The Clean Paper

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Rudarstvo ne krči le prostora za rudnik — skrita izguba gozda okoli pridobivanja rudnin

Raziskava v reviji Nature o 16.627 skupinah rudnikov v podsaharski Afriki ugotavlja, da je rudarstvo v gostih gozdovih med letoma 2001 in 2020 neposredno povzročilo približno 187.000 hektarov krčenja gozdov, vendar je večji del zgodbe zunaj samih rudnikov. V primerjavi z območji brez rudarjenja je bilo deset let po odprtju rudnika kumulativno krčenje v pasu do 1 km za 8 točk višje na lestvici od 0 do 100, učinki pa so bili zaznavni do 20 km. V povprečju je bil vsak hektar gozda, neposredno odstranjen zaradi rudnika, v petih letih povezan z dodatnimi 33,9 hektara izgube gozda zunaj rudniškega območja. To ne pomeni, da je energetski prehod slab. Pomeni, da imajo mineralne dobavne verige geografijo in da so njihovi gozdni stroški pogosto večji od samega izkopa.

Written by Laura Nesso · Cross-checked by Lucio Vaglio · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Mining triggers extensive additional deforestation in sub-Saharan Africa*, Oscar Morton, Christopher G. Bousfield, Prince Dégny Valé, Ieuan Lamb, Victor Maus, Robert G. Bryant, and David P. Edwards, Nature (2026) · DOI: 10.1038/s41586-026-10551-2

Odtis rudnika ni le luknja v gozdu

Rudnik ima očitno obliko. Kop, jalovišče, nasip odpadnega materiala, cesta, zarezana v gozd. To so sledovi, ki jih satelit vidi in okoli katerih lahko regulator nariše mejo.

Toda pridobivanje rudnin spremeni tudi pokrajino okoli sebe. Pridejo ljudje. Ceste olajšajo dostop v gozd. Naselja rastejo. Kmetijska zemljišča se širijo. Rudnik ni le brazgotina na zemljevidu; lahko postane novo težišče prostora.

Članek v reviji *Nature* to razliko kvantificira za podsaharsko Afriko. Avtorji ocenijo neposredno krčenje gostega gozda zaradi rudarjenja med letoma 2001 in 2020, nato pa vprašajo, koliko dodatne izgube gozda se pojavi okoli rudnikov v primerjavi s podobnimi kraji, kjer rudarjenja še ni bilo. Njihov sklep je preprost in neprijeten: neposredni odtis rudnika je le vidni del.

Naravnobarvna slika Landsat prikazuje obsežne in obrtniške sledi pridobivanja zlata v ganskem pasu Ashanti. Raziskava, o kateri govorimo, sprašuje, kako daleč se izguba gozda, povezana z rudarjenjem, razteza onkraj samega rudniškega območja.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

To je pomemben rezultat za razprave o podnebju in biotski raznovrstnosti, ker hkrati drži v mislih dve dejstvi. Sodobna infrastruktura in energetski prehod potrebujeta minerale. Toda minerali ne pridejo od nikoder. Pošteno vprašanje ni, ali je rudarstvo v sloganu »dobro« ali »slabo«. Vprašanje je, ali merimo njegov celoten vpliv na gozd.

Kaj so naredili avtorji

Raziskava združuje podatke o gozdovih in rabi zemljišč na ravni celine z zasnovo za vzročno sklepanje. Avtorji so kartirali **16.627 skupin rudnikov** na gozdnatih območjih podsaharske Afrike med letoma 2001 in 2020. Ločili so dve vrsti izgube gozda.

Prva je **neposredno krčenje gozda zaradi rudarjenja**: odstranitev gozda znotraj odtisa rudnika, vključno s kopi, jalovišči, nasipi odpadnega materiala, jaški in drugimi elementi, neposredno povezanimi z rudarskimi dejavnostmi.

Druga je **krčenje gozda zunaj rudniškega območja**: izguba gozda okoli rudnika, ki ni sam kop, vendar jo lahko odprtje rudnika sproži prek spremljajočih dejavnosti — kmetijstva, naselij, cest in drugega dostopa.

Za oceno drugega dela so avtorji uporabili pristop razlik v razlikah (*difference-in-differences*). Preprosto povedano so primerjali izgubo gozda okoli rudnikov pred začetkom in po začetku rudarjenja z izgubo gozda okoli podobnih krajev, kjer se rudarjenje še ni začelo. Nato so analizirali koncentrične pasove okoli središča rudnika: do 1 km, 1–5 km, 5–10 km in 10–20 km.

Takšna zasnova je pomembna, ker članek ne šteje zgolj izgube gozda v bližini rudnikov. Poskuša oceniti dodatno izgubo, ki jo lahko pripišemo vzpostavitvi rudnika, v primerjavi s proti-dejstvenim trendom na območjih brez rudarjenja.

Kaj so ugotovili

Neposredna izguba zaradi rudarjenja je bila velika. V gostih gozdovih podsaharske Afrike avtorji ocenjujejo **187.070 hektarov** neposrednega krčenja gozda zaradi rudarjenja med letoma 2001 in 2020. Demokratična republika Kongo, Gana in Slonokoščena obala so skupaj predstavljale **45 %** te neposredne izgube.

Izguba v okolici je bila večja od samega odtisa. Deset let po vzpostavitvi rudnika je bilo kumulativno krčenje gozda do 1 km od rudnika **za 8 točk višje na lestvici od 0 do 100** kot na območjih brez rudarjenja. Gre za absolutno razliko v stopnji krčenja, ne za 8-odstotno relativno povečanje. Učinek

je z razdaljo slabel, vendar ni izginil: po desetih letih raziskava ocenjuje dodatno razliko 3,6 točke na razdalji 1–5 km, 1,9 točke na 5–10 km in 1,1 točke na 10–20 km.

Ti podatki so vezani na časovno obdobje. Gre za desetletne učinke, ne za takojšnjo izgubo.

Razmerje med izgubo zunaj območja in neposredno izgubo je bilo izrazito. V ločenem izračunu avtorji ocenjujejo, da je bil vsak hektar, neposredno izkrčen znotraj rudniškega odtisa, v petih letih povezan z dodatnimi **33,9 hektara** izgube gostega gozda zunaj rudniškega območja. Večina te dodatne izgube je bila povezana s širjenjem kmetijstva, ki ga je sprožila vzpostavitev rudnika; pomembno je bilo tudi širjenje naselij, ceste pa so predstavljale manjši delež v njihovi razčlenitvi.

Tudi ta številka je časovno specifična: gre za petletno razmerje med izgubo zunaj območja in neposredno izgubo. Ne smemo ga mešati z desetletnimi učinki na lestvici od 0 do 100.

Učinek ni bil povsod enak. Raziskava posebej izpostavlja Demokratično republiko Kongo, ker je združevala velik neposredni rudniški odtis z veliko dodatno izgubo gozda zunaj njega. Druge države so imele visoke relativne učinke zunaj območja, vendar manjši neposredni odtis. Po vrstah rudnin so največjo skupno dodatno izgubo gozda v ocenah raziskave povzročali rudniki kobalta in bakra — mineralov, ki sta pomembna za baterije, električno infrastrukturo in energetski prehod.

Zakaj je izguba zunaj rudniškega območja pomembna

Presoja vplivov na okolje se pogosto začne pri neposredni meji projekta. To je razumljivo. Kop je viden, dovoljenje ima določeno območje, podjetje pa lahko opiše infrastrukturo, ki jo namerava zgraditi.

Gozdovi pa se ne odzivajo le na pravne meje. Odzivajo se na dostop in spodbude. Rudnik lahko prinese ceste, delavce, denar, naselja in povpraševanje po hrani. Zaradi tega je lahko bližnji gozd lažje dostopen, bolj dobičkonosen za krčenje ali pa se poveča pritisk nanj zaradi potreb po zemljiščih.

Zato najmočnejša ideja članka ni ena sama številka. Je razlikovanje med **neposredno** in **sproženo** izgubo.

Če dobavna veriga šteje le odtis rudnika, lahko podcenjuje spremembo rabe zemljišč, ki jo povzroči pridobivanje. Če se presoja vplivov na okolje konča pri meji koncesije, lahko spregleda izgubo gozda, ki jo projekt pomaga narediti verjetnejšo. In če se izdelek trži kot čist zato, ker podpira obnovljivo energijo, njegova materialna dobavna veriga še ni samodejno čista.

Česa to ne dokazuje

- **Ne** kaže, da je energetski prehod slab. Kaže, da imajo minerali, uporabljeni v sodobni infrastrukturi, tudi minerali za energetski prehod, lahko velike stroške v rabi zemljišč.
- **Ne** pomeni, da vsak rudnik povzroči natanko 33,9 hektara dodatne izgube na vsak neposredno

izkrčen hektar. To je povprečna ocena za velik nabor skupin rudnikov, ne napoved za posamezen projekt.
- **Ne** dokazuje, da je bilo vsako drevo, izgubljeno blizu rudnika, posekano zaradi tega rudnika. Raziskava uporablja kvazieksperimentalno zasnovo za oceno dodatne izgube na ravni populacije.
- **Ne** pripisuje odgovornosti posameznim podjetjem, dovoljenjem ali kupcem. Za to bi bilo potrebno sledenje na ravni posameznega projekta, ki ga ta članek ne izvaja.
- **Ne** zajema vseh vplivov rudarjenja. Onesnaževanje vode, delovni pogoji, drobljenje habitatov, konflikti glede pravic in socialno razseljevanje niso del glavnega merjenja izgube gozda.
- **Ne** zajema celega sveta. Analiza se osredotoča na goste gozdove v podsaharski Afriki.

Kako močni so dokazi?

Za oceno neposrednega krčenja je dokazna podlaga na ravni celine močna. Raziskava uporablja objavljene podatkovne zbirke o rabi zemljišč in gozdnem pokrovu za prepoznavanje izgube gozda, neposredno povezane z rudniškimi elementi.

Za dodatno izgubo zunaj območja so dokazi prav tako tehtni, vendar temeljijo na modelu. Metoda razlik v razlikah je namenjena ocenjevanju vzročnih učinkov iz opazovalnih podatkov, zlasti kadar naključni poskusi niso mogoči. Avtorji uporabljajo sodobne metode, odporne na heterogenost, in preverjajo robustnost z alternativnimi ocenjevalniki. To je dobra praksa.

Kljub temu je treba rezultat brati na pravi ravni. Članek daje močne dokaze, da je vzpostavitev rudnika v celotnem preučevanem sistemu povezana z dodatnim krčenjem gozda zunaj neposrednega rudniškega odtisa. Ni pa to neposredna »izpoved« vsakega posameznega posekanega drevesa iz satelitskih podatkov.

Najbolj koristna javna razlaga zato ni niti panika niti zavračanje. Je disciplina merjenja: če rudarjenje odpre pokrajino, mora presoja vplivov pogledati čez ograjo.

Zakaj je pomembno

Izraz »čista energija« lahko skrije zelo materialni svet. Sončne celice, baterije, daljnovodi, električna vozila in podatkovni centri potrebujejo rudnine. Nekatere prihajajo iz območij z gozdovi in biotsko raznovrstnostjo svetovnega pomena.

To ne pomeni, da je razogljičenje napaka. Alternativa — nadaljnja odvisnost od fosilnih goriv — ima svoje ogromne posledice za zemljišča, zrak, vodo in podnebje. Pomeni pa, da je lahko prehod čistejši od fosilnega sistema, ne da bi bil samodejno čist.

Vrednost tega članka je v tem, da skrito geografijo težje spregledamo. Sporoča: ne štejte samo kopa. Štejte tudi spremembe gozda okoli njega. Upoštevajte ceste, kmetijska zemljišča in naselja, ki sledijo pridobivanju. Krčenje gozda zunaj rudniškega območja vključite v presoje vplivov na okolje, trditve o ničelni neto izgubi in dobavne verige brez krčenja gozdov.

To je zrelejša zgodba od »zeleni minerali so dobri« ali »zeleni minerali so slabi«. Materialna osnova prehoda ima posledice, te posledice pa morajo biti vidne, preden se dobavna veriga razglasi za čisto.

Kratek povzetek

Raziskava v reviji *Nature* je analizirala 16.627 skupin rudnikov v gostih gozdovih podsaharske Afrike med letoma 2001 in 2020. Ocenjuje **187.070 hektarov** neposrednega krčenja gozda zaradi rudniških elementov, kot so kopi, jalovišča in nasipi odpadnega materiala. Z metodo razlik v razlikah so avtorji ocenili tudi dodatno krčenje okoli rudnikov v primerjavi z območji brez rudarjenja: po desetih letih je bilo kumulativno krčenje **za 8 točk višje na lestvici od 0 do 100** v pasu do 1 km in je ostalo povišano do 20 km. V ločenem petletnem izračunu je bil vsak hektar neposrednega krčenja zaradi rudnika povezan s povprečno **33,9 hektara** dodatne izgube gostega gozda zunaj rudniškega območja, predvsem zaradi širjenja kmetijstva in naselij. Rudniki kobalta in bakra so prispevali največjo skupno dodatno izgubo gozda v raziskavi. Rezultat ne kaže, da je energetski prehod slab. Kaže, da imajo mineralne dobavne verige stroške v rabi zemljišč, ki segajo onkraj neposrednega odtisa rudnika.

Preverjanje brez olepševanja

Kaj članek kaže: Rudarstvo v gostih gozdovih podsaharske Afrike je med letoma 2001 in 2020 povzročilo znatno neposredno izgubo gozda; po vzpostavitvi rudnikov se je v njihovi okolici pojavilo dodatno krčenje v primerjavi z območji brez rudarjenja; izguba zunaj rudniškega območja lahko močno presega neposredni odtis; nekateri minerali, pomembni za energetski prehod, pa so v tem naboru povezani z veliko skupno dodatno izgubo gozda.

Kaj je verjetno, vendar ni dokazano: Da imajo številni posamezni rudniki večje učinke zunaj meja dovoljenja, kot kaže njihov neposredni odtis; da bi strožje presoje vplivov in pravila dobavnih verig lahko del te izgube zmanjšala; da so podobni skriti učinki pomembni tudi v drugih tropskih rudarskih regijah.

Česa ne kaže: Da je vsako rudarjenje enako škodljivo; da vsak dogodek izgube gozda blizu določenega rudnika povzroči prav ta rudnik; da je energetski prehod slab; da lahko brez sledenja na ravni projekta odgovornost pripišemo posameznim podjetjem ali kupcem; ali da je krčenje gozda edini pomemben okoljski ali družbeni strošek.

Glavne omejitve: Opazovalno vzročno sklepanje namesto naključnega eksperimenta; ocene na ravni celine namesto pripisovanja posameznim projektom; osredotočenost na goste gozdove podsaharske Afrike; neposredni in posredni učinki so odvisni od kakovosti podatkov, zaznavanja rudnikov in predpostavk modela.

Koliko zaupanja naj ima splošni bralec? Visoko, da je neposredno krčenje gozda zaradi rudarjenja v preučevani regiji obsežno. Dobro, da je vzpostavitev rudnikov na ravni populacije povezana z dodatnim krčenjem zunaj njihovih meja. Manj pri uporabi povprečnega razmerja 33,9 : 1 za posamezen

rudnik. Primerna drža: mineralne dobavne verige so lahko potrebne in hkrati zahtevajo pošteno računovodstvo posledic tudi zunaj kopa.

Viri

Nature (2026)
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10551-2

White Rose Research Online — published version
https://eprints.whiterose.ac.uk/id/eprint/241799/

Processed outputs and analysis code — GitHub
https://github.com/OMorton/AFR_MiningForestLoss

Post-deforestation land-use dataset — Zenodo
https://doi.org/10.5281/zenodo.11065705