The Clean Paper

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

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

Studija u časopisu Nature na 16,627 rudarskih klastera u subsaharskoj Africi pokazuje da je rudarstvo u gustim šumama od 2001. do 2020. uzrokovalo oko 187,000 hektara direktne deforestacije, ali veći dio priče odvija se izvan samih lokacija. U poređenju s područjima bez rudarenja, nakon deset godina deforestacija je bila 8 bodova viša na skali od 0 do 100 unutar 1 km od rudnika, a efekti su se zadržali sve do 20 km. U prosjeku je svaki hektar koji je rudnik direktno iskrčio bio povezan s dodatnih 33.9 hektara gubitka šume izvan lokacije u roku od pet godina. To ne znači da je energetska tranzicija loša. Znači da lanci snabdijevanja mineralima imaju svoju geografiju i da su njihovi troškovi 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 vidjeti i regulator može zaokružiti na karti.

Ali vađenje mijenja 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 procjenjuju direktnu deforestaciju uzrokovanu rudarstvom u gustim šumama od 2001. do 2020., a zatim pitaju koliko se dodatnog gubitka šume pojavljuje oko rudnika u uporedbi sa sličnim mjestima koja još nisu bila rudarski eksploatirana. Zaključak je jednostavan i neugodan: direktni otisak rudnika samo je vidljivi dio.

Landsatova slika u prirodnim bojama pokazuje ožiljke velikih i zanatskih rudnika zlata u zlatnom pojasu Ashanti u Gani. Studija o kojoj je ovdje riječ 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 dvije misli u istom kadru. Moderna infrastruktura i energetska tranzicija trebaju minerale. Ali minerali ne dolaze niotkuda. Čisto pitanje nije je li rudarstvo „dobro" ili „loše" u jednom sloganu. Pitanje je mjeri li se puni trošak za šumu pošteno.

Šta su autori uradili

Studija kombinuje podatke o šumama i upotrebi zemljišta na razini kontinenta s dizajnom za kauzalno zaključivanje. Autori su kartirali **16,627 rudarskih klastera** u šumovitim područjima subsaharske Afrike između 2001. i 2020. Razdvojili su dvije 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 potaknuti preko pratećih aktivnosti — poljoprivrede, naselja, cesta i drugog pristupa.

Za procjenu drugog dijela autori su koristili okvir razlika-u-razlikama. Jednostavno rečeno, uporedili su gubitak šume oko rudnika prije i nakon početka eksploatacije s gubitkom oko sličnih mjesta 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 procijeniti 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 procjenjuju **187,070 hektara** direktne deforestacije uzrokovane rudarstvom između 2001. i 2020. Demokratska Republika Kongo, Gana i Obala Bjelokosti 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%. Učinak je slabio s udaljenošću, ali nije nestao: nakon deset godina studija procjenjuje 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 vrijeme. To su učinci nakon deset godina, ne trenutni gubici.

Omjer gubitka izvan lokacije i direktnog gubitka bio je upadljiv. U zasebnom izračunu autori procjenjuju 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 potaknutim osnivanjem rudnika, uz važnu ulogu širenja naselja i manji udio cesta u njihovoj razdiobi.

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

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

Zašto je dio izvan lokacije važan

Procjena uticaja na okoliš 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 reagiraju samo na pravne granice. Reagiraju na pristup i poticaje. 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 **potaknutog** gubitka.

Ako opskrbni lanac broji samo otisak rudnika, možda podcjenjuje promjenu upotrebe zemljišta koju vađenje uzrokuje. Ako procjena uticaja prestaje na granici koncesije, može propustiti gubitak šume koji projekt čini vjerovatnijim. 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 prosječna procjena 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 procjenu dodatnog gubitka na razini populacije.
- **Ne** pripisuje odgovornost pojedinačnim kompanijama, dozvolama ili kupcima. Za to bi trebalo

praćenje na razini projekata izvan dosega ovog rada.
- **Ne** pokriva sve uticaje rudarstva. Onečišćenje vode, uslovi rada, fragmentacija bioraznolikosti, sukobi oko prava i društveno raseljavanje izvan su glavnog mjerenja gubitka šume.
- **Ne** pokriva cijeli svijet. Analiza je fokusirana na guste šume subsaharske Afrike.

Koliko su dokazi jaki?

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

Za dodatni gubitak izvan lokacije dokazi su također znatni, ali temelje se na modelu. Razlike-u-razlikama dizajnirane su za procjenu kauzalnih učinaka iz opažačkih podataka, posebno kada randomizirani eksperimenti nisu mogući. Autori koriste novije metode robusne na heterogenost i provjeravaju rezultate alternativnim procjeniteljima. To je dobra praksa.

Ipak, rezultat treba čitati na pravoj razini. 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 disciplina mjerenja: ako rudnik otvara krajolik, procjena uticaja mora gledati preko ograde.

Zašto je to važno

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

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

Vrijednost ovog rada je u tome što skrivenu geografiju čini težom za ignoriranje. Kaže: ne brojite samo kop. Brojite promjene šume oko kopa. Brojite ceste, farme i naselja koja slijede vađenje. Ugradite deforestaciju izvan lokacije u procjene uticaja na okoliš, 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 posljedice, a te posljedice moraju biti vidljive prije nego što se opskrbni lanac nazove čistim.

Kratak sažetak

Studija u Natureu analizirala je 16,627 rudarskih klastera u gustim šumama subsaharske Afrike od 2001. do 2020. Procjenjuje **187,070 hektara** direktne deforestacije uzrokovane rudarskim karakteristikama poput kopova, jalovišta i hrpa jalovine. Koristeći okvir razlika-u-razlikama, autori procjenjuju i dodatnu deforestaciju oko rudnika u uporedbi 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 prosječno **33.9 hektara** dodatnog gubitka guste šume izvan lokacije, uglavnom kroz širenje poljoprivrede i naselja. Rudnici kobalta i bakra doprinijeli 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.

Provjera bez uljepšavanja

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 premašiti direktni rudarski otisak; i neki minerali važni za energetsku tranziciju povezani su s velikom ukupnom dodatnom deforestacijom u ovom skupu podataka.

Šta je vjerovatno, ali nije dokazano: Da mnogi pojedinačni rudnici imaju veći uticaj izvan lokacije nego što sugeriraju granice dozvola; da strože procjene uticaja i pravila opskrbnog lanca mogu smanjiti dio tog gubitka; da su slični skriveni učinci 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 razini projekata; ili da je gubitak šume jedini važan okolišni ili društveni trošak.

Glavna ograničenja: Opažačko kauzalno zaključivanje umjesto randomiziranog dokaza; procjene na razini kontinenta, ne atribucija pojedinačnim projektima; fokus na guste šume subsaharske Afrike; direktni i indirektni učinci zavise o kvaliteti podataka, detekciji rudnika i pretpostavkama modela.

Koliko povjerenja treba imati opći čitalac? Visoko da je direktna rudarska deforestacija u posmatranom području znatna. Dobro da je osnivanje rudnika povezano s dodatnom deforestacijom izvan lokacije na populacijskoj razini. Niže za primjenu prosječnog omjera 33.9:1 na bilo koji pojedinačni rudnik. Primjeren stav: mineralni opskrbni lanci mogu biti nužni, a ipak zahtijevati 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