The Clean Paper

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

Fótsporið er meira en gatið í skóginum

Gervihnattagögn frá Afríku sýna að skógareyðing vegna námuvinnslu nær langt út fyrir sjálft námusvæðið með vegum, byggðum og annarri óbeinni röskun. Áhrifin vaxa með tíma og fimm árum eftir opnun var afskógað svæði utan beins námufótspors 33,9 sinnum stærra en það beina. Rannsóknin mælir landslagsbreytingu, ekki eina einfalda orsök fyrir allri skógareyðingu í kringum námur.

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

Fótsporið er meira en gatið í skóginum

Náma hefur augljósa lögun. Opið námugryfja, úrgangstjörn, haugur af námuúrgangi, vegur skorinn inn í skóg. Þetta eru ummerkin sem gervitungl sér og eftirlitsaðili getur teiknað mörk utan um.

En vinnslan breytir líka landinu í kring. Fólk flytur að. Vegir gera skóginn aðgengilegri. Byggð vex. Landbúnaður þenst út. Náma er því ekki aðeins ör á korti; hún getur orðið ný þungamiðja í landslaginu.

Grein í *Nature* setur tölur á þennan mun um sunnanverða Afríku. Höfundarnir meta beina skógareyðingu af völdum námuvinnslu í þéttum skógum frá 2001 til 2020 og spyrja síðan hversu mikið viðbótartap skógar kemur fram í kringum námur miðað við sambærileg svæði þar sem námuvinnsla var ekki enn hafin. Niðurstaðan er einföld og óþægileg: hið beina námufótspor er aðeins sýnilegi hlutinn.

Landsat-mynd í náttúrulegum litum sýnir ummerki bæði stórfelldrar og handverkskenndrar gullvinnslu á Ashanti-gullbeltinu í Gana. Rannsóknin sem hér er fjallað um spyr hversu langt skógartap tengt námuvinnslu nær út fyrir sjálft námusvæðið.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

Þetta er gagnleg niðurstaða fyrir loftslags- og líffræðilega fjölbreytni, því hún heldur tveimur staðreyndum samtímis á lofti. Nútímainnviðir og orkuskipti þurfa steinefni. En þau koma ekki úr tómarúmi. Hreina spurningin er ekki hvort námuvinnsla sé „góð“ eða „slæm“ sem slagorð. Hún er hvort allur skógarkostnaðurinn sé mældur heiðarlega.

Hvað gerðu höfundarnir?

Rannsóknin sameinar gögn um skóga og landnotkun á meginlandsskala við orsakatengda tölfræðilega greiningu. Höfundarnir kortlögðu **16.627 námuklasa** á skógarsvæðum sunnan Sahara á árunum 2001–2020. Þeir greindu á milli tvenns konar skógartaps.

Fyrra formið er **bein skógareyðing af völdum námuvinnslu**: hreinsun innan sjálfs námufótsporsins, þar á meðal gryfjur, úrgangstjarnir, úrgangshaugar, námugöng og önnur mannvirki sem tengjast beint vinnslunni.

Hitt er **skógareyðing utan námusvæðisins**: skógartap í kringum námuna sem er ekki sjálf gryfjan, en getur verið hrundið af stað við stofnun námunnar með aukinni starfsemi — landbúnaði, byggð, vegum og öðru aðgengi.

Til að meta síðari hlutann notuðu höfundarnir svokallaða mismun-á-mismun-aðferð. Í einföldu máli báru þeir saman skógartap í kringum námur fyrir og eftir að vinnsla hófst við skógartap á svæðum sem voru sambærileg en höfðu ekki enn verið tekin undir námuvinnslu. Síðan skoðuðu þeir mismunandi fjarlægðarbelti frá miðju námunnar: innan 1 km, 1–5 km, 5–10 km og 10–20 km.

Þessi hönnun skiptir máli vegna þess að greinin er ekki aðeins að telja tré sem hverfa nálægt námum. Hún reynir að meta **viðbótartap sem rekja má til þess að námuvinnsla hefst**, miðað við þá þróun sem annars hefði líklega orðið á svipuðum, ónámnum svæðum.

Hvað fundu þeir?

Beina skógartapið var mikið. Í þéttum skógum sunnan Sahara meta höfundarnir **187.070 hektara** beina skógareyðingu vegna námuvinnslu á árunum 2001–2020. Lýðveldið Kongó, Gana og Fílabeinsströndin stóðu saman fyrir **45%** af þessu beina tapi.

Tapið í kringum námurnar var meira en sjálft fótsporið. Tíu árum eftir að náma var stofnuð var uppsöfnuð skógareyðing innan 1 km **8 stigum meiri á kvarða frá 0 til 100** en á ónámnum samanburðarsvæðum. Þetta er algildur munur á skógareyðingarhlutfalli, ekki 8% hlutfallsleg aukning. Áhrifin minnkuðu með fjarlægð en hurfu ekki: eftir tíu ár metur rannsóknin viðbótarmun upp á 3,6 stig í 1–5 km fjarlægð, 1,9 stig í 5–10 km og 1,1 stig í 10–20 km.

Þessar tölur eiga við um ákveðið tímabil. Þetta eru tíu ára áhrif, ekki tafarlaust tap.

Hlutfall taps utan svæðis og beins taps var sláandi. Í sérstakri útreikningum meta höfundarnir að fyrir hvern hektara sem var ruddur beint vegna námufótsporsins hafi að meðaltali **33,9 hektarar** af þéttum skógi til viðbótar tapast utan svæðisins innan fimm ára. Mest af þessu viðbótartapi tengdist útþenslu landbúnaðar sem fylgdi námustarfseminni; útþensla byggðar skipti einnig máli en vegir minna í sundurliðun þeirra.

Þessi tala er líka bundin tíma: hún er fimm ára hlutfall milli skógartaps utan svæðis og beins taps. Ekki á að blanda henni saman við tíu ára áhrifin á 0–100 kvarðanum.

Áhrifin voru ekki eins alls staðar. Rannsóknin vekur sérstaklega áhyggjur af Lýðveldinu Kongó vegna þess að þar fóru saman stórt beint námufótspor og mikið viðbótartap utan þess. Önnur lönd sýndu mikil hlutfallsleg áhrif utan námusvæðanna en minni bein fótspor. Þegar litið var til hráefna ollu námur sem vinna kóbalt og kopar — efni sem eru lykilhráefni í rafhlöður, rafinnviði og orkuskipti — mestu heildarviðbótarskógareyðingunni í mati rannsóknarinnar.

Hvers vegna skiptir tapið utan námusvæðisins máli?

Umhverfismat byrjar oft á beinum mörkum verkefnis. Það er skiljanlegt. Gryfjuna má sjá, leyfið hefur afmörkuð mörk og fyrirtæki getur lýst mannvirkjunum sem það hyggst byggja.

En skógar bregðast ekki aðeins við lagalegum mörkum. Þeir bregðast við aðgengi og hvötum. Náma getur fært með sér vegi, starfsfólk, peninga, byggð og eftirspurn eftir mat. Þá verður nálægur skógur auðveldari, arðbærari eða nauðsynlegri að ryðja.

Þess vegna er sterkasta hugmynd greinarinnar ekki ein tala heldur aðgreiningin milli **beins** taps og taps sem verkefnið **hrindir af stað**.

Ef aðfangakeðja telur aðeins sjálft námufótsporið getur hún vanmetið landnotkunarbreytinguna sem vinnslan veldur. Ef umhverfismat stöðvast við leyfismörkin getur það misst af skógarhöggi sem verkefnið gerir líklegra. Og þótt vara sé markaðssett sem hrein vegna þess að hún styður endurnýjanlega orku, gerir það hráefnakeðjuna ekki sjálfkrafa hreina.

Hvað sýnir þetta *ekki*?

- Það sýnir **ekki** að orkuskipti séu slæm. Það sýnir að steinefni sem notuð eru í nútímainnviði, þar með talin orkuskiptaefni, geta haft mikinn landnotkunarkostnað.
- Það þýðir **ekki** að hver einasta náma valdi nákvæmlega 33,9 hekturum af skógartapi utan svæðis fyrir hvern beinan hektara. Þetta er meðaltalsmat yfir stórt safn námuklasa, ekki spá fyrir tiltekið verkefni.
- Það sannar **ekki** að hvert tré sem hverfur nálægt námu hafi verið fellt vegna námunnar. Rannsóknin notar hálftilraunalega hönnun til að meta viðbótartap á þýðisskala.
- Hún úthlutar **ekki** ábyrgð til einstakra fyrirtækja, leyfa eða kaupenda. Til þess þyrfti rakningu á verkefnisstigi sem er utan efnis þessarar greinar.
- Hún nær **ekki** yfir öll áhrif námuvinnslu. Vatnsmengun, vinnuskilyrði, sundrun búsvæða, réttindaárekstrar og félagsleg tilfærsla eru ekki hluti af aðalmælingunni hér.
- Hún nær **ekki** yfir allan heiminn. Greiningin beinist að þéttum skógum sunnan Sahara.

Hversu sterk eru gögnin?

Fyrir beina skógareyðinguna eru gögnin sterk á meginlandsskala. Rannsóknin notar birt gagnasöfn um landnotkun og skógarþekju til að bera kennsl á skógartap sem tengist beint námumannvirkjum.

Fyrir viðbótartap utan svæðisins eru gögnin einnig veruleg, en niðurstaðan er líkanbundin. Mismun-á-mismun-aðferð er hönnuð til að meta orsakaáhrif úr athugunargögnum, sérstaklega þegar slembitilraunir eru ógerlegar. Höfundarnir nota nýlegar aðferðir sem eru þolnar gagnvart breytileika milli hópa og prófa niðurstöðurnar með öðrum matsaðferðum. Það er góð framkvæmd.

Samt þarf að lesa niðurstöðuna á réttum kvarða. Greinin gefur sterk rök fyrir því að stofnun námu tengist viðbótarskógareyðingu utan sjálfs námufótsporsins yfir rannsóknarkerfið í heild. Hún er ekki „játning frá gervitungli“ fyrir hvert einstakt tré.

Gagnlegasta opinbera túlkunin er því hvorki skelfing né afneitun. Hún er agi í mælingum: ef náma opnar landslagið þarf áhrifamatið að horfa út fyrir girðinguna.

Hvers vegna skiptir þetta máli?

Hugtakið „hrein orka“ getur falið efnislegan heim. Sólarrafhlöður, rafhlöður, flutningslínur, rafbílar og gagnaver þurfa öll hráefni úr námum. Sum þeirra koma frá svæðum með skóga og líffræðilega fjölbreytni sem skipta máli á heimsvísu.

Það gerir afkolefnisvæðingu ekki að mistökum. Valkosturinn — áframhaldandi háð jarðefnaeldsneyti — hefur gríðarlegan kostnað fyrir land, loft, vatn og loftslag. En það þýðir að umbreyting getur verið hreinni en jarðefnakerfið án þess að vera sjálfkrafa hrein.

Gildi þessarar greinar er að hún gerir falda landafræðina erfiðari að hunsa. Skilaboðin eru: teljið ekki aðeins gryfjuna. Teljið breytingarnar á skóginum í kring. Teljið vegina, akrana og byggðina sem fylgja vinnslunni. Takið skógareyðingu utan námusvæðis inn í umhverfismat, kröfur um ekkert nettótap og aðfangakeðjur sem lofa engri skógareyðingu.

Það er fullorðinslegri saga en „græn steinefni eru góð“ eða „græn steinefni eru slæm“. Hún er: efnislegur grunnur orkuskiptanna hefur afleiðingar, og þær þurfa að vera sýnilegar áður en aðfangakeðjan kallar sig hreina.

Í stuttu máli

Rannsókn í *Nature* greindi 16.627 námuklasa í þéttum skógum sunnan Sahara á árunum 2001–2020. Hún metur **187.070 hektara** beina skógareyðingu af völdum námuvinnslu, vegna mannvirkja eins og gryfja, úrgangstjarna og úrgangshauga. Með mismun-á-mismun-aðferð meta höfundarnir einnig viðbótarskógareyðingu í kringum námur miðað við ónámusvæði: eftir tíu ár var uppsöfnuð skó-

gareyðing **8 stigum meiri á kvarða frá 0 til 100** innan 1 km og hélst aukin út í 20 km. Í sérstakri fimm ára útreikningu tengdist hver hektari beinnar skógareyðingar að meðaltali **33,9 hekturum** af viðbótartapi þétts skógar utan námusvæðisins, aðallega vegna landbúnaðar og byggðar. Kóbalt- og koparnámur lögðu mest til heildarviðbótarskógareyðingarinnar í rannsókninni. Niðurstaðan sýnir ekki að orkuskipti séu slæm. Hún sýnir að landnotkunarkostnaður hráefnakeðja nær langt út fyrir sjálft námufótsporið.

Raunhæf yfirferð

Það sem greinin sýnir: Námuvinnsla í þéttum skógum sunnan Sahara tengist bæði mikilli beinni skógareyðingu og enn meiri viðbótarskógareyðingu utan sjálfs námufótsporsins. Áhrifin ná út í allt að 20 km í mati rannsóknarinnar og stafa að stórum hluta af landbúnaði og byggð sem fylgja námunni.

Það sem er líklegt en ekki sannað fyrir hvert einstakt tilvik: Að ákveðið tré, akur eða byggð hafi breyst vegna tiltekinnar námu. Orsakaáhrifin eru metin tölfræðilega yfir stórt kerfi, ekki rakin tré fyrir tré.

Það sem greinin sýnir ekki: Að allar námur hafi sama margfaldara; að ákveðið fyrirtæki eða kaupandi beri ábyrgð á ákveðnu skógartapi; að orkuskipti séu í heild slæm; eða að rannsóknin mæli vatnsmengun, réttindamál, vinnuskilyrði og önnur námuáhrif.

Helstu takmarkanir: Offsite-áhrifin eru líkanbundin; námuklasar og upphafstímar eru fengnir úr stórum gagnasöfnum sem hafa eigin skekkjumörk; áhrifin geta verið mjög mismunandi eftir landi, hráefni og staðbundnum aðstæðum; greiningin nær aðeins til þéttra skóga sunnan Sahara.

Hversu mikið traust ætti almennur lesandi að bera til niðurstöðunnar? Mikið traust á meginniðurstöðunni að fótspor námuvinnslu í skógi sé stærra en sjálf gryfjan og að stór hluti viðbótartapsins sé utan leyfismarkanna. Minna traust á því að eitt meðaltal, eins og 33,9:1, lýsi einni tiltekinni námu. Rétta afstaðan er ekki að hafna orkuskiptum heldur að krefjast þess að skógarkostnaður hráefna sé mældur út fyrir girðinguna.

Heimildir

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