The Clean Paper

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

Kaivos raivaa enemmän kuin kaivosalueen — louhinnan ympärille kätkeytyvä metsäkato

Nature-tutkimus 16,627 kaivosryppäästä Saharan eteläpuolisessa Afrikassa arvioi, että tiheissä metsissä tapahtunut kaivostoiminta aiheutti noin 187,000 hehtaaria suoraa metsäkatoa vuosina 2001–2020, mutta suurempi tarina on kaivosalueen ulkopuolella. Verrattuna louhimattomiin alueisiin metsäkato oli kymmenen vuoden kuluttua 8 pistettä korkeampi 0–100-asteikolla 1 km:n säteellä kaivoksesta, ja vaikutuksia näkyi 20 km:iin asti. Keskimäärin jokaiseen kaivoksen suoraan raivaamaan hehtaariin liittyi viiden vuoden sisällä 33.9 lisähehtaaria kaivosalueen ulkopuolista metsäkatoa. Se ei tarkoita, että energiasiirtymä olisi huono. Se tarkoittaa, että mineraalien toimitusketjuilla on maantiede ja niiden metsäkulut ovat usein kaivoskuoppaa suuremmat.

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

Jalanjälki ei ole vain aukko metsässä

Kaivoksella on ilmeinen muoto. Avolouhos, rikastushiekka-allas, sivukivikasa, metsään leikattu tie. Ne ovat jälkiä, jotka satelliitti näkee ja joiden ympärille viranomainen voi piirtää rajan.

Louhinta muuttaa kuitenkin myös ympäröivää maata. Ihmisiä saapuu. Tiet tekevät metsään pääsystä helpompaa. Asutukset kasvavat. Maatalous laajenee. Kaivos ei ole vain arpi kartalla; siitä voi tulla uusi vetovoimakeskus.

Nature-lehden tutkimus antaa tälle erolle lukuja Saharan eteläpuolisessa Afrikassa. Tutkijat arvioivat kaivostoiminnan suoraan aiheuttamaa metsäkatoa tiheissä metsissä vuosina 2001–2020 ja kysyivät sitten, kuinka paljon enemmän metsää katoaa kaivosten ympäriltä verrattuna samankaltaisiin paikkoihin, joita ei vielä ollut louhittu. Johtopäätös on yksinkertainen ja epämukava: suora kaivosalue on vain näkyvä osa.

Luonnollisen värinen Landsat-kuva näyttää suuren mittakaavan ja pienimuotoisen kullankaivuun jälkiä Ghanan Ashanti-kultavyöhykkeellä. Tässä käsitelty tutkimus kysyy, kuinka kauas kaivostoimintaan liittyvä metsäkato ulottuu varsinaisen kaivosalueen ulkopuolelle.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

Tulos on hyödyllinen ilmasto- ja biodiversiteettipolitiikalle, koska se pitää kaksi ajatusta samassa kuvassa. Moderni infrastruktuuri ja energiasiirtymä tarvitsevat mineraaleja. Mineraalit eivät kuitenkaan tule tyhjästä. Selkeä kysymys ei ole iskulause ”onko kaivostoiminta hyvää vai pahaa”, vaan mitataanko koko metsävaikutus rehellisesti.

Mitä tutkijat tekivät

Tutkimus yhdistää koko mantereen mittakaavan metsä- ja maankäyttöaineistoja kausaalipäättelyn asetelmaan. Tutkijat kartoittivat **16,627 kaivosrypästä** Saharan eteläpuolisen Afrikan metsäalueilla vuosina 2001–2020. He erottivat kaksi metsäkadon tyyppiä.

Ensimmäinen on **kaivostoiminnan suoraan aiheuttama metsäkato**: raivaus itse kaivosalueella, mukaan lukien avolouhokset, rikastushiekka-altaat, sivukivikasat, kuilut ja muut suoraan kaivostoimintaan liittyvät rakenteet.

Toinen on **kaivosalueen ulkopuolinen metsäkato**: kaivoksen ympärillä tapahtuva metsän menetys, joka ei ole itse louhos mutta jonka kaivoksen perustaminen voi käynnistää oheistoimintojen kautta — maatalouden, asutuksen, teiden ja muun saavutettavuuden.

Toisen osan arvioimiseen tutkijat käyttivät difference-in-differences-asetelmaa. Tavallisin sanoin he vertasivat kaivosten ympäristön metsäkatoa ennen ja jälkeen kaivostoiminnan alkamisen samankaltaisiin alueisiin, joita ei vielä ollut louhittu. Sen jälkeen he tarkastelivat samankeskisiä etäisyysvyöhykkeitä kaivoksen keskustasta: 1 km:n sisällä, 1–5 km, 5–10 km ja 10–20 km.

Asetelmalla on merkitystä, koska tutkimus ei vain laske kaivosten lähellä kadonnutta metsää. Se yrittää arvioida kaivoksen perustamisesta johtuvaa *lisämenetystä* verrattuna siihen, miten louhimattoman alueen olisi odotettu kehittyvän.

Mitä he löysivät

Suora kaivosperäinen menetys oli suuri. Saharan eteläpuolisen Afrikan tiheissä metsissä tutkijat arvioivat vuosien 2001–2020 suoraksi kaivostoiminnan aiheuttamaksi metsäkadoksi **187,070 hehtaaria**. Kongon demokraattinen tasavalta, Ghana ja Norsunluurannikko muodostivat yhdessä **45%** tästä suorasta menetyksestä.

Ympäröivä menetys oli varsinaista jalanjälkeä suurempi. Kymmenen vuotta kaivoksen perustamisen jälkeen kumulatiivinen metsäkato 1 km:n sisällä oli **8 pistettä korkeampi 0–100-asteikolla** kuin louhimattomilla alueilla. Kyse on metsäkatoasteen absoluuttisesta erosta, ei 8% suhteellisesta kasvusta. Vaikutus heikkeni etäisyyden kasvaessa mutta ei kadonnut: kymmenen vuoden jälkeen tutkimus arvioi lisäeroiksi 3.6 pistettä 1–5 km:n, 1.9 pistettä 5–10 km:n ja 1.1 pistettä 10–20 km:n etäisyydellä.

Nämä luvut ovat aikaan sidottuja. Ne ovat kymmenen vuoden vaikutuksia, eivät välittömiä menetyksiä.

Kaivosalueen ulkopuolisen ja suoran menetyksen suhde oli huomattava. Erillisessä laskelmassa tutkijat arvioivat, että jokaista kaivoksen suoraan raivaamaa hehtaaria kohti menetettiin viiden vuoden sisällä keskimäärin **33.9 hehtaaria** lisää tiheää metsää kaivosalueen ulkopuolella. Suurin osa tästä lisämenetyksestä liittyi kaivoksen perustamisen käynnistämään maatalouden laajenemiseen; myös asutuksen kasvu oli tärkeää, ja tiet muodostivat heidän erittelyssään pienemmän osuuden.

Myös tämä luku on aikaan sidottu: se on viiden vuoden suhde kaivosalueen ulkopuolisen ja suoran metsäkadon välillä. Sitä ei pidä sekoittaa kymmenen vuoden 0–100-asteikon vaikutuksiin.

Vaikutus ei ollut sama kaikkialla. Tutkimus nostaa Kongon demokraattisen tasavallan erityisen huolen kohteeksi, koska siellä yhdistyivät suuri suora kaivosjalanjälki ja suuri lisämetsäkato sen ulkopuolella. Muissa maissa suhteellinen ulkopuolinen vaikutus oli suuri mutta suora jalanjälki pienempi. Hyödykkeittäin tarkasteltuna kobolttia ja kuparia louhivat kaivokset — akuille, sähköinfrastruktuurille ja energiasiirtymälle keskeisiä mineraaleja — aiheuttivat tutkimuksen arvioissa suurimman kokonaismäärän lisämetsäkatoa.

Miksi kaivosalueen ulkopuolinen osa on tärkeä

Ympäristövaikutusten arviointi alkaa usein suoran hankealueen rajalta. Se on ymmärrettävää. Louhos näkyy, luvalla on rajat ja yhtiö pystyy kuvaamaan rakentamansa infrastruktuurin.

Metsät eivät kuitenkaan reagoi vain juridisiin rajoihin. Ne reagoivat saavutettavuuteen ja kannustimiin. Kaivos voi tuoda teitä, työntekijöitä, rahaa, asutusta ja ruoankysyntää. Sen seurauksena lähimetsästä voi tulla helpommin saavutettavaa, kannattavampaa tai välttämättömämpää raivata.

Siksi tutkimuksen vahvin idea ei ole yksi luku. Se on ero **suoran** ja **käynnistyneen** menetyksen välillä.

Jos toimitusketju laskee vain kaivosalueen, se voi aliarvioida louhinnan käynnistämää maankäytön muutosta. Jos ympäristövaikutusten arviointi pysähtyy vuokra- tai lupa-alueen rajaan, se voi jättää huomiotta metsäkadon, jonka hanke tekee todennäköisemmäksi. Ja jos tuotetta markkinoidaan puhtaana siksi, että se palvelee uusiutuvaa energiaa, se ei automaattisesti tee materiaaliketjusta puhdasta.

Mitä tämä *ei* todista

- Se **ei** osoita, että energiasiirtymä olisi huono. Se osoittaa, että modernin infrastruktuurin ja energiasiirtymän mineraaleihin voi liittyä suuria maankäyttökustannuksia.
- Se **ei** tarkoita, että jokainen kaivos aiheuttaa täsmälleen 33.9 hehtaaria ulkopuolista metsäkatoa jokaista suoraa hehtaaria kohden. Se on suuren kaivosrypäsjoukon keskimääräinen arvio, ei yhden hankkeen ennuste.
- Se **ei** todista, että jokainen kaivoksen lähellä kaadettu puu kaadettiin juuri kaivoksen vuoksi. Tutkimus käyttää kvasi-kokeellista asetelmaa arvioidakseen lisämenetystä populaatiotasolla.
- Se **ei** jaa vastuuta yksittäisille yhtiöille, luville tai ostajille. Se vaatisi hankekohtaista jäljitystä tämän artikkelin ulkopuolella.
- Se **ei** kata kaikkia kaivostoiminnan vaikutuksia. Veden saastuminen, työolot, biodiversiteetin pirstoutuminen, oikeuskiistat ja sosiaalinen siirtyminen ovat tämän metsäkatoanalyysin ulkopuolella.
- Se **ei** kata koko maailmaa. Analyysi keskittyy Saharan eteläpuolisen Afrikan tiheisiin metsiin.

Kuinka vahvaa näyttö on?

Suoran metsäkadon arvion osalta näyttö on mantereen mittakaavassa vahvaa. Tutkimus käyttää julkaistuja maankäyttö- ja metsäpeiteaineistoja tunnistaakseen kaivostoiminnan rakenteisiin suoraan liittyvän metsän menetyksen.

Kaivosalueen ulkopuolisen lisämenetyksen näyttö on myös huomattavaa, mutta se perustuu malliin. Difference-in-differences on suunniteltu kausaalivaikutusten arvioimiseen havaintoaineistosta erityisesti silloin, kun satunnaistettu koe on mahdoton. Tutkijat käyttävät uusia heterogeenisuutta kestäviä menetelmiä ja testaavat tulosten robustisuutta vaihtoehtoisilla estimaattoreilla. Se on hyvää käytäntöä.

Tulos pitää silti lukea oikeassa mittakaavassa. Tutkimus tarjoaa vahvaa näyttöä siitä, että kaivoksen perustamiseen liittyy tutkimusjärjestelmässä ylimääräistä metsäkatoa varsinaisen kaivosalueen ulkopuolella. Se ei ole jokaisen yksittäisen puun satelliitista tallennettu tunnustus.

Hyödyllisin julkinen tulkinta ei siis ole paniikki eikä vähättely. Se on mittauskuria: jos kaivostoiminta avaa maiseman, vaikutusarvioinnin pitää katsoa aidan yli.

Miksi tällä on merkitystä

Ilmaus ”puhdas energia” voi kätkeä materiaalisen maailman. Aurinkopaneelit, akut, siirtolinjat, sähköautot ja datakeskukset tarvitsevat kaikki louhittuja materiaaleja. Osa niistä tulee alueilta, joilla on maailmanlaajuisesti tärkeitä metsiä ja biodiversiteettiä.

Se ei tee hiilestä irtautumisesta virhettä. Vaihtoehdolla — jatkuvalla riippuvuudella fossiilisista polttoaineista — on omat valtavat maa-, ilma-, vesi- ja ilmastokustannuksensa. Se tarkoittaa kuitenkin, että siirtymä voi olla fossiilijärjestelmää puhtaampi olematta automaattisesti puhdas.

Tutkimuksen arvo on siinä, että piilossa oleva maantiede on vaikeampi ohittaa. Se sanoo: älä laske vain louhosta. Laske sen ympärillä tapahtuvat metsämuutokset. Laske louhintaa seuraavat tiet, pellot ja asutukset. Sisällytä kaivosalueen ulkopuolinen metsäkato ympäristövaikutusten arviointeihin, no-net-loss-väitteisiin ja metsäkadottomiin toimitusketjuihin.

Se on aikuisempi tarina kuin ”vihreät mineraalit ovat hyviä” tai ”vihreät mineraalit ovat pahoja”. Materiaalinen siirtymä aiheuttaa seurauksia, ja seuraukset pitää tehdä näkyviksi ennen kuin toimitusketju kutsuu itseään puhtaaksi.

Lyhyesti

Nature-tutkimus analysoi 16,627 kaivosrypästä Saharan eteläpuolisen Afrikan tiheissä metsissä vuosina 2001–2020. Se arvioi kaivosten rakenteiden, kuten avolouhosten, rikastushiekka-altaiden

ja sivukivikasojen, aiheuttaneen **187,070 hehtaaria** suoraa metsäkatoa. Difference-in-differences-kehyksellä tutkijat arvioivat myös lisämetsäkatoa kaivosten ympärillä verrattuna louhimattomiin alueisiin: kymmenen vuoden jälkeen kumulatiivinen metsäkato oli **8 pistettä korkeampi 0–100-asteikolla** 1 km:n sisällä ja pysyi koholla 20 km:iin asti. Erillisessä viiden vuoden laskelmassa jokaiseen suoran kaivosmetsäkadon hehtaariin liittyi keskimäärin **33.9 hehtaaria** ylimääräistä tiheän metsän menetystä kaivosalueen ulkopuolella, enimmäkseen maatalouden ja asutuksen laajenemisen kautta. Kobolttia ja kuparia louhivat kaivokset muodostivat tutkimuksessa suurimman kokonaismäärän ylimääräistä metsäkatoa. Tulos ei osoita, että energiasiirtymä olisi huono. Se osoittaa, että mineraalien toimitusketjujen maankäyttökustannukset ulottuvat kaivosalueen ulkopuolelle.

Ei-hölynpölyä-tarkistus

Mitä tutkimus osoittaa: Kaivostoiminta Saharan eteläpuolisen Afrikan tiheissä metsissä aiheutti huomattavaa suoraa metsäkatoa vuosina 2001–2020; kaivoksen perustamista seurasi lisämetsäkatoa sen ympärillä verrattuna louhimattomiin alueisiin; ulkopuolinen menetys voi olla paljon suoraa jalanjälkeä suurempi; ja joihinkin energiasiirtymän mineraaleihin liittyy tässä aineistossa suuri kokonaislisämetsäkato.

Mikä on uskottavaa mutta todistamatta: Että monien yksittäisten kaivosten ulkopuoliset vaikutukset ovat lupa-alueita suurempia; että tiukemmat ympäristövaikutusten arvioinnit ja toimitusketjusäännöt voisivat vähentää osaa menetyksestä; että samankaltaiset piilossa olevat ulkopuoliset vaikutukset voivat olla merkittäviä muilla trooppisilla kaivosalueilla.

Mitä tutkimus ei osoita: Että kaikki kaivostoiminta olisi yhtä vahingollista; että jokainen lähialueen metsäkato johtuu tietystä kaivoksesta; että energiasiirtymä olisi huono; että yksittäinen yhtiö tai ostaja olisi vastuussa tietystä menetyksestä ilman hankekohtaista jäljitystä; tai että metsäkato olisi ainoa merkittävä ympäristö- tai sosiaalinen kustannus.

Tärkeimmät rajoitukset: Havaintoaineistoon perustuva kausaalipäättely satunnaistetun näytön sijasta; mantereen laajuiset arviot hankekohtaisen attribuution sijasta; keskittyminen Saharan eteläpuolisen Afrikan tiheisiin metsiin; suorat ja ulkopuoliset vaikutukset riippuvat datan laadusta, kaivosten tunnistamisesta ja mallioletuksista.

Kuinka paljon yleislukijan kannattaa luottaa tulokseen? Korkealla varmuudella suora kaivosmetsäkato tutkimusalueella on huomattavaa. Hyvällä varmuudella kaivoksen perustamiseen liittyy populaatiotasolla ylimääräistä metsäkatoa sen ulkopuolella. Vähäisemmällä varmuudella keskimääräistä 33.9:1-suhdetta voi soveltaa yhteen tiettyyn kaivokseen. Oikea asenne: mineraalien toimitusketjut voivat olla tarpeellisia ja silti vaatia rehellistä arviota myös kaivoskuopan ulkopuolisista vaikutuksista.

Lähteet

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