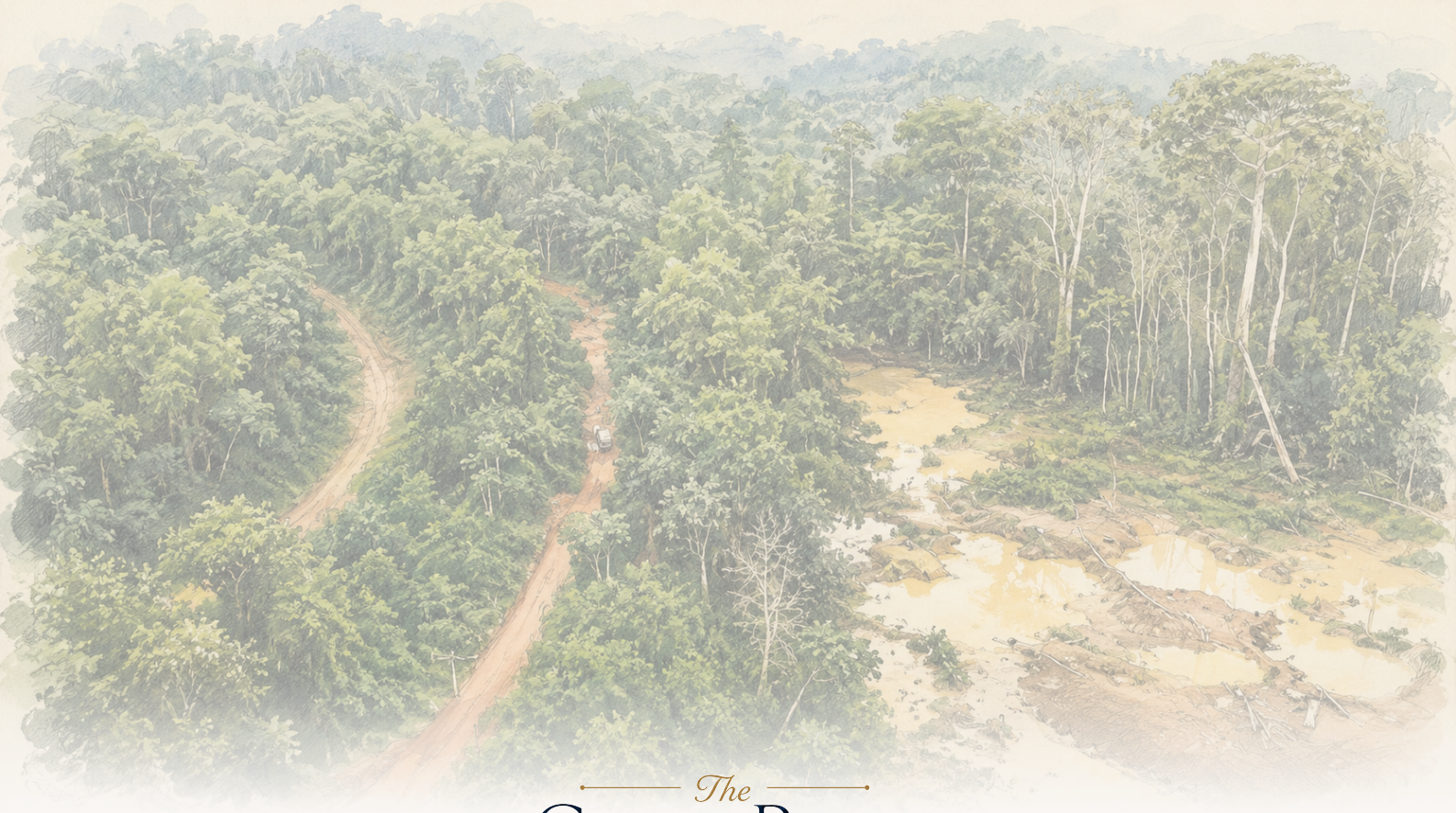

The Clean Paper

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

Khai khoáng phá nhiều hơn phần đất của mỏ — mất rừng ẩn quanh hoạt động khai thác

Một nghiên cứu trên Nature về 16.627 cụm mỏ ở châu Phi cận Sahara cho thấy khai khoáng trong rừng rậm gây khoảng 187.000 ha mất rừng trực tiếp từ 2001 đến 2020, nhưng phần lớn hơn nằm ngoài khu mỏ. So với khu vực chưa khai thác, sau mười năm mức mất rừng trong vòng 1 km quanh mỏ cao hơn 8 điểm trên thang 0–100 và hiệu ứng còn kéo dài đến 20 km. Trung bình, mỗi hecta rừng bị mỏ phát quang trực tiếp gắn với thêm 33,9 ha mất rừng ngoài khu mỏ trong năm năm. Điều đó không có nghĩa chuyển dịch năng lượng là xấu. Nó có nghĩa chuỗi cung ứng khoáng sản có địa lý thật, và chi phí rừng thường lớn hơn cái hố khai thác.

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

Dấu chân không chỉ là cái hố giữa rừng

Một mỏ có hình dạng rất dễ thấy: hố khai thác, hồ chứa bùn thải, đống đất đá, con đường cắt qua rừng. Đó là những dấu vết vệ tinh có thể nhìn thấy và cơ quan quản lý có thể khoanh ranh giới.

Nhưng khai thác còn làm thay đổi vùng đất xung quanh. Con người kéo đến. Đường sá khiến rừng dễ tiếp cận hơn. Khu dân cư lớn lên. Nông nghiệp mở rộng. Một mỏ không chỉ là vết sẹo trên bản đồ; nó có thể trở thành một tâm hút mới của cả khu vực.

Một nghiên cứu trên *Nature* định lượng sự khác biệt đó trên toàn châu Phi cận Sahara. Các tác giả ước tính mất rừng trực tiếp do khai khoáng trong rừng rậm từ năm 2001 đến 2020, rồi hỏi có bao nhiêu mất rừng bổ sung xuất hiện quanh các mỏ so với những nơi tương tự nhưng chưa được khai thác. Kết luận đơn giản và khó chịu: phần diện tích mỏ trực tiếp chỉ là phần dễ nhìn thấy.

Ảnh Landsat màu tự nhiên cho thấy các vết khai thác vàng quy mô lớn và thủ công trong vành đai vàng Ashanti của Ghana. Nghiên cứu này hỏi mất rừng liên quan đến khai khoáng lan xa đến đâu ngoài chính ranh giới mỏ.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

Kết quả này hữu ích cho tranh luận về khí hậu và đa dạng sinh học vì nó buộc hai điều cùng nằm trong một khung hình. Hạ tầng hiện đại và quá trình chuyển dịch năng lượng cần khoáng sản. Nhưng khoáng sản không tự xuất hiện từ hư không. Câu hỏi sạch không phải “khai khoáng tốt hay xấu” như một khẩu hiệu, mà là toàn bộ chi phí rừng có đang được đo đếm trung thực hay không.

Các tác giả đã làm gì

Nghiên cứu kết hợp dữ liệu rừng và sử dụng đất ở quy mô lục địa với một thiết kế suy luận nhân quả. Các tác giả lập bản đồ **16.627 cụm mỏ** trong những vùng có rừng ở châu Phi cận Sahara từ năm 2001 đến 2020. Họ tách hai loại mất rừng.

Loại thứ nhất là **mất rừng trực tiếp do khai khoáng**: diện tích bị phát quang ngay trong dấu chân của mỏ, gồm hố khai thác, hồ chứa bùn thải, bãi đất đá, giếng mỏ và các hạng mục khác trực tiếp gắn với hoạt động khai thác.

Loại thứ hai là **mất rừng ngoài khu mỏ** (*offsite deforestation*): mất rừng xung quanh mỏ, không phải chính cái hố khai thác, nhưng có thể bị kích hoạt khi mỏ được hình thành thông qua hoạt động phụ trợ — nông nghiệp, khu dân cư, đường sá và các tuyến tiếp cận khác.

Để ước tính phần thứ hai, các tác giả dùng phương pháp *difference-in-differences* (khác biệt trong khác biệt). Nói đơn giản, họ so sánh mất rừng quanh các mỏ trước và sau khi khai thác bắt đầu với mất rừng quanh những nơi tương tự nhưng lúc đó chưa được khai thác. Sau đó họ xét các vành khoảng cách đồng tâm từ tâm mỏ: trong 1 km, 1–5 km, 5–10 km và 10–20 km.

Thiết kế này quan trọng vì bài báo không đơn thuần đếm cây rừng mất đi gần mỏ. Nó cố ước tính phần mất rừng **bổ sung có thể quy cho việc hình thành mỏ**, so với xu hướng phản thực tế ở những khu vực chưa khai thác.

Họ tìm thấy gì

Mất rừng trực tiếp do khai khoáng là lớn. Trong các vùng rừng rậm ở châu Phi cận Sahara, các tác giả ước tính **187.070 ha** rừng bị mất trực tiếp do khai khoáng từ năm 2001 đến 2020. Cộng hòa Dân chủ Congo, Ghana và Côte d'Ivoire chiếm **45%** lượng mất rừng trực tiếp này.

Mất rừng xung quanh còn lớn hơn dấu chân mỏ. Sau khi một mỏ được hình thành, sau mười năm mức mất rừng tích lũy trong phạm vi 1 km **cao hơn 8 điểm trên thang 0–100** so với các khu vực không khai thác. Đây là chênh lệch tuyệt đối về tỷ lệ mất rừng, không phải mức tăng tương đối 8%. Hiệu ứng yếu dần theo khoảng cách nhưng không biến mất: sau mười năm, nghiên cứu ước tính chênh lệch bổ sung là 3,6 điểm ở 1–5 km, 1,9 điểm ở 5–10 km và 1,1 điểm ở 10–20 km.

Những con số này gắn với thời gian cụ thể. Chúng là hiệu ứng sau mười năm, không phải mất rừng xảy ra ngay lập tức.

Tỷ lệ ngoài khu mỏ/trực tiếp rất đáng chú ý. Trong một phép tính riêng, các tác giả ước tính rằng với mỗi hecta rừng bị phát quang trực tiếp bởi dấu chân mỏ, trung bình có thêm **33,9 ha** rừng rậm bị mất ngoài khu mỏ trong vòng năm năm. Phần lớn lượng mất rừng bổ sung đó liên quan đến mở rộng nông nghiệp được kích hoạt bởi việc hình thành mỏ; mở rộng khu dân cư cũng quan trọng, còn đường sá chiếm tỷ trọng nhỏ hơn trong phân tích của họ.

Con số này cũng có mốc thời gian riêng: đây là tỷ lệ ngoài khu mỏ/trực tiếp trong năm năm. Không nên trộn nó với các hiệu ứng sau mười năm đo trên thang 0–100.

Hiệu ứng không giống nhau ở mọi nơi. Nghiên cứu nêu lo ngại đặc biệt đối với Cộng hòa Dân chủ Congo vì nước này vừa có dấu chân khai khoáng trực tiếp lớn vừa có lượng mất rừng bổ sung ngoài khu mỏ lớn. Một số nước khác có tác động ngoài khu mỏ tương đối cao nhưng dấu chân trực tiếp nhỏ hơn. Xét theo loại hàng hóa, các mỏ khai thác cobalt và đồng — những khoáng sản quan trọng cho pin, hạ tầng điện và chuyển dịch năng lượng — gây tổng lượng mất rừng bổ sung cao nhất trong ước tính của nghiên cứu.

Vì sao phần ngoài khu mỏ quan trọng

Đánh giá môi trường thường bắt đầu từ ranh giới trực tiếp của dự án. Điều đó dễ hiểu. Hố mỏ nhìn thấy được, giấy phép có chu vi rõ ràng và công ty có thể mô tả hạ tầng dự kiến xây dựng.

Nhưng rừng không chỉ phản ứng với đường ranh pháp lý. Nó phản ứng với khả năng tiếp cận và các động lực kinh tế. Một mỏ có thể kéo theo đường sá, công nhân, tiền, khu dân cư và nhu cầu thực phẩm. Điều đó có thể biến khu rừng lân cận thành đất dễ phát quang hơn, sinh lợi hơn hoặc cần thiết hơn để chuyển đổi.

Vì vậy, ý tưởng mạnh nhất của bài báo không phải một con số. Đó là sự phân biệt giữa mất rừng **trực tiếp** và mất rừng **bị kích hoạt**.

Nếu một chuỗi cung ứng chỉ tính dấu chân của mỏ, nó có thể đánh giá thiếu thay đổi sử dụng đất do khai thác gây ra. Nếu đánh giá tác động môi trường dừng ở ranh giới giấy phép, nó có thể bỏ qua phần mất rừng mà dự án khiến trở nên có khả năng xảy ra hơn. Và nếu một sản phẩm được quảng bá là sạch vì hỗ trợ năng lượng tái tạo, điều đó không tự động làm cho chuỗi nguyên liệu của nó trở nên sạch.

Điều nghiên cứu này *không* chứng minh

- Nó **không** cho thấy chuyển dịch năng lượng là xấu. Nó cho thấy các khoáng sản dùng trong hạ tầng hiện đại, kể cả khoáng sản cho chuyển dịch năng lượng, có thể mang chi phí sử dụng đất lớn.
- Nó **không** có nghĩa mọi mỏ đều gây đúng 33,9 ha mất rừng ngoài khu mỏ cho mỗi hecta trực tiếp. Đây là ước tính trung bình trên một tập lớn các cụm mỏ, không phải dự báo cho một dự án cụ thể.
- Nó **không** chứng minh mọi cây bị mất gần một mỏ đều bị chặt vì mỏ đó. Nghiên cứu dùng thiết kế bán thực nghiệm để ước tính phần mất rừng bổ sung ở quy mô quần thể.
- Nó **không** quy trách nhiệm cho từng công ty, giấy phép hay người mua. Điều đó cần truy vết ở cấp dự án vượt ra ngoài phạm vi bài này.
- Nó **không** bao quát mọi tác động của khai khoáng. Ô nhiễm nước, điều kiện lao động, phân

mảnh đa dạng sinh học, xung đột quyền lợi và di dời xã hội không nằm trong phép đo mất rừng chính ở đây.
- Nó **không** bao phủ toàn thế giới. Phân tích tập trung vào rừng rậm ở châu Phi cận Sahara.

Bằng chứng mạnh đến đâu?

Với ước tính mất rừng trực tiếp, bằng chứng mạnh ở quy mô lục địa. Nghiên cứu dùng các bộ dữ liệu đã công bố về sử dụng đất và độ che phủ rừng để xác định phần mất rừng gắn trực tiếp với các hạng mục khai khoáng.

Với lượng mất rừng bổ sung ngoài khu mỏ, bằng chứng cũng đáng kể nhưng phụ thuộc mô hình. *Difference-in-differences* được thiết kế để ước tính tác động nhân quả từ dữ liệu quan sát, đặc biệt khi thí nghiệm ngẫu nhiên là bất khả thi. Các tác giả dùng những phương pháp hiện đại bền vững hơn trước tính không đồng nhất và kiểm tra độ vững bằng các bộ ước lượng thay thế. Đó là thực hành tốt.

Dù vậy, kết quả phải được đọc đúng quy mô. Bài báo là bằng chứng mạnh rằng việc hình thành mỏ gắn với mất rừng bổ sung ngoài dấu chân trực tiếp trên toàn hệ thống được nghiên cứu. Nó không phải lời "thú nhận từ vệ tinh" của từng cái cây riêng lẻ.

Vì vậy, cách đọc công khai hữu ích nhất không phải hoảng loạn hay gạt bỏ. Đó là kỷ luật đo lường: nếu một mỏ mở đường vào một cảnh quan, đánh giá tác động phải nhìn ra ngoài hàng rào.

Vì sao điều này quan trọng

Cụm từ "năng lượng sạch" có thể che khuất một thế giới vật chất. Pin mặt trời, pin tích điện, đường truyền tải, xe điện và trung tâm dữ liệu đều cần vật liệu khai khoáng. Một số vật liệu đó đến từ những nơi có rừng và đa dạng sinh học quan trọng toàn cầu.

Điều đó không biến khử carbon thành một sai lầm. Phương án thay thế — tiếp tục phụ thuộc nhiên liệu hóa thạch — có những chi phí rất lớn riêng về đất, không khí, nước và khí hậu. Nhưng nó có nghĩa một quá trình chuyển đổi có thể sạch hơn hệ thống hóa thạch mà vẫn không mặc nhiên "sạch".

Giá trị của bài báo là khiến địa lý ẩn phía sau chuỗi cung ứng khó bị phớt lờ hơn. Thông điệp là: đừng chỉ đếm cái hố. Hãy đếm thay đổi rừng xung quanh nó. Đếm cả đường sá, nông trại và khu dân cư đi theo hoạt động khai thác. Đưa mất rừng ngoài khu mỏ vào đánh giá tác động môi trường, tuyên bố "không mất ròng" và chuỗi cung ứng "không phá rừng".

Đó là câu chuyện trưởng thành hơn nhiều so với "khoáng sản xanh là tốt" hay "khoáng sản xanh là xấu". Câu chuyện là: nền tảng vật chất của quá trình chuyển đổi có hậu quả, và những hậu quả đó phải được nhìn thấy trước khi chuỗi cung ứng tự gọi mình là sạch.

Tóm tắt gọn

Một nghiên cứu trên *Nature* phân tích 16.627 cụm mỏ trong rừng rậm trên khắp châu Phi cận Sahara từ năm 2001 đến 2020. Nghiên cứu ước tính **187.070 ha** rừng bị mất trực tiếp do các hạng mục khai khoáng như hố mỏ, hồ bùn thải và bãi đất đá. Bằng khung *difference-in-differences*, các tác giả còn ước tính lượng mất rừng bổ sung quanh mỏ so với khu vực chưa khai thác: sau mười năm, mất rừng tích lũy **cao hơn 8 điểm trên thang 0–100** trong vòng 1 km và vẫn cao hơn đến khoảng cách 20 km. Trong một phép tính riêng cho năm năm, mỗi hecta mất rừng trực tiếp do mỏ gắn với trung bình **33,9 ha** mất rừng rậm bổ sung ngoài khu mỏ, phần lớn qua mở rộng nông nghiệp và khu dân cư. Các mỏ cobalt và đồng đóng góp tổng lượng mất rừng bổ sung cao nhất trong nghiên cứu. Kết quả không cho thấy chuyển dịch năng lượng là xấu. Nó cho thấy chuỗi cung ứng khoáng sản có chi phí sử dụng đất vượt xa dấu chân của cái mỏ.

Đánh giá thẳng thắn

Bài báo cho thấy gì: Khai khoáng trong rừng rậm ở châu Phi cận Sahara gây mất rừng trực tiếp đáng kể từ 2001 đến 2020; việc hình thành mỏ đi kèm mất rừng bổ sung xung quanh so với các khu chưa khai thác; mất rừng ngoài khu mỏ có thể lớn hơn rất nhiều dấu chân trực tiếp; và một số khoáng sản cho chuyển dịch năng lượng gắn với tổng lượng mất rừng bổ sung cao trong bộ dữ liệu này.

Điều hợp lý nhưng chưa được chứng minh: Nhiều mỏ riêng lẻ có tác động ngoài khu mỏ lớn hơn những gì ranh giới giấy phép gợi ý; đánh giá môi trường và quy tắc chuỗi cung ứng chặt hơn có thể giảm một phần mất rừng này; những tác động ngoài khu mỏ tương tự có thể quan trọng ở các vùng khai khoáng nhiệt đới khác.

Điều nghiên cứu không cho thấy: Mọi hoạt động khai khoáng đều gây thiệt hại như nhau; mọi vụ mất rừng gần mỏ đều do một mỏ cụ thể gây ra; chuyển dịch năng lượng là xấu; từng công ty hay người mua chịu trách nhiệm cho tổn thất cụ thể khi chưa có truy vết cấp dự án; hay mất rừng là chi phí môi trường/xã hội duy nhất đáng quan tâm.

Hạn chế chính: Suy luận nhân quả từ dữ liệu quan sát thay vì bằng chứng ngẫu nhiên; ước tính ở quy mô lục địa thay vì quy trách nhiệm cấp dự án; tập trung vào rừng rậm ở châu Phi cận Sahara; các hiệu ứng trực tiếp và ngoài khu mỏ phụ thuộc chất lượng dữ liệu, khả năng phát hiện mỏ và giả định mô hình.

Độc giả phổ thông nên tin ở mức nào? Cao rằng mất rừng trực tiếp do khai khoáng trong khu vực nghiên cứu là đáng kể. Khá cao rằng việc hình thành mỏ gắn với mất rừng bổ sung ngoài khu mỏ ở quy mô quần thể. Thấp hơn nếu áp tỷ lệ trung bình 33,9:1 cho bất kỳ mỏ riêng lẻ nào. Cách hiểu phù hợp: chuỗi cung ứng khoáng sản có thể cần thiết và vẫn phải được hạch toán trung thực vượt ra ngoài cái hố khai thác.

Nguồn

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