The Clean Paper

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

Kasyba išvalo daugiau nei kasyklos plotą — paslėptas miškų nykimas aplink gavybą

„Nature“ tyrime išanalizuoti 16 627 kasyklų telkiniai Afrikoje į pietus nuo Sacharos. 2001–2020 m. tankiuose miškuose tiesiogiai dėl kasybos prarasta apie 187 000 hektarų, tačiau didesnė istorijos dalis yra už kasyklos ribų. Po dešimties metų iki 1 km nuo kasyklos miškų naikinimas buvo 8 punktais didesnis 0–100 skalėje nei nekastose vietose, o poveikis išliko iki 20 km. Atskirame penkerių metų skaičiavime vienam tiesiogiai iškirstam hektarui teko vidutiniškai 33,9 hektaro papildomo miško nuostolio už kasyklos ribų. Tai nereiškia, kad energetikos transformacija bloga. Tai reiškia, kad mineralų tiekimo grandinės turi geografiją, o jų kaina miškams dažnai didesnė už patį karjerą.

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

Pėdsakas nesibaigia miško duobe

Kasykla turi akivaizdų kontūrą: karjeras, atliekų tvenkinys, sąvarta, per mišką nutiestas kelias. Tai palydovui matomi ir leidimuose apibrėžiami pėdsakai.

Tačiau gavyba keičia ir aplinkinį kraštovaizdį. Atvyksta žmonių. Keliai padaro mišką lengviau pasiekiamą. Plečiasi gyvenvietės ir žemdirbystė. Kasykla gali tapti ne tik randu žemėlapyje, bet ir nauju ekonominės traukos centru.

„Nature“ straipsnyje šis skirtumas įvertintas visoje Afrikoje į pietus nuo Sacharos. Autoriai apskaičiavo tiesioginį kasybos sukeltą tankių miškų naikinimą 2001–2020 m. ir tada klausė, kiek papildomo miško prarandama aplink kasyklas, palyginti su panašiomis vietomis, kurios dar nebuvo eksploatuojamos. Išvada paprasta ir nepatogi: tiesioginis kasyklos plotas yra tik matoma dalis.

Natūralių spalvų Landsat vaizde matyti didelės ir amatininkiškos aukso gavybos palikti plotai Ganos Ašanti aukso juostoje. Šiame tyrime klausiama, kiek su kasyba susijęs miškų nykimas tęsiasi už tiesioginės kasyklos ribos.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

Rezultatas svarbus klimato ir biologinės įvairovės politikai, nes viename vaizde išlaiko dvi mintis. Šiuolaikinei infrastruktūrai ir energetikos transformacijai reikia mineralų. Tačiau mineralai neatsiranda iš niekur. Naudingas klausimas nėra šūkis „kasyba gera ar bloga“. Klausimas – ar visas jos poveikis miškams apskaitomas sąžiningai.

Ką padarė autoriai

Tyrime žemyno masto miškų ir žemėnaudos duomenys sujungti su priežastinio poveikio vertinimo metodu. Autoriai 2001–2020 m. Afrikos į pietus nuo Sacharos miškingose vietovėse sužymėjo **16 627 kasyklų telkinius** ir atskyrė dvi miško nykimo rūšis.

Pirmoji – **tiesioginis kasybos sukeltas miškų naikinimas**: miško pašalinimas pačiame kasyklos plote, įskaitant karjerus, atliekų tvenkinius, sąvartas, šachtas ir kitą tiesiogiai su gavyba susijusią infrastruktūrą.

Antroji – **miškų naikinimas už kasyklos ribų**: miško praradimas aplink kasyklą, kuris nėra pats karjeras, bet gali būti paskatintas kasyklos atsiradimo – žemdirbystės, gyvenviečių, kelių ir kitos prieigos plėtros.

Antrajai daliai vertinti autoriai taikė „difference-in-differences“ metodą. Paprastai tariant, jie lygino miškų nykimą aplink kasyklas prieš ir po gavybos pradžios su miškų nykimu panašiose vietose, kuriose kasyba tuo metu dar nebuvo prasidėjusi. Poveikis vertintas koncentrinėse zonose nuo kasyklos centro: iki 1 km, 1–5 km, 5–10 km ir 10–20 km.

Tai svarbu, nes straipsnis ne vien suskaičiuoja šalia kasyklų išnykusį mišką. Jis bando įvertinti papildomą nuostolį, kurį galima priskirti kasyklos atsiradimui, palyginti su tuo, kaip miškas būtų kitęs be jos.

Ką jie nustatė

Tiesioginis miško praradimas buvo didelis. Tankiuose Afrikos į pietus nuo Sacharos miškuose autoriai 2001–2020 m. apskaičiavo **187 070 hektarų** tiesioginio kasybos sukelto miškų naikinimo. Kongo Demokratinei Respublikai, Ganai ir Dramblio Kaulo Krantui kartu teko **45%** šio tiesioginio nuostolio.

Aplinkinis nuostolis buvo didesnis už patį kasyklos plotą. Praėjus dešimčiai metų nuo kasyklos atsiradimo, iki 1 km atstumu sukauptas miškų nykimas buvo **8 punktais didesnis 0–100 skalėje** nei nekastose teritorijose. Tai absoliutus miškų naikinimo rodiklio skirtumas, o ne 8% santykinis padidėjimas. Didėjant atstumui poveikis silpnėjo, bet neišnyko: po dešimties metų papildomas skir-

tumas buvo 3,6 punkto 1–5 km zonoje, 1,9 punkto 5–10 km zonoje ir 1,1 punkto 10–20 km zonoje.

Šie skaičiai susieti su konkrečiu laikotarpiu: tai **dešimties metų**, o ne momentinis poveikis.

Santykis tarp nuostolio už kasyklos ribų ir tiesioginio nuostolio buvo ryškus. Atskirame skaičiavime autoriai įvertino, kad vienam hektarui miško, tiesiogiai iškirsto kasyklos plote, per penkerius metus teko vidutiniškai dar **33,9 hektaro** tankaus miško nuostolio už kasyklos ribų. Didžioji šio papildomo nuostolio dalis buvo siejama su kasyklos paskatinta žemdirbystės plėtra; svarbios buvo ir gyvenvietės, o kelių dalis jų išskaidyme mažesnė.

Ir šis skaičius turi savo laikotarpį: tai **penkerių metų** santykis. Jo negalima maišyti su aukščiau pateiktais dešimties metų 0–100 skalės efektais.

Poveikis skirtingose vietose nevienodas. Kongo Demokratinė Respublika išsiskyrė tuo, kad joje didelis tiesioginis kasybos plotas derėjo su dideliu papildomu miško nykimu aplink kasyklas. Kai kurios kitos šalys turėjo didelį santykinį aplinkinį poveikį, bet mažesnį tiesioginį plotą. Pagal išgaunamas žaliavas didžiausią bendrą papildomą miškų naikinimą tyrime sukėlė kobalto ir vario kasyklos – mineralų, svarbių baterijoms, elektros infrastruktūrai ir energetikos transformacijai.

Kodėl svarbi dalis už kasyklos ribų

Poveikio aplinkai vertinimas dažnai prasideda nuo tiesioginės projekto ribos. Tai suprantama: karjeras matomas, leidimas turi perimetrą, o įmonė gali aprašyti planuojamą infrastruktūrą.

Tačiau miškai nereaguoja į teisines ribas. Jie reaguoja į prieigą ir ekonominius paskatinimus. Kasykla gali atnešti kelių, darbuotojų, pinigų, gyvenviečių ir maisto paklausą. Dėl to aplinkinį mišką gali būti lengviau, pelningiau ar tiesiog būtiniau paversti kita žemėnauda.

Todėl stipriausia straipsnio mintis yra ne vienas skaičius, o skirtumas tarp **tiesioginio** ir **paskatinto** nuostolio.

Jei tiekimo grandinė skaičiuoja tik kasyklos plotą, ji gali smarkiai neįvertinti dėl gavybos atsiradusio žemėnaudos pokyčio. Jei poveikio aplinkai vertinimas baigiasi ties nuomos ar leidimo riba, jis gali praleisti miško nykimą, kurį projektas padaro labiau tikėtiną. O tai, kad produktas padeda atsinaujinančiai energetikai, savaime nepadaro jo žaliavų grandinės „švarios“.

Ko tai *neįrodo*

- Tai **nerodo, kad energetikos transformacija yra bloga**. Tyrimas rodo, kad moderniai infrastruktūrai, įskaitant energetikos transformaciją, naudojami mineralai gali turėti didelę žemėnaudos kainą.
- Tai **nereiškia, kad kiekviena kasykla vienam tiesiogiai iškirstam hektarui sukelia lygiai 33,9 hektaro papildomo nuostolio**. Tai didelio kasyklų rinkinio vidurkis, ne vieno konkretaus projekto

prognozė.
- Tai **neįrodo, kad kiekvienas šalia kasyklos prarastas medis iškirstas dėl tos kasyklos**. Tyrime kvazieksperimentiniu metodu įvertintas papildomas nuostolis visos populiacijos mastu.
- Tai **nepriskiria atsakomybės konkrečioms įmonėms, leidimams ar pirkėjams**. Tam reikėtų projekto lygmens atsekamumo, kurio šiame straipsnyje nėra.
- Tai **neapima visų kasybos padarinių**. Vandens tarša, darbo sąlygos, buveinių fragmentacija, teisių konfliktai ir gyventojų iškeldinimas nėra pagrindinis šio miškų tyrimo objektas.
- Tai **nėra pasaulinė analizė**. Tyrimas apsiriboja tankiais Afrikos į pietus nuo Sacharos miškais.

Kiek tvirti yra įrodymai?

Tiesioginio miškų naikinimo įverčiui įrodymai žemyno mastu stiprūs. Tyrime naudojami publikuoti žemėnaudos ir miškų dangos duomenų rinkiniai, pagal kuriuos nustatomas su kasybos objektais tiesiogiai susijęs miško praradimas.

Papildomo nuostolio už kasyklos ribų įrodymai taip pat rimti, bet jie remiasi modeliavimu. „Difference-in-differences“ metodas skirtas priežastiniam poveikiui vertinti iš stebėjimo duomenų, ypač kai atsitiktiniai eksperimentai neįmanomi. Autoriai naudoja šiuolaikinius metodus, atsparius poveikio nevienalytiškumui, ir tikrina rezultatų patvarumą alternatyviais įverčiais. Tai gera praktika.

Vis dėlto rezultatą reikia skaityti tinkamu masteliu. Straipsnis pateikia stiprių įrodymų, kad visoje tiriamoje sistemoje kasyklų atsiradimas susijęs su papildomu miškų naikinimu už tiesioginio kasyklos ploto. Tai nėra kiekvieno atskiro prarasto medžio „palydovinis prisipažinimas“.

Todėl naudingiausia vieša išvada nėra nei panika, nei numojimas ranka. Ji yra matavimo disciplina: jei kasyba atveria kraštovaizdį, poveikio vertinimas turi žiūrėti toliau už tvoros.

Kodėl tai svarbu

Sąvoka „švari energija“ gali paslėpti labai materialų pasaulį. Saulės moduliai, baterijos, elektros perdavimo linijos, elektromobiliai ir duomenų centrai reikalauja iškastų žaliavų. Dalis jų gaunama vietose, kuriose yra pasauliniu mastu svarbių miškų ir biologinės įvairovės.

Tai nereiškia, kad dekarbonizacija yra klaida. Alternatyva – tęsti priklausomybę nuo iškastinio kuro – taip pat turi milžinišką poveikį žemei, orui, vandeniui ir klimatui. Tačiau transformacija gali būti švaresnė už iškastinio kuro sistemą ir vis tiek nebūti savaime „švari“.

Šio straipsnio vertė ta, kad jis apsunkina galimybę ignoruoti paslėptą geografiją. Jo žinia: skaičiuokite ne tik karjerą. Skaičiuokite miško pokyčius aplink jį. Skaičiuokite kelius, laukus ir gyvenvietes, atsirandančius po gavybos. Papildomą miškų naikinimą įtraukite į poveikio aplinkai vertinimus, „jokio grynojo nuostolio“ pažadus ir tiekimo grandinių be miškų naikinimo taisykles.

Tai brandesnė istorija nei „žalieji mineralai geri“ arba „žalieji mineralai blogi“. Materialus trans-

formacijos pagrindas turi pasekmių, ir jos turi būti matomos prieš tiekimo grandinei pasivadinant švaria.

Trumpa santrauka

„Nature“ tyrimas išanalizavo 16 627 kasyklų telkinius tankiuose Afrikos į pietus nuo Sacharos miškuose 2001–2020 m. Apskaičiuota **187 070 hektarų** tiesioginio kasybos sukelto miškų naikinimo – dėl karjerų, atliekų tvenkinių, sąvartų ir kitos infrastruktūros. Taikydami „difference-in-differences“ metodą autoriai taip pat įvertino papildomą miškų nykimą aplink kasyklas: po dešimties metų iki 1 km atstumu sukauptas miškų naikinimas buvo **8 punktais didesnis 0–100 skalėje** nei nekastose vietose ir padidėjimas išliko iki 20 km. Atskirame penkerių metų skaičiavime kiekvienas tiesiogiai iškirstas hektaras buvo susijęs su vidutiniškai **33,9 hektaro** papildomo tankaus miško nuostolio už kasyklos ribų, daugiausia dėl žemdirbystės ir gyvenviečių plėtros. Didžiausią bendrą papildomą nuostolį tyrime sukėlė kobalto ir vario kasyklos. Tai nerodo, kad energetikos transformacija bloga. Tai rodo, kad mineralų tiekimo grandinių žemėnaudos kaina dažnai tęsiasi toliau už patį karjerą.

Be pagražinimų

Ką rodo straipsnis: Kasyba tankiuose Afrikos į pietus nuo Sacharos miškuose 2001–2020 m. sukėlė didelį tiesioginį miško praradimą; po kasyklų atsiradimo aplink jas miškų naikinimas buvo didesnis nei nekastose vietose; nuostolis už kasyklos ribų gali gerokai viršyti tiesioginį plotą; kai kurie energetikos transformacijai svarbūs mineralai šiame duomenų rinkinyje susiję su dideliu bendru papildomu miškų naikinimu.

Kas tikėtina, bet neįrodyta: Kad daug atskirų kasyklų daro didesnį poveikį už jų leidimuose apibrėžtą plotą; kad griežtesni poveikio vertinimai ir tiekimo grandinių taisyklės dalį nuostolio galėtų sumažinti; kad panašus paslėptas poveikis svarbus ir kituose tropinių miškų kasybos regionuose.

Ko tai nerodo: Kad visos kasyklos vienodai žalingos; kad kiekvieną netoliese prarastą miško plotą sukėlė konkreti kasykla; kad energetikos transformacija bloga; kad be projekto lygmens atsekamumo galima priskirti konkrečią žalą konkrečiai įmonei ar pirkėjui; ar kad miško praradimas yra vienintelė svarbi aplinkos ir socialinė kaina.

Pagrindiniai ribotumai: Stebėjimo duomenimis paremta priežastinė analizė, o ne atsitiktinis eksperimentas; žemyno masto įverčiai, ne konkrečių projektų atribucija; dėmesys tankiems Afrikos į pietus nuo Sacharos miškams; rezultatai priklauso nuo duomenų kokybės, kasyklų aptikimo ir modelio prielaidų.

Kiek pasitikėti? Daug – kad tiesioginis kasybos sukeltas miškų naikinimas tiriamame regione didelis. Gana daug – kad kasyklų atsiradimas populiacijos mastu susijęs su papildomu miško nykimu už jų ribų. Mažiau – taikant vidutinį 33,9:1 santykį vienai konkrečiai kasyklai. Tinkama išvada: mineralų tiekimo grandinės gali būti būtinos ir vis tiek reikalauti sąžiningos apskaitos toliau už karjero ribos.

Šaltiniai

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