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 izravne deforestacije, ali veća je priča izvan lokacije. U usporedbi s područjima bez rudarenja, nakon deset godina deforestacija je bila 8 bodova viša na ljestvici 0–100 unutar 1 km od rudnika, a učinci su ostali vidljivi do 20 km. U prosjeku je svaki hektar izravno 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 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 središte gravitacije.

Rad u Natureu stavlja brojke na tu razliku diljem subsaharske Afrike. Autori procjenjuju izravnu deforestaciju uzrokovanu rudarstvom u gustim šumama od 2001. do 2020., a zatim pitaju koliko se dodatnog gubitka šume pojavljuje oko rudnika u usporedbi sa sličnim mjestima koja još nisu bila rudarski eksploatirana. Zaključak je jednostavan i neugodan: izravni 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.

Što su autori napravili

Studija kombinira podatke o šumama i uporabi 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 **izravna deforestacija uzrokovana rudarstvom**: krčenje unutar samog rudarskog otiska, uključujući kopove, jalovišta, hrpe jalovine, okna i druge elemente izravno 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, usporedili 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 središta 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.

Što su pronašli

Izravni rudarski gubitak bio je velik. U gustim šumama subsaharske Afrike autori procjenjuju **187,070 hektara** izravne deforestacije uzrokovane rudarstvom između 2001. i 2020. Demokratska Republika Kongo, Gana i Obala Bjelokosti zajedno su činile **45%** tog izravnog 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 ljestvici 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 trenutačni gubici.

Omjer gubitka izvan lokacije i izravnog gubitka bio je upadljiv. U zasebnom izračunu autori procjenjuju da je za svaki hektar očišćen izravno 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 izravnog gubitka. Ne treba ga miješati s desetogodišnjim učincima na ljestvici 0–100.

Učinak nije bio isti posvuda. Studija izdvaja ozbiljnu zabrinutost za Demokratsku Republiku Kongo jer je kombinirala velik izravni rudarski otisak s velikim dodatnim gubitkom izvan lokacije. Druge zemlje imale su visok relativni utjecaj izvan lokacije, ali manji izravni 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 utjecaja na okoliš često počinje izravnom granicom projekta. To je razumljivo. Kop je vidljiv, dozvola ima perimetar, a tvrtka 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 **izravnog** i **potaknutog** gubitka.

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

Što 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 uporabe zemljišta.
- **Ne** znači da svaki rudnik uzrokuje točno 33.9 hektara gubitka izvan lokacije po izravno 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 tvrtkama, dozvolama ili kupcima. Za to bi trebalo

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

Koliko su dokazi jaki?

Za procjenu izravne deforestacije dokazi su jaki na kontinentalnoj razini. Studija koristi objavljene skupove podataka o uporabi zemljišta i šumskom pokrovu kako bi identificirala gubitak šume izravno povezan s rudarskim značajkama.

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, osobito kada randomizirani pokusi 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 promatrani sustav. Nije satelitsko „priznanje" svakog pojedinog stabla.

Najkorisnije javno čitanje zato nije ni panika ni odbacivanje. To je disciplina mjerenja: ako rudnik otvara krajolik, procjena utjecaja mora gledati preko ograde.

Zašto je to važno

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

To dekarbonizaciju ne čini pogreškom. Alternativa — nastavak ovisnosti o fosilnim gorivima — ima vlastite goleme troškove za zemlju, zrak, vodu i klimu. Ali znači da tranzicija može biti čišća od fosilnog sustava, 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 utjecaja 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.

Sažetak bez uljepšavanja

Studija u Natureu analizirala je 16,627 rudarskih klastera u gustim šumama subsaharske Afrike od 2001. do 2020. Procjenjuje **187,070 hektara** izravne deforestacije uzrokovane rudarskim značajkama poput kopova, jalovišta i hrpa jalovine. Koristeći okvir razlika-u-razlikama, autori procjenjuju i dodatnu deforestaciju oko rudnika u usporedbi s područjima bez rudarenja: nakon deset godina kumulativna deforestacija bila je **8 bodova viša na ljestvici 0–100** unutar 1 km i ostala povišena do 20 km. U zasebnom petogodišnjem izračunu svaki hektar izravne 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 pridonijeli 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

Što rad pokazuje: Rudarstvo u gustim šumama subsaharske Afrike uzrokovalo je znatan izravni 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 izravni rudarski otisak; i neki minerali važni za energetsku tranziciju povezani su s velikom ukupnom dodatnom deforestacijom u ovom skupu podataka.

Što je vjerojatno, ali nije dokazano: Da mnogi pojedinačni rudnici imaju veći utjecaj izvan lokacije nego što sugeriraju granice dozvola; da strože procjene utjecaja i pravila opskrbnog lanca mogu smanjiti dio tog gubitka; da su slični skriveni učinci važni i u drugim tropskim rudarskim regijama.

Što 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 tvrtke 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; izravni i neizravni učinci ovise o kvaliteti podataka, detekciji rudnika i pretpostavkama modela.

Koliko povjerenja treba imati opći čitatelj? Visoko da je izravna rudarska deforestacija u promatranom 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