



KAKO INTRODUKOVANE KIŠNE GLISTE MENJAJU EKOSISTEM

Malte Jochum ^{1,2*}, **Nico Eisenhauer** ^{1,2}

¹ Nemački centar za integrativna istraživanja biodiverziteta (iDiv) Hale-Jena-Lajpcig, Lajpcig, Nemačka

² Institut za biologiju, Univerzitet u Lajpcigu, Lajpcig, Nemačka

MLADI RECENZENTI:



LILU

STAROST: 10



MICHELLE

STAROST: 16

Svi znamo kišne gliste kao važne prijatelje u našoj bašti: one pomažu biljkama da bolje rastu obezbeđujući hranljive materije, vodu i vazduh u zemljištu. Međutim, u nekim slučajevima, kišne gliste imaju više negativnih efekata. To je zato što drugi organizmi moraju da se naviknu na aktivnosti kišnih glista da bi imali korist od njihovog prisustva. Neki regioni u svetu su se razvijali bez kišnih glista više hiljada godina. Na primer, u severnom delu Severne Amerike, kišne gliste su bile odsutne više od 10.000 godina, uvedene su tek u poslednjih 400 godina. U mnogim slučajevima, uvedene kišne gliste pronalaze savršeno okruženje, jer nijedan drugi organizam nije bio u mogućnosti da iskoristi resurse koje kišne gliste koriste. Kao inženjeri ekosistema, kišne gliste dramatično menjaju mnoge karakteristike ekosistema. U ovom članku sumiramo poznate posledice invazije kišnih glista, izveštavamo o tome kako ih naučnici istražuju i ističemo preostale nepoznanice koje biste mogli da rešite ako odlučite da postanete ekolog.

FUNKCIJA EKOSISTEMA

Proces koji se odvija u ekosistemu i predstavlja ili je potpomognut aktivnošću organizama. Na primer, razlaganje organskog materijala, kruženje hranljivih materija ili zadržavanje vode.

PERTURBACIJA

Predstavlja poremećaj u ekologiji, obično poremećaj ravnotežnog stanja, ili bilo kog nivoa biološke organizacije (individue, populacije, zajednice, ekosistema).

BIODIVERZITET

Raznolikost života na zemlji, koja se obično meri kao varijabilnost na nivou genetike, vrste ili ekosistema.

INŽENJERI EKOSISTEMA

Organizam koji modifikuje svoju okolinu preraspodelom materijala i energije putem interakcija bez hranjenja sa živim i mrtvim komponentama svog ekosistema.

KOPANJE

Aktivnost kišnih glista u izgradnji hodnika.

ODLIVANJE

Aktivnost formiranja malih gomila izmeta kišnih glista na površini i unutar zemljišta.

MEŠANJE

Aktivnost međusobne preraspodele različitih delova zemljišta i organskog materijala sa površine zemljišta.

INTERAKTIVNI ORGANIZMI POMAŽU EKOSISTEMIMA DA PRUŽAJU USLUGE LJUDIMA

Unutar ekosistema, različite vrste su u interakciji, na primer, u ishrani, pomaganju ili obezbeđivanju staništa jedna drugoj. Svaka vrsta troši svoje resurse i mogu je pojesti druge vrste. Sve one imaju svoje jedinstvene uloge u prirodi. Neke vrste imaju posebno važnu ulogu u ekosistemima jer koriste u ishrani odumrelo lišće ili životinje. Ove vrste recikliraju materijale i vraćaju ih u ekosistem. Drugi organizmi pomažu biljkama da proizvedu cveće i semenje. Svi organizmi učestvuju u **funkcijama ekosistema**, kao što su razlaganje, oprašivanje i mnoge druge. Mi ljudi se oslanjamo na funkcije i usluge koje nam pružaju netaknuti ekosistemi. Međutim, ove usluge zavise od raznolikosti i interakcija prisutnih vrsta. **Perturbacije** ekosistema mogu promeniti njegov biodiverzitet i interakcije vrsta unutar njega. Promena klime (na primer, viša temperatura), izmenjeno korišćenje zemljišta (npr. pretvaranje šuma u poljoprivredna polja) ili invazije vrsta (introdukcija novih vrsta u ekosistem) imaju potencijal da poremete ekosisteme, odnosno promene njihove funkcije i usluge koje pružaju.

INVAZIVNE VRSTE MENJAJU EKOSISTEME

Invazivna vrsta je vrsta koja je unešena u novo okruženje, prilagođava se, povećava svoju brojnost i formira nove interakcije, značajno menjajući napadnuti ekosistem. Invazija vrsta je jedan od najvažnijih uzroka globalne promene biodiverziteta. Napadnuti ekosistemi trpe velike promene kao što su uspostavljanje novih lanaca ishrane zamena prirodnih biljaka sa dominantnim invazivnim biljkama, nestanak prethodno uspostavljenih vrsta ili omogućavanje daljih invazija. Efekti invazije vrsta su najjači ako invazivne vrste izazivaju smrtnost vrsta koje već žive u ekosistemu [1]. Razlike mogu uključivati korišćenje resursa, otpornost na stresore, brzinu rasta ili sposobnost da jedu hranu koju druge vrste ne mogu da svare. Neke invazivne vrste imaju posebno jake efekte jer aktivno menjaju svoju okolinu stvarajući ili modifikujući staništa. Takve vrste se nazivaju **inženjerima ekosistema**. Primeri su dabrovi, koji grade brane i privremeno pretvaraju kopnena staništa u slatkovodna, i kišne gliste koje menjaju zemljište **kopanjem** (izgradnjom hodnika), **odlivanjem** (formiranjem malih gomila njihovog izmeta na i u zemljištu) i **mešanjem** odumrelog biljnog materijala na površini sa zemljištem ispod [2].

KIŠNE GLISTE SU JAKO VAŽNE ZA ZEMLJIŠNE EKOSISTEME — NA DOBAR ILI LOŠ NAČIN

Kišne gliste se prirodno javljaju u većini kopnenih ekosistema širom sveta. One stalno utiču na strukturu zemljišta u kojem žive. Njihovim kopanjem meša se zemljište i poboljšava protok vazduha i vode kroz podzemni svet. One redistriburaju hranjive materije po zemljištu, konzumirajući odumreli organski materijal sa površine zemljišta uvlače ga u zemljište, zatim ga svare, nakon čega odlažu svoj izmet po zemljištu. Ove aktivnosti utiču na druge načine života ispod i iznad zemljišta. Izmenjena dostupnost vazduha, vode i hranljivih materija

menja način života drugim organizmima, na koji način će koristiti svoje resurse, odnosno gde mogu da žive i koliko dobro mogu da rastu i razmnožavaju se. Kroz pomenute aktivnosti, kišne gliste utiču na bakterije, gljive, kolebole, grinje, bube, biljke, pa čak i životinje koje žive iznad površine zemljišta, kao što su lisne vaši. Shodno tome, kišne gliste su veoma važni zemljišni organizmi sa uticajima izvan podzemnog sveta. Ovo je dobro u oblastima u kojima su drugi organizmi navikli da imaju kišne gliste u okolini, ali može postati problematično tamo gde nisu navikli na ove mekane susede.

INVAZIVNE GLISTE SU GLOBALNI PROBLEM

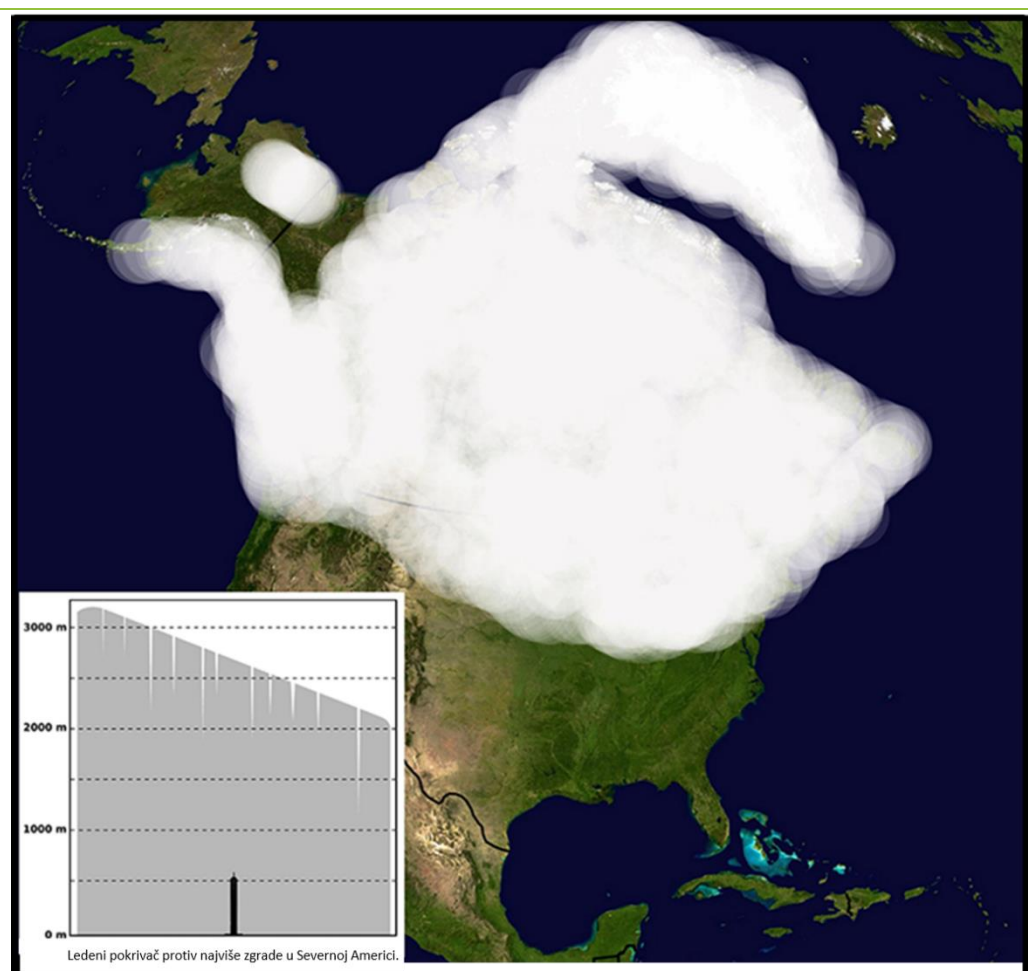
Na mnogim mestima, kišne gliste se smatraju „baštovanovim najboljim prijateljem“. Obično poboljšavaju kvalitet zemljišta u baštama, poljima, livadama i šumama. Drugi organizmi dele ove ekosisteme sa kišnim glistama već dugi vremenski period i navikli su na njihovo prisustvo i aktivnost. U ovim ekosistemima može se naći stotine kišnih glista i čak do desetak vrsta kišnih glista po kvadratnom metru, ali to nije slučaj svuda u svetu. Na nekim mestima prisutan je mali broj kišnih glista, dok u drugim oblastima kišne gliste su potpuno odsutne [3]. U područjima gde su kišne gliste prirodno retke ili ih nema, uvedene vrste kišnih glista mogu postati veliki problem [4]. To je zato što na ovim mestima mikrobne, biljne i životinjske vrste nisu navikle na prisustvo kišnih glista. Autohtone vrste možda neće moći da se nose sa promenama koje kišne gliste prave u pogledu dostupnosti vode, vazduha i hranljivih materija u zemljištu. Važno je proučiti efekte invazije kišnih glista na ekosisteme i predvideti njihov budući uticaj jer je nemoguće ukloniti kišne gliste sa područja u kojima su se naselile bez ubijanja drugih životinja i biljaka.

SEVERNI DEO SEVERNE AMERIKE JE NAPADNUT OD STRANE KIŠNIH GLISTA

Ogromni delovi severnog dela SAD i Kanade bili su prekriveni ogromnim ledenim pokrivačima tokom poslednjeg perioda glacijacije (Slika 1). Pod ovim ledenim pokrivačima kišne gliste nisu mogle da opstanu. Dakle, otkako je led nestao pre oko 12.000 godina, veći deo Severne Amerike je prirodno bio bez kišnih glista. Prirodna reintrodukcija kišnih glista traje dugo, jer se sporo šire u nova staništa (<10 m godišnje).

Slika 1

Približan obim severnoameričkog ledenog štita tokom poslednjeg perioda glečera. Grafikon u donjem levom uglu prikazuje približnu maksimalnu debljinu ledenog pokrivača u poređenju sa najvišom zgradom u Severnoj Americi (546 m, One World Trade Center, Njujork, SAD). Debljina ledenog pokrivača varirala je tokom vremena i prostora tokom glacijacije. Originalni satelitski snimak NASA, sa wikipedia.org



Slika 1

Međutim, kada su evropski doseljenici stigli u Severnu Ameriku, oni su sa sobom slučajno i/ili namerno doneli kišne gliste. Nakon što su unešene, kišne gliste su mnogo zavoele mnoga od ovih područja. U šumama su postojali debeli slojevi još nerazložene organske materije (odumreli ostaci ranije stanovnika zemljišta), što je predstavljalo veliku poslasticu za kišne gliste (Slika 2). U nekim oblastima, kišne gliste su verovatno unete od strane ribolovaca, koji su možda bacili neiskorišćeni mamac u blizini jezera, potoka ili ribarskih koliba. Kao rezultat toga, širenje kišnih glista podpomogli su ljudi koji nisu znali ili ih nije zanimalo kakve će efekte na ekosisteme imati ovi došljaci.

Slika 2

Ilustracija kako invazivne kišne gliste menjaju ekosisteme koji su prethodno bili bez kišnih glista.

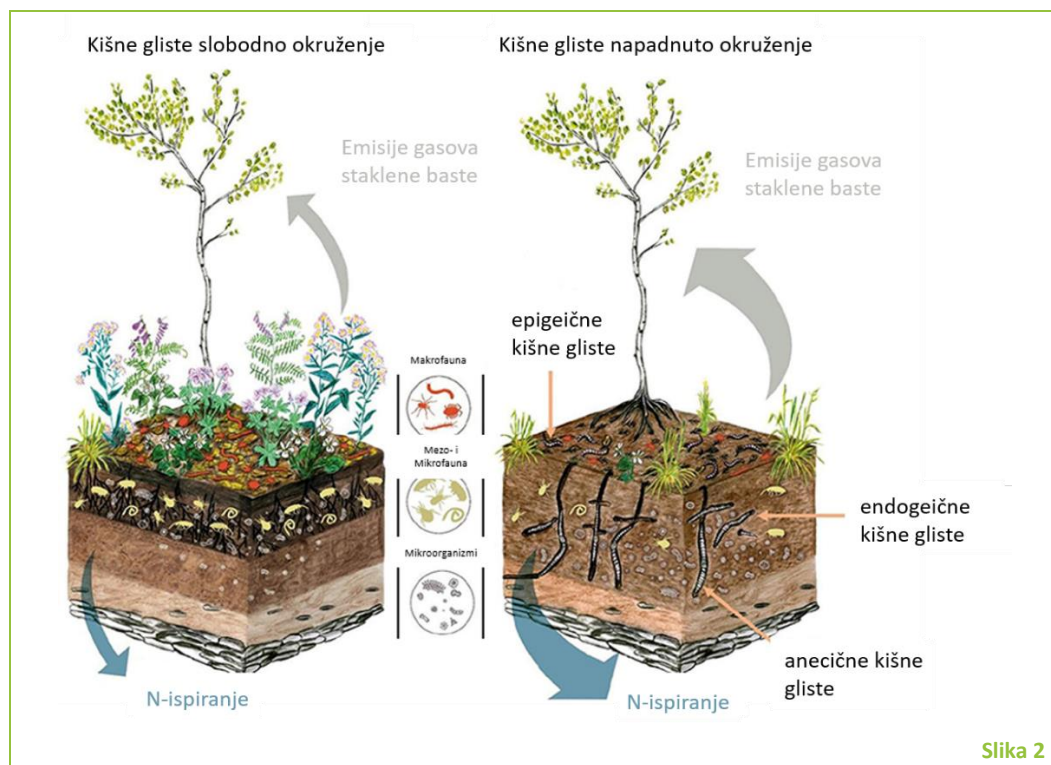
Kopanjem, konzmiranjem odumrelog lišća i mešanjem zemljišta kišne gliste utiču na svojstva zemljišta izazivajući promene u slojevima zemljišta, vegetaciji i zemljišnim organizmima. Ove promene utiču na procese ekosistema, kao što su emisije gasova staklene bašte i gubitak azota (ispiranje N) iz zemljišta. Povećanje nivoa atmosferskih gasova, na primer, ugljen-dioksida ili azot-oksida, predstavlja ekološki problem. Različite funkcionalne grupe životinja u zemljištu, prikazane u crnoj središnjoj kutiji (veličine grupe od velikih do malih: makrofauna—npr. pauci i mokrice; mezofauna - na primer, kolembule i grinje; mikrofauna—npr. nematode i mikroorganizmi—npr. bakterije i neke gljive), na njih utiču tri ekološke grupe kišnih glista (epigeične – žive u stelji od listova i na površini zemljišta, endogeične – formiraju uglavnom horizontalne hodnike u gornjim slojevima zemljišta, a anecične – formiraju duboke, vertikalne hodnike; vidi desnu tablu). Koje promene možete uočiti? Prvobitno objavljeno Ferlian i sar. [5], reprodukovano uz dozvolu originalnog izdavača.

FIZIČKA SVOJSTVA ZEMLJIŠTA

Osobine zemljišta u vezi sa materijom, energijom ili silom. Na primer, sadržaj vode ili vazduha.

HEMIJSKA SVOJSTVA ZEMLJIŠTA

Osobine zemljišta koje se odnose na elemente i jedinjenja atoma, molekule i jone. Na primer, dostupnost različitih hranljivih materija i elemenata, ili kiselost.



Slika 2

ISTRAŽIVAČI ISTRAŽUJU KAKO KIŠNE GLISTE MENJAJU EKOSISTEM

Decenijama naučnici su istraživali invazije kišnih glista, koristeći tri različita pristupa: Prvo, u studijama posmatranja na terenu, istraživači upoređuju nenapadnute sa sličnim, već napadnutim ekosistemima. Drugo, u terenskim eksperimentima, istraživači upoređuju male oblasti bez kišnih glista sa područjima u blizini gde eksperimentalno unose kišne gliste. Alternativno, oni prvo mere svojstva ekosistema, zatim unose kišne gliste i ponovo mere ista svojstva. Drugi pristup je da se mali delovi zemljišta i biljaka drže u laboratorijama pod kontrolisanim uslovima, sa svetlom, vodom i temperaturom koju kontrolišu istraživači. U određene delove zemljišta se unose kišne gliste, a u druge ne, tako da se mogu direktno uporediti. U svim ovim pristupima, istraživači mogu da procene načine na koje kišne gliste menjaju ekosisteme, kao i način na koji kišne gliste menjaju **fizička, hemijska i biološka svojstva** zemljišta i različite funkcije ekosistema. Svi ovi različiti pristupi i merenja pomažu nam da bolje razumemo kako invazivne kišne gliste menjaju svoj novi dom.

ŠTA VEĆ ZNAMO?

Već znamo dosta o tome kako kišne gliste menjaju hemijska i fizička svojstva zemljišta. Kišne gliste formiraju zemljišta koja su toplija, suvlja i manje kiseli, i menjaju dostupnost dva veoma važna hemijska elementa u zemljištu, azota i ugljenika. Pored toga, invazija kišnih glista često smanjuje broj drugih zemljišnih organizama i broj različitih životinjskih i biljnih vrsta (Slike 2, 3).

Slika 3

Ekstremni primer potencijalnih posledica invazije kišnih glista u šumi javora u Minesoti, SAD. Gornja slika prikazuje nenapadnutu šumsku oblast, donja slika prikazuje šumsko područje koje su napale evropske kišne gliste. Foto: Ulrich Prušicki (gore) i Olga Ferlijan (dole), izmenjeno nakon [6].

BIOLOŠKA SVOJSTVA ZEMLIŠTA

Osobine zemljišta koje se odnose na živa bića. Na primer, broj prisutnih vrsta, njihova biomasa ili interakcije.



Slika 3

Međutim, nisu svi organizmi negativno pogođeni. Na primer, brojnost oribatidnih (oklopnih) grinja i kolembola se često smanjuju, ali se brojnost prostigmatidnih grinja povećava tamo gde su kišne gliste napale ekosisteme. Takođe, neke vrste lokalno nestaju, ali druge vrste, posebno one koje su navikle na prisustvo kišnih glista, mogu slediti njihov primer i postati invazivne. Invazija kišnih glista može izazvati niz ekosistemskih posledica koje su relevantne i za ljude, kao što su izmenjen kvalitet vode i verovatnoća šumskih požara [6]. Znamo da invazivne kišne gliste smanjuju broj biljnih vrsta, ali povećavaju značaj biljaka sličnih travi i broj alohtonih biljaka. Kišne gliste utiču i na velike životinje, kao što su daždvenjaci i ptice koje se gnezde na površini zemljišta. Dok neki daždvenjaci mogu da koriste jazbine kišnih glista da bi se sakrili i hranili glistama, gnezda ptica koje se gnezde na zemljištu mogu biti uništena tako što kišne gliste zakopaju lišće, koje je primarni materijal za izgradnju gnezda.

NASTAVLJA SE ISTRAŽIVANJE INVAZIJE KIŠNIH GLISTA...

Potrebno je vreme da se prouče odgovori ekosistema na perturbacije — studije često moraju da traju mnogo godina. Zbog toga, uprkos decenijama istraživanja o efektima invazivnih kišnih glista na njihove nove domove, još uvek ima mnogo toga što ne znamo [7]. Više o tome znamo kako invazija kišnih glista utiče na fizičku strukturu, druge organizme i funkcije ekosistema ispod zemljišta nego iznad. Takođe, ne znamo mnogo o tome kako invazija kišnih glista menja način interakcije nadzemnih i podzemnih sistema, ili kako energija teče kroz lance

ishrane organizama. Iako znamo kako invazija kišnih glista menja biljnu zajednicu u celini, ne znamo mnogo o tome kako ona utiče na karakteristike pojedinačnih delova biljaka, kao što je veličina njihovih listova, što je veoma važno za život i funkciju biljaka (npr. fotosinteza). Većina našeg znanja zasnovana je na opservacionim studijama i laboratorijskim eksperimentima, jer su terenski eksperimenti često teški za izvođenje i zahtevaju posebnu pažnju kako bi se osiguralo da kišne gliste ne mogu da pobegnu i napadnu područja koja nisu bila napadnuta. Konačno, verovatno znate da se klima naše planete brzo menja. Više temperature i promenljivi intenzitet kiše mogu da utiču na invazije kišnih glista. Stoga, važno je proučiti šta se dešava kada organizmi u ekosistemu moraju istovremeno da se nose sa kombinacijom viših temperatura, promenljivim obrascima padavina i njihovim novim mehanizmima susedima. Radoznali mladi umovi poput vas mogu pomoći u odgovoru na ova pitanja i dalje razotkriti tajne detalje života ispod zemljišta, posebno kao odgovor na invazije vrsta i njihov uticaj na ekosisteme naše planete koja se stalno menja.

ZAHVALNICE

Zahvalni smo na konstruktivnim komentarima dva para naučnih mentora-mladi recenzent i pomoćnog urednika Nathana M. Gooda koji su značajno poboljšali naš rukopis. Priznajemo finansiranje od strane Evropskog istraživačkog saveta u okviru programa Evropske unije za istraživanje i inovacije Horizont 2020 (grant broj 677232 Niko Ajzenhaueru) i Nemačkog centra za integrativno istraživanje biodiverziteta Hale-Jena-Lajpcig, koji finansira Nemačka istraživačka fondacija (FZT 118).

REFERENCE

1. Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Callaway, R. M., and Van der Putten, W. H. 2011. Terrestrial ecosystem responses to species gains and losses. *Science* 332:1273–7. doi: 10.1126/science.1197479
2. Eisenhauer, N., and Eisenhauer, E. 2020. The “intestines of the soil”: the taxonomic and functional diversity of earthworms—a review for young ecologists. *EcoEvoRxiv*. doi: 10.32942/osf.io/tfm5y
3. Phillips, H. R. P., Guerra, C. A., Bartz, M. L. C., Briones, M. J. I., Brown, G., Crowther, T. W., et al. 2019. Global distribution of earthworm diversity. *Science* 366:480–5. doi: 10.1101/587394
4. Hendrix, P. F., Callahan, M. A. Jr., Drake, J. M., Huang, C. Y., James, S. W., Snyder, B. A., et al. 2008. Pandora’s box contained bait: the global problem of introduced earthworms. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 39:593–613. doi: 10.1146/annurev.ecolsys.39.110707.173426
5. Ferlian, O., Eisenhauer, N., Aguirrebengoa, M., Camara, M., Ramirez-Rojas, I., Santos, F., et al. 2018. Invasive earthworms erode soil biodiversity: a meta-analysis. *J. Anim. Ecol.* 87:162–72. doi: 10.1111/1365-2656.12746
6. Frelich, L. E., Blossey, B., Cameron, E. K., Dávalos, A., Eisenhauer, N., Fahey, T., et al. 2019. Side-swiped: ecological cascades emanating from

earthworm invasions. *Front. Ecol. Environ.* 17:502–10. doi: 10.1002/fee.2099

- Eisenhauer, N., Ferlian, O., Craven, D., Hines, J., and Jochum, M. 2019. Ecosystem responses to exotic earthworm invasion in northern North American forests. *Res. Ideas Outcomes* 5:e34564. doi: 10.3897/rio.5.e34564

FUSNOTE

- Plaidough video sa Maxwell Helmberger (Englisch): https://www.youtube.com/watch?v=3a7IFGOYL7s&list=PLB9tSz89_6_qBS8RRF0h5YzhyC31KJHoc&index=5
- MinuteEarth Video: <https://www.youtube.com/watch?v=icGV8bJRkkg>
- EcoWorm: https://www.youtube.com/watch?v=Au_-VYDUhAw&list=PLJFvA_Py3UkyUbNO48W7bY2KoVuSYllec&index=10&t=0s

UREDNIK: Nathan M. Good, Univerzitet Kalifornije, Berkli, Sjedinjene Države

CITAT: Jochum M and Eisenhauer N (2020) How Introduced Earthworms Alter Ecosystems. *Front. Young Minds* 8:534345. doi: 10.3389/frym.2020.534345

SUKOB INTERESA: Autori izjavljaju da je istraživanje sprovedeno u odsustvo bilo kakvih komercijalnih ili finansijskih odnosa koji bi se mogli protumačiti kao potencijalni sukob interesa.

AUTORSKA PRAVA © 2020 Jochum and Eisenhauer. Ovo je članak otvorenog pristupa distribuiran pod uslovima licence Creative Commons Attribution License (CC BY). Upotreba, distribucija ili reprodukcija na drugim forumima je dozvoljena, pod uslovom originalni autor (i) i vlasnik (i) autorskih prava su navedeni i da je original citira se publikacija u ovom časopisu, u skladu sa prihvaćenom akademskom praksom. Nije dozvoljena nikakva upotreba, distribucija ili reprodukcija koja nije u skladu sa ovim uslovi.

MLADI RECENZENTI

LILU, STAROST: 10

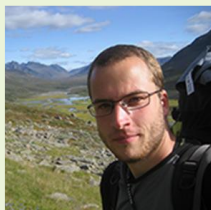
Volim polarne medvede i borim se protiv klimatskih promena da ih spasem! I ja volim morske prasiće.

MICHELLE, STAROST: 16

Ja sam Špankinja koja želi da postane pilot. U školi su mi omiljeni predmeti biologija i matematika. Moji hobiji su vazduhoplovstvo i igranje tenisa.



AUTORI



MALTE JOCHUM

Malte je studirao biologiju jer je kao tinejdžer napravio malo jezerce u bašti svojih roditelja i shvatio da ga ova tema nikada neće prestati oduševljavati. Kao ekolog zajednice, veoma je zainteresovan za to kako ljudske aktivnosti utiču na biljne i životinjske zajednice i njihovo funkcionisanje. Njegov rad se fokusirao na vodene i kopnene ekosisteme širom umerenih i tropskih područja i uglavnom uključuje makrobeskičmenjaci. Kada nije na poslu, voli da istražuje prirodu sa svoje dve ćerke, da se bavi planinarenjem, biciklizmom ili vožnjom kanua, a nedavno je otkrio interesovanje za početnički triatlon. *malte.jochum@idiv.de



NICO EISENHAUER

Nico je od ranog detinjstva zainteresovan za prirodu. Hvatao je kišne gliste, žabe i ribu i pomagao gušterima da prežive zimske mesece. Oduvek je bio fasciniran lepotom prirode i vođen pitanjem zašto se određena biljna ili životinjska vrsta pojavljuje na jednom mestu, a ne na drugom. Proučavajući biologiju, otkrio je svoje interesovanje za distribuciju biološke raznovrsnosti, posebno u zemljištu, i kako ona utiče na funkcionisanje ekosistema. Kada nije na poslu, Niko voli fudbal, bagminton, trčanje i da provodi vreme sa svojom porodicom i prijateljima.

PREVODILAC

FILIP POPOVIĆ

Prirodno-matematički fakultet, Institut za biologiju i ekologiju, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac, Srbija

Doktorand sam na Prirodno-matematičkom fakultetu, Institutu za biologiju i ekologiju Univerziteta u Kragujevcu, Srbija. Istražujem zemljišne beskičmenjake na Balkanskom poluostrvu, obrađujući posebnu pažnju na kišne gliste. Najviše me zanima taksonomija i biogeografija kišnih glista Balkana. Pored ljubavi prema prirodi, volim i sport, posebno košarku.