The Clean Paper

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

A bányászat nem csak a bánya helyén irt erdőt — a kitermelés rejtett erdészeti lábnyoma

Egy Nature-tanulmány 16,627 bányaklasztert vizsgált a Szaharától délre fekvő Afrikában, és azt találta, hogy a sűrű erdőkben 2001 és 2020 között mintegy 187,000 hektár közvetlen erdőirtást okozott a bányászat, de a nagyobb történet a telephelyen kívüli veszteség. Tíz év után az 1 km-en belüli erdőirtás 8 ponttal magasabb volt egy 0–100-as skálán a nem bányászott területeknél, és a hatás 20 km-ig fennmaradt. Átlagosan minden közvetlenül kiirtott hektárhoz öt éven belül 33.9 hektár további külső erdőveszteség társult. Ez nem azt jelenti, hogy az energiaátmenet rossz. Azt jelenti, hogy az ásványi ellátási láncoknak földrajzuk van, és erdészeti költségeik gyakran nagyobbak a fejtésnél.

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

A lábnyom nem csak az erdőbe vájt gödör

Egy bányának jól látható alakja van. Külszíni fejtés, zagytározó, meddőhányó, erdőbe vágott út. Ezeket a nyomokat egy műhold is látja, egy hatóság pedig körbe tudja rajzolni.

A kitermelés azonban a környező tájat is megváltoztatja. Emberek érkeznek. Az utak könnyebben elérhetővé teszik az erdőt. Települések nőnek. A mezőgazdaság terjeszkedik. Egy bánya nem csupán seb a térképen: új gravitációs központtá válhat.

Egy Nature-tanulmány számszerűsíti ezt a különbséget a Szaharától délre fekvő Afrikában. A szerzők megbecsülik a bányászat által közvetlenül okozott erdőirtást a sűrű erdőkben 2001 és 2020 között, majd azt kérdezik, mennyi további erdőveszteség jelenik meg a bányák körül olyan hasonló helyekhez képest, ahol még nem indult bányászat. A következtetés egyszerű és kényelmetlen: a bánya közvetlen területe csak a látható rész.

Természetes színű Landsat-felvétel mutat nagyüzemi és kisipari aranybányászati sebeket Ghána Ashanti aranyövezetében. Az itt tárgyalt tanulmány azt vizsgálja, milyen messzire terjed a bányászathoz kapcsolódó erdőveszteség a bánya közvetlen területén túl.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

Ez hasznos eredmény a klíma- és biodiverzitáspolitika számára, mert egyszerre tart két gondolatot a képben. A modern infrastruktúra és az energiaátmenet ásványi nyersanyagokat igényel. De az ásványok nem a semmiből érkeznek. A tiszta kérdés nem az, hogy egy szlogen szerint a bányászat jó-e vagy rossz. Hanem az, hogy teljes erdészeti költségét őszintén mérjük-e.

Mit csináltak a szerzők?

A vizsgálat kontinensléptékű erdő- és földhasználati adatokat kombinál oksági következtetési módszerrel. A szerzők **16,627 bányaklasztert** térképeztek fel a Szaharától délre fekvő Afrika erdős területein 2001 és 2020 között. Az erdőveszteség két fajtáját különítették el.

Az első a **bányászat által közvetlenül okozott erdőirtás**: a bánya közvetlen területén belüli irtás, beleértve a fejtéseket, zagytározókat, meddőhányókat, aknákat és más, közvetlenül a bányaműveletekhez tartozó létesítményeket.

A második a **telephelyen kívüli erdőirtás**: a bánya körüli erdőveszteség, amely nem maga a fejtés, de a bánya létrehozása közvetve kiválthatja mezőgazdasági terjeszkedés, települések, utak és más hozzáférést növelő tevékenységek révén.

A második rész becslésére a szerzők difference-in-differences keretrendszert használtak. Egyszerűbben: összehasonlították a bányák körüli erdőveszteséget a bányászat megkezdése előtt és után olyan helyek erdőveszteségével, amelyek hasonlóak voltak, de még nem bányászták őket. Ezután koncentrikus távolsági öveket vizsgáltak a bánya középpontjától: 1 km-en belül, 1–5 km, 5–10 km és 10–20 km között.

Ez a módszer azért fontos, mert a tanulmány nem egyszerűen megszámolja a bányák közelében eltűnt erdőt. A bánya létrehozásának tulajdonítható *többletveszteséget* próbálja megbecsülni ahhoz a kontrafaktuális trendhez képest, amely bányászat nélkül várható volna.

Mit találtak?

A közvetlen bányászati veszteség nagy volt. A Szaharától délre fekvő Afrika sűrű erdeiben a szerzők 2001 és 2020 között **187,070 hektár** közvetlen, bányászat okozta erdőirtást becsülnek. A Kongói Demokratikus Köztársaság, Ghána és Elefántcsontpart együtt a közvetlen veszteség **45%-át** adta.

A környező erdőveszteség nagyobb volt, mint maga a bányaterület. Egy bánya létrehozását követően tíz év múlva az 1 km-en belüli kumulatív erdőirtás **8 ponttal magasabb volt egy 0–100-as skálán**, mint a nem bányászott területeken. Ez abszolút különbség az erdőirtási arányban, nem 8%-os relatív növekedés. A hatás a távolsággal gyengült, de nem tűnt el: tíz év után a tanulmány 1–5 km között 3.6, 5–10 km között 1.9, 10–20 km között pedig 1.1 pontos többletet becsül.

Ezek az értékek időhöz kötöttek. Tízéves hatások, nem azonnali veszteségek.

Feltűnő volt a telephelyen kívüli és közvetlen veszteség aránya. Egy külön számításban a szerzők azt becsülik, hogy a bánya területén közvetlenül kivágott minden hektárra öt éven belül további **33.9 hektár** sűrű erdő telephelyen kívüli elvesztése jutott. Ennek a többletveszteségnek a legnagyobb részét a bánya létrehozása által kiváltott mezőgazdasági terjeszkedéshez kötötték; a települések növekedése szintén fontos volt, az utak kisebb részt képviseltek.

Ez a szám is időspecifikus: ötéves telephelyen kívüli/közvetlen arány. Nem szabad összekeverni a

tízéves, 0–100-as skálán mért hatásokkal.

A hatás nem volt mindenhol egyforma. A tanulmány különösen súlyos aggodalmat jelez a Kongói Demokratikus Köztársaság esetében, mert ott nagy közvetlen bányászati terület társult nagy telephelyen kívüli többletveszteséggel. Más országokban magas relatív külső hatást találtak, de kisebb közvetlen bányászati lábnyom mellett. Nyersanyag szerint a kobaltot és rezet kitermelő bányák — az akkumulátorokhoz, elektromos infrastruktúrához és energiaátmenethez kulcsfontosságú ásványok — okozták a legnagyobb összes becsült többleterdőirtást.

Miért számít a telephelyen kívüli rész?

A környezeti hatásvizsgálat gyakran a projekt közvetlen határával kezdődik. Ez érthető. A fejtés látható, az engedélynek van kerülete, a vállalat le tudja írni, milyen infrastruktúrát épít.

Az erdők azonban nem csak a jogi határokra reagálnak. A hozzáférésre és az ösztönzőkre is. Egy bánya utakat, munkásokat, pénzt, településeket és élelmiszer-keresletet hozhat. Ettől a közeli erdő könnyebben elérhetővé, jövedelmezőbbé vagy szükségesebbé válhat az irtás számára.

Ezért a tanulmány legerősebb gondolata nem egyetlen szám, hanem a **közvetlen** és a **kiváltott** veszteség megkülönböztetése.

Ha egy ellátási lánc csak a bánya közvetlen területét számolja, alábecsülheti a kitermelés által okozott földhasználat-változást. Ha egy környezeti hatásvizsgálat megáll a bérleti terület határán, kihagyhatja azt az erdőveszteséget, amelyet a projekt valószínűbbé tesz. És ha egy terméket azért neveznek tisztának, mert megújuló energiát támogat, attól az anyagi ellátási lánca még nem válik automatikusan tisztává.

Mit *nem* bizonyít ez?

- **Nem** mutatja, hogy az energiaátmenet rossz. Azt mutatja, hogy a modern infrastruktúrához — köztük az energiaátmenethez — szükséges ásványok nagy földhasználati költségekkel járhatnak.
- **Nem** jelenti, hogy minden bánya pontosan 33.9 hektár külső veszteséget okoz minden közvetlenül kivágott hektárra. Ez sok bányaklaszter átlagos becslése, nem egy konkrét projektre szóló előrejelzés.
- **Nem** bizonyítja, hogy minden bánya közelében kivágott fát az adott bánya miatt vágtak ki. A tanulmány kvázi-kísérleti módszerrel populációs léptékű többletveszteséget becsül.
- **Nem** rendel felelősséget egyes vállalatokhoz, engedélyekhez vagy vásárlókhoz. Ehhez projektszintű nyomon követésre lenne szükség.
- **Nem** fedi le a bányászat minden hatását. A vízszennyezés, munkakörülmények, élőhely-fragmentáció, jogviták és társadalmi kitelepítés kívül esnek a fő erdőveszteségi mérésen.
- **Nem** az egész világot vizsgálja. Az elemzés a Szaharától délre fekvő Afrika sűrű erdeire összpontosít.

Mennyire erős a bizonyíték?

A közvetlen erdőirtás becslésére a bizonyíték kontinensléptékben erős. A tanulmány publikált földhasználati és erdőborítási adatokat használ a bányászati objektumokhoz közvetlenül kapcsolódó erdőveszteség azonosítására.

A további telephelyen kívüli veszteségre szintén jelentős a bizonyíték, de modellalapú. A difference-in-differences módszert megfigyelési adatokból származó oksági hatások becslésére tervezték, különösen ott, ahol randomizált kísérlet lehetetlen. A szerzők korszerű, heterogenitással szemben robusztus módszereket alkalmaznak, és alternatív becslőkkel is ellenőrzik az eredményeket. Ez jó gyakorlat.

Az eredményt azonban a megfelelő léptékben kell olvasni. A tanulmány erős bizonyíték arra, hogy a vizsgált rendszerben a bányák létrehozása a közvetlen bányaterületen túli többleterdőirtással jár együtt. Nem minden egyes kivágott fa műholdas „vallomása”.

A leghasznosabb nyilvános olvasat ezért sem pánik, sem elutasítás. Hanem mérési fegyelem: ha a bányászat megnyit egy tájat, a hatásvizsgálatnak a kerítésen túlra is kell néznie.

Miért fontos?

A „tiszta energia” kifejezés könnyen elrejti az anyagi világot. Napelemekhez, akkumulátorokhoz, távvezetékekhez, elektromos járművekhez és adatközpontokhoz mind bányászott anyagok kellenek. Ezek egy része globálisan fontos erdőkkel és biodiverzitással rendelkező térségekből érkezik.

Ettől a dekarbonizáció nem válik hibává. Az alternatíva — a fosszilis tüzelőanyagoktól való további függés — maga is óriási föld-, levegő-, víz- és klímaköltségekkel jár. Azt viszont jelenti, hogy egy átmenet lehet tisztább a fosszilis rendszernél anélkül, hogy automatikusan tiszta volna.

A tanulmány értéke, hogy a rejtett földrajzot nehezebb figyelmen kívül hagyni. Azt mondja: ne csak a fejtést számold. Számold az erdő változásait körülötte. Számold az utakat, gazdaságokat és településeket, amelyek a kitermelést követik. Építsd be a telephelyen kívüli erdőirtást a környezeti hatásvizsgálatokba, a „nettó veszteség nélküli” vállalásokba és a zéró erdőirtású ellátási láncokba.

Ez felnőttebb történet annál, hogy „a zöld ásványok jók” vagy „a zöld ásványok rosszak”. A lényeg: az átmenet anyagi alapjának következményei vannak, és ezeknek láthatóvá kell válniuk, mielőtt az ellátási lánc tisztának nevezi magát.

Röviden

Egy Nature-tanulmány **16,627 bányaklasztert** elemzett a Szaharától délre fekvő Afrika sűrű erdeiben 2001 és 2020 között. A fejtésekhez, zagytározókhoz és meddőhányókhoz hasonló bányászati objek-

tumok miatt **187,070 hektár** közvetlen erdőirtást becsül. Difference-in-differences keretrendszerrel a szerzők a bányák körüli többleterdőirtást is megbecsülték nem bányászott területekhez képest: tíz év után az 1 km-en belüli kumulatív erdőirtás **8 ponttal magasabb volt egy 0–100-as skálán**, és a hatás 20 km-ig kimutatható maradt. Egy külön ötéves számítás szerint a bánya által közvetlenül kiirtott minden hektárhoz átlagosan **33.9 hektár** további, telephelyen kívüli sűrűerdő-veszteség társult, főként mezőgazdasági és települési terjeszkedés révén. A kobaltot és rezet kitermelő bányák adták a legnagyobb összes többleterdőirtást a vizsgálatban. Az eredmény nem azt mutatja, hogy az energiaátmenet rossz. Azt mutatja, hogy az ásványi ellátási láncok földhasználati költségei jóval túlterjedhetnek a bánya közvetlen területén.

Tárgyilagos mérleg

Amit a tanulmány megmutat: A Szaharától délre fekvő Afrika sűrű erdeiben a bányászat 2001 és 2020 között jelentős közvetlen erdőveszteséget okozott; a bányák létrehozását többleterdőirtás követte a környező területeken a nem bányászott helyekhez képest; a külső veszteség nagyságrendekkel meghaladhatja a közvetlen bányaterületet; és ebben az adathalmazban egyes energiaátmeneti ásványok nagy összes többleterdőirtással társulnak.

Ami valószínű, de nincs bizonyítva: Hogy sok egyedi bánya telephelyen kívüli hatása nagyobb, mint amit engedélyezési határa sugall; hogy szigorúbb környezeti hatásvizsgálatok és ellátásiláncszabályok e veszteség egy részét csökkenthetnék; illetve hogy más trópusi bányászati régiókban is fontosak lehetnek hasonló rejtett külső hatások.

Amit nem mutat meg: Hogy minden bányászat egyformán káros; hogy minden közeli erdőveszteséget egy konkrét bánya okoz; hogy az energiaátmenet rossz; hogy projektszintű nyomon követés nélkül egyes vállalatok vagy vásárlók felelősek konkrét veszteségekért; vagy hogy az erdőirtás az egyetlen fontos környezeti vagy társadalmi költség.

Fő korlátok: Megfigyelési adatokból végzett oksági következtetés randomizált bizonyíték helyett; kontinensléptékű becslések projektszintű attribúció helyett; a Szaharától délre fekvő Afrika sűrű erdeire korlátozott fókusz; a közvetlen és külső hatások függnek az adatminőségtől, a bányadetektálástól és a modellfeltételezésektől.

Mekkora bizalommal kezelje ezt egy általános olvasó? Nagy bizalommal azt, hogy a közvetlen bányászati erdőirtás jelentős a vizsgált régióban. Jó bizalommal azt, hogy a bányák létrehozása populációs léptékben további telephelyen kívüli erdőirtással függ össze. Kisebb bizalommal a 33.9:1 átlagos arány alkalmazását bármely konkrét bányára. A megfelelő hozzáállás: az ásványi ellátási láncok lehetnek szükségesek, miközben továbbra is őszinte elszámolást igényelnek a fejtés határain túl.

Források

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