ostankih. V nekih geoloških plasteh lahko zasledimo veliko vrstno raznolikost, medtem ko lahko v drugih vidimo opustošenje in manjše število različnih vrst v nekem okolju.

Na Zemlji nekaj vrst ves čas izumira. Ena vrsta sesalcev naj bi v pričakovanem naravnem procesu izumrla na vsakih 80 do 100 let. Na podlagi opazovanj (https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253) je trenutna hitrost izumiranja vrst veliko nad pričakovano. Izgubljamo kar po eno vrsto na leto. Ali se potemtakem približujemo množičnemu izumrtju, podobnemu katastrofi iz časa dinozavrov?

Za množično izumrtje na planetu veljajo razmere, ko izumre vsaj tri četrtine vseh vrst v krajšem časovnem obdobju, ki pa lahko v geološkem smislu traja tudi cela dva milijona let. Z našim delovanjem v zadnjih nekaj stoletjih bi namreč to lahko dosegli v zgolj nekaj tisoč letih. V zadnjih 500 letih je izumrl en odstotek vseh vrst, ki so obstajale pred moderno dobo. Po besedah Hannah Ritchie v knjigi *Not the End of the World* (https://www.hachettebookgroup.com/titles/hannah-ritchie/not-the-end-of-the-world/9780316536752/?lens=little-brown-spark) : če bi izumiranje še naprej potekalo z enakim tempom kot v zadnjih nekaj stoletjih, bi po nekaterih napovedih tri četrtine vrst izumrlo v 37.500 letih. A biti moramo previdni, ko na tak način napovedujemo izumiranje vrst. Nekatere raziskave (https://doi.org/10.1098/rspb.2025.1717) kažejo, da naj bi se raven izumiranja v zadnjih stoletjih začela zaustavljati. Izumrtje tako velikega dela vrst vendarle ni neizogibno – lahko jih zaščitimo.

Zakaj varujemo naravo

V dokumentarcu *Glive: Mreža življenja* (https://www.imdb.com/title/tt19268354/) britanski mikolog in raziskovalec gliv Merlin Sheldrake primerja izgubo vrst v kraljestvu gliv z izgubo in požarom oziroma uničenjem kraljeve knjižnice v Aleksandriji. Takrat se je izgubilo ogromno znanja, modrosti in vedenja o starem svetu. Na podoben način se lahko tudi danes dogaja, da z izsekavanjem gozdov in uničevanjem naravnih habitatov sproti izgubljamo potencialno znanje iz zakladnice življenja. Požigamo naravno knjižnico različnih načinov življenja pri različnih vrstah, s tem pa izgubljamo tudi možne odgovore na vprašanje, kako preživeti v raznolikih okoljih. Ne vemo, kateri deli te knjižnice bodo v prihodnosti ključni za različne ekosisteme in za nas ljudi na Zemlji. Tudi pri soočanju z vedno več odpadne plastike, odpornostjo bakterij na antibiotike in nevarnostjo še bolj divjega razmnoževanja celic v naših lastnih telesih.

Po nekaterih napovedih (https://www.dpor.si/drzavni-program/dpor-2022-2026/) naj bi med leta 2020 rojenimi vsak drugi moški in vsaka tretja ženska v Sloveniji do svojega 75. leta starosti zbolela za rakom. Predstavljajte si, da bi grenlandski kiti že izumrli. Nikoli ne bi mogli upati na odkritje morebitnega zdravila proti raku ali vsaj proti nekaterim njegovim vrstam. Za zdaj še ne vemo, ali se bo to sploh izkazalo za uspešno ali ne; če kitov ne bi bilo več, ne bi prišli niti do tega upanja. A ne gre samo za nas: če kitov ne bi bilo več, bi izginila tudi raznovrstnost v oceanih. In izginila bi tudi na kopnem.

Vem, koliko je pokojnemu očetu moje žene pomenila formula 1. Meni brez spomina nanj ne pomeni nič. Ogromno pa mi pomeni narava s svojo raznovrstnostjo. Nad njo se navdušujem in se čudim travam, visokim, kot sem sama; čudim se ptičjemu petju in nenavadnim načinom vedenja drugih živali. Ameriška botaničarka Robin Wall Kimmerer je to navdušenje nad naravo zelo poetično opisala (https://www.mos.org/video/robin-wall-kimmerer-what-nature-teaches-us-about-giving-back) v naslednjem vprašanju: kako naj bi se zaljubili v svet, v katerem ne obiramo več različnega jagodičevja? Upam, da ga bomo znali ohraniti.

Želim si, da ne bi varovali in ščitili narave le zato, ker lahko v njej najdemo zdravila za nas, ampak zato, ker naša vrsta za svoj obstoj potrebuje ta planet in se tega tudi zaveda. Druge vrste in življenjski pogoji v vsej naravni raznolikosti, ki nas obdaja, omogočajo človeštvu preživetje zadnjih nekaj tisoč let in več. Če naravnih ravnovesij ne bomo ohranjali, planeta, kot ga poznamo, ne bo več in tudi nas na njem ne bo več. Zato moramo resno jemati naravo in druge vrste tudi zaradi njih samih, ker obstajajo z nami in ker živimo z njimi v skupnem prostoru na tem planetu.

* Besedilo je prvotno izšlo v tiskani tematski številki // Preživetje človeštva, ki jo lahko naročite tule (https://knjigarna.zrc-sazu.si/sl/publikacije/alternator-2026) , naprodaj pa je tudi v knjigarni Azil (https://maps.app.goo.gl/kmCnd1G1fuWnLZV76) v Ljubljani in knjigarni Maks (https://maps.app.goo.gl/wNHriAa3xtCgpSFq5) v Novi Gorici.

https://www.alternator.science/en/long/kiti-raki-in-obstoj-clovestva/