The Clean Paper

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

Rudarstvo krči više od samog rudnika — skriveni gubitak šume oko vađenja

Studija u Natureu na 16,627 rudarskih klastera u subsaharskoj Africi nalazi da je rudarstvo u gustim šumama od 2001. do 2020. uzrokovalo oko 187,000 hektara direktne deforestacije, ali veća je priča izvan lokacije. U poređenju s oblastima bez rudarenja, nakon deset godina deforestacija je bila 8 bodova viša na skali 0–100 unutar 1 km od rudnika, a efekti su ostali vidljivi do 20 km. U proseku je svaki hektar direktno očišćen rudnikom bio povezan s dodatnih 33.9 hektara gubitka šume izvan lokacije unutar pet godina. To ne znači da je energetska tranzicija loša. Znači da mineralni opskrbni lanci imaju geografiju i da je njihov trošak za šume često veći od samog kopa.

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

Otisak nije samo rupa u šumi

Rudnik ima očit oblik. Kop, jalovište, hrpu iskopanog materijala, cestu usječenu kroz šumu. To su tragovi koje satelit može videti i regulator može zaokružiti na karti.

Ali vađenje menja i zemljište oko rudnika. Ljudi dolaze. Ceste šumu čine pristupačnijom. Naselja rastu. Poljoprivreda se širi. Rudnik nije samo ožiljak na karti; može postati novo centar gravitacije.

Rad u Natureu stavlja brojke na tu razliku diljem subsaharske Afrike. Autori procenjuju direktnu deforestaciju uzrokovanu rudarstvom u gustim šumama od 2001. do 2020., a zatim pitaju koliko se dodatnog gubitka šume pojavljuje oko rudnika u poređenju sa sličnim mestima koja još nisu bila rudarski eksploatirana. Zaključak je jednostavan i neprijatan: direktni otisak rudnika samo je vidljivi deo.

Landsatova slika u prirodnim bojama pokazuje ožiljke velikih i zanatskih rudnika zlata u zlatnom pojasu Ashanti u Gani. Studija o kojoj je ovde reč pita koliko se daleko gubitak šume povezan s rudarstvom proteže izvan samog rudarskog otiska.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

To je koristan rezultat za politiku klime i bioraznolikosti jer drži dve misli u istom kadru. Moderna infrastruktura i energetska tranzicija trebaju minerale. Ali minerali ne dolaze niotkuda. Čisto pitanje nije da li je rudarstvo „dobro" ili „loše" u jednom sloganu. Pitanje je meri li se puni trošak za šumu pošteno.

Šta su autori uradili

Studija kombinuje podatke o šumama i upotrebi zemljišta na nivou kontinenta s dizajnom za kauzalno zaključivanje. Autori su kartirali **16,627 rudarskih klastera** u šumovitim područjima subsaharske Afrike između 2001. i 2020. Razdvojili su dve vrste gubitka šume.

Prva je **direktna deforestacija uzrokovana rudarstvom**: krčenje unutar samog rudarskog otiska, uključujući kopove, jalovišta, hrpe jalovine, okna i druge elemente direktno povezane s rudarskim radom.

Druga je **deforestacija izvan lokacije**: gubitak šume oko rudnika koji nije sam kop, ali ga osnivanje rudnika može podstaći preko pratećih aktivnosti — poljoprivrede, naselja, puteva i drugih pristupnih pravaca.

Za procenu drugog dela autori su koristili okvir razlika-u-razlikama. Jednostavno rečeno, uporedili su gubitak šume oko rudnika pre i nakon početka eksploatacije s gubikom oko sličnih mesta koja još nisu bila eksploatirana. Zatim su gledali koncentrične udaljenosti od centra rudnika: unutar 1 km, 1-5 km, 5-10 km i 10-20 km.

Taj je dizajn važan jer rad ne broji samo gubitak šume u blizini rudnika. Pokušava proceniti dodatni gubitak koji se može pripisati osnivanju rudnika u odnosu na kontrafaktualni trend u područjima bez rudarenja.

Šta su pronašli

Direktni rudarski gubitak bio je velik. U gustim šumama subsaharske Afrike autori procenjuju **187,070 hektara** direktne deforestacije uzrokovane rudarstvom između 2001. i 2020. Demokratska Republika Kongo, Gana i Obala belokosti zajedno su činile **45%** tog direktnog gubitka.

Gubitak u okolici bio je veći od samog otiska. Nakon uspostave rudnika kumulativna deforestacija unutar 1 km bila je nakon deset godina **8 bodova viša na skali od 0 do 100** nego u područjima bez rudarenja. To je apsolutni jaz u stopi deforestacije, a ne relativni porast od 8%. Efekat je slabio s udaljenošću, ali nije nestao: nakon deset godina studija procenjuje dodatne razlike od 3.6 bodova na

1-5 km, 1.9 bodova na 5-10 km i 1.1 bod na 10-20 km.

Te su brojke vezane uz vreme. To su efekti nakon deset godina, ne trenutni gubici.

Odnos gubitka izvan lokacije i direktnog gubitka bio je upadljiv. U zasebnom izračunu autori procenjuju da je za svaki hektar očišćen direktno rudarskim otiskom izgubljeno dodatnih **33.9 hektara** guste šume izvan lokacije unutar pet godina. Većina tog dodatnog gubitka bila je povezana s poljoprivrednim širenjem podstaćim osnivanjem rudnika, uz važnu ulogu širenja naselja i manji udeo puteva u njihovoj razdiobi.

I taj je broj vremenski specifičan: to je petogodišnji odnos gubitka izvan lokacije i direktnog gubitka. Ne treba ga mešati s desetogodišnjim učincima na skali 0–100.

Efekat nije bio isti posvuda. Studija izdvaja ozbiljnu zabrinutost za Demokratsku Republiku Kongo jer je kombinovala velik direktni rudarski otisak s velikim dodatnim gubikom izvan lokacije. Druge zemlje imale su visok relativni uticaj izvan lokacije, ali manji direktni otisak. Na nivou roba rudnici kobalta i bakra — minerala ključnih za baterije, električnu infrastrukturu i energetsku tranziciju — u procenama studije uzrokovali su najveću ukupnu dodatnu deforestaciju.

Zašto je deo izvan lokacije važan

Procena uticaja na okruženje često počinje direktnom granicom projekta. To je razumljivo. Kop je vidljiv, dozvola ima perimetar, a kompanija može opisati infrastrukturu koju planira izgraditi.

Ali šume ne reaguju samo na pravne granice. Reaguju na pristup i podsticaje. Rudnik može dovesti ceste, radnike, novac, naselja i potražnju za hranom. To okolnu šumu može pretvoriti u zemljište koje je lakše, isplativije ili nužnije krčiti.

Zato najjača ideja rada nije jedan broj. To je razlika između **direktnog** i **podstaknutog** gubitka.

Ako opskrbni lanac broji samo otisak rudnika, možda podcjenjuje promenu upotrebe zemljišta koju vađenje uzrokuje. Ako procena uticaja prestaje na granici koncesije, može propustiti gubitak šume koji projekt čini verojatnijim. A ako se proizvod reklamira kao čist zato što podržava obnovljivu energiju, to samo po sebi ne čini čistim i njegov materijalni lanac.

Šta ovo *ne* dokazuje

- **Ne** pokazuje da je energetska tranzicija loša. Pokazuje da minerali koji se koriste u modernoj infrastrukturi, uključujući minerale tranzicije, mogu nositi velike troškove upotrebe zemljišta.
- **Ne** znači da svaki rudnik uzrokuje tačno 33.9 hektara gubitka izvan lokacije po direktno izgubljenom hektaru. To je prosečna procena kroz velik broj rudarskih klastera, ne predviđanje za jedan konkretan projekt.
- **Ne** dokazuje da je svako stablo izgubljeno blizu rudnika posječeno zbog tog rudnika. Studija koristi

kvazieksperimentalni dizajn za procenu dodatnog gubitka na nivou populacije.
- **Ne** pripisuje odgovornost pojedinačnim kompanijama, dozvolama ili kupcima. Za to bi trebalo praćenje na nivou projekata izvan dometa ovog rada.
- **Ne** pokriva sve uticaje rudarstva. Onečišćenje vode, uslovi rada, fragmentacija bioraznolikosti, sukobi oko prava i društveno raseljavanje izvan su glavnog merenja gubitka šume.
- **Ne** pokriva celi svet. Analiza je usredsrečena na guste šume subsaharske Afrike.

Koliko su dokazi jaki?

Za procenu direktne deforestacije dokazi su jaki na kontinentalnoj nivou. Studija koristi objavljene skupove podataka o upotrebi zemljišta i šumskom pokrovu kako bi identifikovala gubitak šume direktno povezan s rudarskim karakteristikama.

Za dodatni gubitak izvan lokacije dokazi su takođe znatni, ali temelje se na modelu. Razlike-u-razlikama dizajnirane su za procenu kauzalnih efekata iz posmatračkih podataka, naročito kada randomizovani eksperimenti nisu mogući. Autori koriste novije metode robusne na heterogenost i proveravaju rezultate alternativnim procenjivačima. To je dobra praksa.

Ipak, rezultat treba čitati na pravoj nivou. Rad je snažan dokaz da je osnivanje rudnika povezano s dodatnom deforestacijom izvan rudarskog otiska kroz posmatrani sistem. Nije satelitsko „priznanje" svakog pojedinog stabla.

Najkorisnije javno čitanje zato nije ni panika ni odbacivanje. To je discigasa merenja: ako rudnik otvara krajolik, procena uticaja mora gledati preko ograde.

Zašto je to važno

Izraz „čista energija" može sakriti materijalni svet. Solarni paneli, baterije, prenosni vodovi, električna vozila i podatkovni centri trebaju iskopane materijale. Neki dolaze iz mesta s globalno važnim šumama i bioraznolikošću.

To dekarbonizaciju ne čini greškom. Alternativa — nastavak ovisnosti o fosilnim gorivima — ima sopstvene ogromne troškove za zemlju, vazduh, vodu i klimu. Ali znači da tranzicija može biti čišća od fosilnog sistema, a ipak ne biti čista po zadanom.

Vrednost ovog rada je u tome što skrivenu geografiju čini težom za ignoriranje. Kaže: ne brojite samo kop. Brojite promene šume oko kopa. Brojite ceste, farme i naselja koja slede vađenje. Ugradite deforestaciju izvan lokacije u procene uticaja na okruženje, tvrdnje o nultom neto gubitku i opskrbne lance bez deforestacije.

To je zrelija priča od „zeleni minerali su dobri" ili „zeleni minerali su loši". Glasi: materijalna osnova tranzicije ima posledice, a te posledice moraju biti vidljive pre nego što se opskrbni lanac nazove čistim.

Kratak rezime

Studija u Natureu analizirala je 16,627 rudarskih klastera u gustim šumama subsaharske Afrike od 2001. do 2020. Procenjuje **187,070 hektara** direktne deforestacije uzrokovane rudarskim karakteristikama poput kopova, jalovišta i hrpa jalovine. Koristeći okvir razlika-u-razlikama, autori procenjuju i dodatnu deforestaciju oko rudnika u poređenju s područjima bez rudarenja: nakon deset godina kumulativna deforestacija bila je **8 bodova viša na skali 0–100** unutar 1 km i ostala povišena do 20 km. U zasebnom petogodišnjem izračunu svaki hektar direktne rudarske deforestacije bio je povezan s prosečno **33.9 hektara** dodatnog gubitka guste šume izvan lokacije, uglavnom kroz širenje poljoprivrede i naselja. Rudnici kobalta i bakra doprineli su najvećem ukupnom dodatnom gubitku u studiji. Rezultat ne pokazuje da je energetska tranzicija loša. Pokazuje da mineralni opskrbni lanci imaju troškove za zemljište koji se protežu daleko izvan samog kopa.

Provera bez ulepšavanja

Šta rad pokazuje: Rudarstvo u gustim šumama subsaharske Afrike uzrokovalo je znatan direktni gubitak šume od 2001. do 2020.; osnivanje rudnika pratila je dodatna deforestacija u okolici u odnosu na područja bez rudarenja; gubitak izvan lokacije može uvelike prevazići direktni rudarski otisak; i neki minerali važni za energetsku tranziciju povezani su s velikom ukupnom dodatnom deforestacijom u ovom skupu podataka.

Šta je verovatno, ali nije dokazano: Da mnogi pojedinačni rudnici imaju veći uticaj izvan lokacije nego što sugerišu granice dozvola; da strože procene uticaja i pravila opskrbnog lanca mogu smanjiti deo tog gubitka; da su slični skriveni efekti važni i u drugim tropskim rudarskim regijama.

Šta ne pokazuje: Da je svako rudarstvo jednako štetno; da je svaki obližnji gubitak šume uzrokovao određeni rudnik; da je energetska tranzicija loša; da su pojedinačne kompanije ili kupci odgovorni za određene gubitke bez praćenja na nivou projekata; ili da je gubitak šume jedini važan ekološki ili društveni trošak.

Glavna ograničenja: Posmatračko kauzalno zaključivanje umesto randomizovanog dokaza; procene na nivou kontinenta, ne atribucija pojedinačnim projektima; fokus na guste šume subsaharske Afrike; direktni i indirektni efekti zavise o kvaliteti podataka, detekciji rudnika i pretpostavkama modela.

Koliko poverenja treba imati opšti čitalac? Visoko da je direktna rudarska deforestacija u posmatranom područja znatna. Dobro da je osnivanje rudnika povezano s dodatnom deforestacijom izvan lokacije na nivou populacije. Niže za primenu prosečnog odnosa 33.9:1 na bilo koji pojedinačni rudnik. Primeren stav: mineralni opskrbni lanci mogu biti nužni, a ipak zahtevati pošteno računanje onoga što se događa izvan kopa.

Izvori

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