The Clean Paper

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

მოპოვება მხოლოდ მაღაროს არ ასუფთავებს — მის გარშემო დაკარგული ტყის უხილავი ნაწილი

Nature-ის კვლევა სუბსაჰარული აფრიკის 16,627 მაღაროს კლასტერზე აფასებს, რომ 2001–2020 წლებში ხშირ ტყეებში მოპოვებამ დაახლოებით 187,000 ჰექტარი უშუალო ტყის გაჩეხვა გამოიწვია, მაგრამ უფრო დიდი ამბავი მაღაროს გარეთაა. არამოპოვებულ ადგილებთან შედარებით ათი წლის შემდეგ 1 კმ-ის ფარგლებში გაჩეხვა 0-დან 100-მდე სკალაზე 8 პუნქტით მაღალი იყო და ეფექტი 20 კმ-მდეც რჩებოდა. საშუალოდ, მაღაროს მიერ უშუალოდ გაჩეხილ თითო ჰექტარს ხუთი წლის განმავლობაში 33.9 დამატებითი ჰექტარი გარეთა ტყის დაკარგვა უკავშირდებოდა. ეს არ ნიშნავს, რომ ენერგეტიკული გარდაქმნა ცუდია. ნიშნავს, რომ მინერალების მიწოდების ჯაჭვს გეოგრაფია აქვს და ტყის ფასი ხშირად კარიერზე დიდია.

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

კვალი მხოლოდ ტყეში გაჩენილი ორმო არ არის

მაღაროს აშკარა ფორმა აქვს: კარიერი, ნარჩენების აუზი, ფუჭი ქანის გროვა, ტყეში გაჭრილი გზა. ეს ის ნიშნებია, რომლებსაც თანამგზავრი ხედავს და მარეგულირებელი საზღვარს შემოავლებდა.

მაგრამ მოპოვება მის გარშემო მიწასაც ცვლის. ხალხი მოდის. გზები ტყეს უფრო ხელმისაწვდომს ხდის. დასახლებები იზრდება. სოფლის მეურნეობა ფართოვდება. მაღარო მხოლოდ რუკაზე დარჩენილი ჭრილობა არ არის; ის შეიძლება ახალი მიზიდულობის ცენტრი გახდეს.

Nature-ის ნაშრომი ამ განსხვავებას რიცხვებში გამოსახავს სუბსაჰარულ აფრიკაში. ავტორები 2001–2020 წლებში ხშირ ტყეებში უშუალოდ სამთო საქმიანობით გამოწვეულ ტყის გაჩეხვას აფასებენ, შემდეგ კი ეკითხებიან: რამდენი დამატებითი ტყის დაკარგვა ჩნდება მაღაროების გარშემო, იმ მსგავს ადგილებთან შედარებით, სადაც მოპოვება ჯერ არ დაწყებულა? დასკვნა მარტივი და არასასიამოვნოა: უშუალო მაღაროს კვალი მხოლოდ ხილული ნაწილია.

Landsat-ის ბუნებრივი ფერის გამოსახულებაში განის აშანტის ოქროს სარტყელში ფართომასშტაბიანი და ხელოსნური ოქროს მოპოვების კვალი ჩანს. აქ განხილული კვლევა ეკითხება, რამდენად შორს ვრცელდება მოპოვებასთან დაკავშირებული ტყის დაკარგვა თვით მაღაროს საზღვარს მიღმა.

NASA Earth Observatory / Lauren Dauphin Public domain

ეს კლიმატისა და ბიომრავალფეროვნების პოლიტიკისთვის სასარგებლო შედეგია, რადგან ერთ სურათში ორ აზრს ტოვებს. თანამედროვე ინფრასტრუქტურასა და ენერგეტიკულ გარდაქმნას მინერალები სჭირდება. მაგრამ მინერალები არსაიდან არ მოდის. სუფთა კითხვა არ არის, სლოგანურად „მოპოვება კარგია თუ ცუდი“. კითხვა არის: სრულად და გულწრფელად ვითვლით თუ არა ტყის მთლიან ფასს?

რა გააკეთეს ავტორებმა

კვლევა კონტინენტური მასშტაბის ტყისა და მიწათსარგებლობის მონაცემებს მიზეზობრივი ინფერენციის დიზაინთან აერთიანებს. ავტორებმა 2001–2020 წლებში სუბსაჰარული აფრიკის ტყიან ადგილებში **16,627 მაღაროს კლასტერი** დააფიქსირეს. ტყის დაკარგვა ორ ტიპად გაყვეს.

პირველია **უშუალოდ სამთო საქმიანობით გამოწვეული ტყის გაჩეხვა**: თვით მაღაროს კვალში გასუფთავებული ტერიტორია — კარიერები, ნარჩენების აუზები, ფუჭი ქანის გროვები, შახტები და სხვა ობიექტები, რომლებიც უშუალოდ მოპოვებას უკავშირდება.

მეორეა **გარეთა (offsite) ტყის გაჩეხვა**: მაღაროს გარშემო ტყის დაკარგვა, რომელიც თვით კარიერი არ არის, მაგრამ მაღაროს გახსნამ შეიძლება გამოიწვიოს თანმდევი საქმიანობით — სოფლის მეურნეობით, დასახლებებით, გზებით და სხვა წვდომით.

მეორე ნაწილის შესაფასებლად ავტორებმა difference-in-differences ჩარჩო გამოიყენეს. მარტივად, მათ მაღაროს გახსნამდე და გახსნის შემდეგ გარშემო ტყის დაკარგვა შეადარეს ისეთ მსგავს ადგილებს, სადაც მოპოვება ჯერ არ დაწყებულიყო. შემდეგ შედეგები მაღაროს ცენტრიდან კონცენტრულ მანძილებზე შეაფასეს: 1 კმ-მდე, 1–5 კმ, 5–10 კმ და 10–20 კმ.

ეს დიზაინი მნიშვნელოვანია, რადგან ნაშრომი უბრალოდ მაღაროებთან ახლოს დაკარგულ ტყეს არ ითვლის. ის ცდილობს შეაფასოს დამატებითი დანაკარგი, რომელიც თვით მაღაროს გახსნას მიეწერება, იმ კონტრფაქტულ ტრენდთან შედარებით, რომელიც მოპოვების გარეშე იქნებოდა.

რა აღმოაჩინეს

უშუალო დანაკარგი დიდი იყო. სუბსაჰარული აფრიკის ხშირ ტყეებში ავტორები 2001–2020 წლებში სამთო საქმიანობით უშუალოდ გამოწვეულ ტყის გაჩეხვას **187,070 ჰექტარად** აფასებენ. კონგოს დემოკრატიულ რესპუბლიკაზე, განასა და კოტ-დ’ივუარზე ერთად ამ უშუალო დანაკარგის **45%** მოდიოდა.

გარშემო დაკარგული ტყე თვით კვალზე დიდი იყო. მაღაროს გახსნიდან ათი წლის შემდეგ 1 კმ-ის ფარგლებში კუმულაციური ტყის გაჩეხვა არამოპოვებულ ადგილებთან შედარებით **0-დან 100-მდე სკალაზე 8 პუნქტით მაღალი** იყო. ეს ტყის გაჩეხვის მაჩვენებლის აბსოლუტური სხვაობაა და არა 8%-იანი ფარდობითი ზრდა. მანძილთან ერთად ეფექტი სუსტდებოდა, მაგრამ არ ქრებოდა: ათი წლის შემდეგ კვლევა დამატებით 3.6 პუნქტს აფასებს 1–5 კმ-ზე, 1.9 პუნქტს 5–10 კმ-ზე და 1.1 პუნქტს 10–20 კმ-ზე.

ეს რიცხვები დროის კონკრეტულ ჰორიზონტს ეხება. ისინი **ათწლიანი** ეფექტებია და არა მყისიერი დანაკარგი.

გარეთა/უშუალო დანაკარგის თანაფარდობა თვალშისაცემი იყო. ცალკე გამოთვლაში ავტორები აფასებენ, რომ მაღაროს კვალში უშუალოდ გაჩეხილ თითო ჰექტარზე ხუთი წლის განმავლობაში დამატებით **33.9 ჰექტარი** ხშირი ტყე დაიკარგა მაღაროს გარეთ. ამ დამატებითი დანაკარგის უმეტესობას მაღაროს გახსნით სტიმულირებულ სოფლის მეურნეობის გაფართოებას უკავშირებენ; მნიშვნელოვანი იყო დასახლებების ზრდაც, ხოლო გზების წილი მათ დაყოფაში შედარებით მცირეა.

ეს რიცხვიც დროის კონკრეტულ ჰორიზონტს ეხება: **ხუთწლიანი** offsite/პირდაპირი თანაფარდობაა. ის არ უნდა ავურიოთ ზემოთ მოცემულ **ათწლიან** 0-დან 100-მდე სკალის ეფექტებში.

ეფექტი ყველგან ერთნაირი არ ყოფილა. კვლევა განსაკუთრებით სერიოზულ მდგომარეობას აღწერს კონგოს დემოკრატიულ რესპუბლიკაში, რადგან იქ დიდი უშუალო სამთო კვალი და დიდი დამატებითი გარეთა დანაკარგი ერთად იყო. სხვა ქვეყნებში ფარდობითი offsite ეფექტი მაღალი შეიძლებოდა ყოფილიყო, მაგრამ უშუალო კვალი უფრო მცირე. მინერალების მიხედვით, კობალტისა და სპილენძის მომპოვებელმა მაღაროებმა — ბატარეების, ელექტრული ინფრასტრუქტურისა და ენერგეტიკული გარდაქმნისთვის მნიშვნელოვანმა მინერალებმა — კვლევის შეფასებებში ყველაზე დიდი საერთო დამატებითი ტყის გაჩეხვა გამოიწვია.

რატომ არის გარეთა ნაწილი მნიშვნელოვანი

გარემოზე ზემოქმედების შეფასება ხშირად პროექტის უშუალო საზღვრიდან იწყება. ეს გასაგებია: კარიერი ხილულია, ნებართვას პერიმეტრი აქვს და კომპანიას შეუძლია დაგეგმილი ინფრასტრუქტურის აღწერა.

მაგრამ ტყე იურიდიულ საზღვრებს არ პასუხობს. ის წვდომასა და ეკონომიკურ სტიმულებს პასუხობს. მაღაროს შეუძლია მოიტანოს გზები, მუშები, ფული, დასახლებები და საკვების მოთხოვნა. შედეგად ახლომდებარე ტყე უფრო ადვილად მისადგომი, უფრო მომგებიანი ან უფრო აუცილებელი გასაჩეხი შეიძლება გახდეს.

ამიტომ ნაშრომის ყველაზე ძლიერი იდეა ერთი რიცხვი კი არა, **უშუალო** და **გამოწვეული** დანაკარგის განსხვავებაა.

თუ მიწოდების ჯაჭვი მხოლოდ მაღაროს კვალს ითვლის, მოპოვებით გამოწვეული მიწათსარგებლობის ცვლილება შეიძლება მნიშვნელოვნად დააკლოს. თუ გარემოზე ზემოქმედების შეფასება იჯარის საზღვართან ჩერდება, შეიძლება გამოტოვოს ტყის დაკარგვა, რომლის ალბათობასაც თვით პროექტი ზრდის. ხოლო პროდუქტის „სუფთად“ რეკლამირება მხოლოდ იმიტომ, რომ ის განახლებად ენერგიას ემსახურება, მის მატერიალურ მიწოდების ჯაჭვს ავტომატურად სუფთას არ ხდის.

რას *არ* ამტკიცებს ეს კვლევა

- ის **არ** აჩვენებს, რომ ენერგეტიკული გარდაქმნა ცუდია. აჩვენებს, რომ თანამედროვე ინფრასტრუქტურისთვის, მათ შორის ენერგეტიკული გარდაქმნისთვის საჭირო მინერალებს დიდი მიწათსარგებლობის ფასი შეიძლება ჰქონდეს.
- ის **არ** ნიშნავს, რომ ყველა მაღარო თითო უშუალოდ გაჩეხილ ჰექტარზე ზუსტად 33.9 ჰექტარ გარეთა დანაკარგს იწვევს. ეს დიდი რაოდენობის მაღაროს კლასტერებზე საშუალო შეფასებაა და არა ერთი კონკრეტული პროექტის პროგნოზი.
- ის **არ** ამტკიცებს, რომ მაღაროს გარშემო დაკარგული ყველა ხე სწორედ მაღაროს გამო მოიჭრა. კვლევა კვაზიექსპერიმენტული დიზაინით მოსახლეობის მასშტაბზე დამატებით დანაკარგს აფასებს.
- ის ინდივიდუალურ კომპანიებს, ნებართვებს ან მყიდველებს პასუხისმგებლობას **არ** აკისრებს. ამისთვის ამ კვლევაზე მეტად დეტალური, პროექტის დონეზე მიკვლევაა საჭირო.
- ის სამთო საქმიანობის ყველა ზემოქმედებას **არ** მოიცავს. წყლის დაბინძურება, შრომითი პირობები, ჰაბიტატების ფრაგმენტაცია, უფლებებთან დაკავშირებული კონფლიქტები და სოციალური გადაადგილება აქ ძირითადი ტყის გაზომვის ფარგლებს გარეთაა.
- ის მთელ მსოფლიოს **არ** მოიცავს. ანალიზი სუბსაჰარული აფრიკის ხშირ ტყეებზეა ფოკუსირებული.

რამდენად ძლიერია მტკიცებულება?

უშუალო ტყის გაჩეხვის შეფასებისთვის კონტინენტურ მასშტაბზე მტკიცებულება ძლიერია. კვლევა გამოქვეყნებულ მიწათსარგებლობისა და ტყის საფარის მონაცემებს იყენებს, რათა სამთო ობიექტებთან უშუალოდ დაკავშირებული ტყის დაკარგვა გამოყოს.

დამატებითი გარეთა დანაკარგისთვისაც მტკიცებულება არსებითია, თუმცა მოდელზეა დაფუძნებული. Difference-in-differences დაკვირვებითი მონაცემებიდან მიზეზობრივი ეფექტის შესაფასებლადაა შექმნილი, განსაკუთრებით იქ, სადაც შემთხვევითი ექსპერიმენტი შეუძლებელია. ავტორები თანამედროვე, ჰეტეროგენულობის მიმართ მდგრად მეთოდებს იყენებენ და შედეგებს ალტერნატიული შეფასებებით ამოწმებენ. ეს კარგი პრაქტიკაა.

მიუხედავად ამისა, შედეგი სწორ მასშტაბზე უნდა წავიკითხოთ. ნაშრომი ძლიერი მტკიცებულებაა, რომ კვლევის სისტემაში მაღაროს გახსნას მის უშუალო კვალს მიღმა დამატებითი ტყის გაჩეხვა მოჰყვება. ეს არ არის თითოეული დაკარგული ხის „თანამგზავრული აღიარება“.

ამიტომ ყველაზე სასარგებლო საჯარო წაკითხვა არც პანიკაა და არც უარყოფა. ეს გაზომვის დისციპლინაა: თუ მაღარო ლანდშაფტს ხსნის, ზემოქმედების შეფასებამ ღობის მიღმაც უნდა გაიხედოს.

რატომ არის ეს მნიშვნელოვანი

ფრაზა „სუფთა ენერგია“ მატერიალურ სამყაროს ადვილად ფარავს. მზის პანელებს, ბატარეებს, გადამცემ ხაზებს, ელექტრომობილებსა და მონაცემთა ცენტრებას მოპოვებული მასალები სჭირდება. ზოგი მათგანი გლობალურად მნიშვნელოვანი ტყეებისა და ბიომრავალფეროვნების მქონე ადგილებიდან მოდის.

ეს დეკარბონიზაციას შეცდომად არ ხდის. ალტერნატივას — წიაღისეულ საწვავზე დამოკიდებულების გაგრძელებას — მიწის, ჰაერის, წყლისა და კლიმატის თავისი უზარმაზარი ხარჯები აქვს. მაგრამ ეს ნიშნავს, რომ გარდაქმნა შეიძლება წიაღისეულ სისტემაზე სუფთა იყოს და მაინც ავტომატურად „სუფთა“ არ გახდეს.

ამ ნაშრომის ღირებულება ისაა, რომ დამალული გეოგრაფიის უგულებელყოფას ართულებს. მისი გზავნილია: ნუ დაითვლით მხოლოდ კარიერს. დაითვალეთ ტყის ცვლილებები მის გარშემო. დაითვალეთ გზები, ფერმები და დასახლებები, რომლებიც მოპოვებას მოჰყვება. გარეთა ტყის გაჩეხვა შეიტანეთ გარემოზე ზემოქმედების შეფასებებში, „ნულოვანი წმინდა დანაკარგის“ დაპირებებში და ტყის გაჩეხვისგან თავისუფალი მიწოდების ჯაჭვების წესებში.

ეს უფრო ზრდასრული ამბავია, ვიდრე „მწვანე მინერალები კარგია“ ან „მწვანე მინერალები ცუდია“. რეალური ამბავია: გარდაქმნის მატერიალურ საფუძველს შედეგები აქვს და ისინი ხილული უნდა გახდეს მანამდე, სანამ მიწოდების ჯაჭვი საკუთარ თავს სუფთას უწოდებს.

სუფთა შეჯამება

Nature-ის კვლევამ 2001–2020 წლებში სუბსაჰარული აფრიკის ხშირ ტყეებში **16,627 მაღაროს კლასტერი** გააანალიზა. ავტორები კარიერების, ნარჩენების აუზებისა და ფუჭი ქანის გროვების მსგავსი ობიექტებიდან უშუალოდ სამთო საქმიანობით გამოწვეულ ტყის გაჩეხვას **187,070 ჰექტარად** აფასებენ. Difference-in-differences ჩარჩოთი ისინი მაღაროების გარშემო არამოპოვებულ ადგილებთან შედარებით დამატებით გაჩეხვასაც აფასებენ: ათი წლის შემდეგ 1 კმ-ის ფარგლებში კუმულაციური ტყის გაჩეხვა **0-დან 100-მდე სკალაზე 8 პუნქტით მაღალი** იყო და ეფექტი 20 კმ-მდეც რჩებოდა. ცალკე, ხუთწლიან გამოთვლაში, მაღაროს მიერ უშუალოდ გაჩეხილ თითო ჰექტარს საშუალოდ **33.9 ჰექტარი** დამატებითი გარეთა ხშირი ტყის დაკარგვა უკავშირდებოდა, უმეტესად სოფლის მეურნეობისა და დასახლებების გაფართოებით. კვლევაში კობალტისა და სპილენძის მომპოვებელ მაღაროებს ყველაზე დიდი საერთო დამატებითი გაჩეხვა უკავშირდებოდა. შედეგი არ აჩვენებს, რომ ენერგეტიკული გარდაქმნა ცუდია. ის აჩვენებს, რომ მინერალების მიწოდების ჯაჭვების მიწათსარგებლობის ხარჯები მაღაროს კვალს სცდება.

პირდაპირი შემოწმება

რას აჩვენებს ნაშრომი: სუბსაჰარული აფრიკის ხშირ ტყეებში სამთო საქმიანობამ 2001–2020 წლებში მნიშვნელოვანი უშუალო ტყის დაკარგვა გამოიწვია; მაღაროს გახსნას არამოპოვებულ ადგილებთან შედარებით მის გარშემო დამატებითი გაჩეხვა მოჰყვა; გარეთა დანაკარგმა შეიძლება თვით მაღაროს კვალი მნიშვნელოვნად გადააჭარბოს; და ამ მონაცემებში ზოგი ენერგეტიკული გარდაქმნის მინერალი დიდ საერთო დამატებით გაჩეხვას უკავშირდება.

რა არის სარწმუნო, მაგრამ დაუმტკიცებელი: რომ ბევრ ინდივიდუალურ მაღაროს ნებართვის საზღვარზე უფრო დიდი offsite გავლენა აქვს; რომ უფრო მკაცრ გარემოსდაცვით შეფასებებსა და მიწოდების წესებს ამ დანაკარგის ნაწილის შემცირება შეუძლია; რომ მსგავსი დამალული გარეთა ეფექტები სხვა ტროპიკულ სამთო რეგიონებშიც შეიძლება მნიშვნელოვანი იყოს.

რას არ აჩვენებს: რომ ყველა მაღარო ერთნაირად საზიანოა; რომ ახლომდებარე ტყის დაკარგვის ყოველი შემთხვევა კონკრეტულ მაღაროს ეკუთვნის; რომ ენერგეტიკული გარდაქმნა ცუდია; რომ პროექტის დონეზე მიკვლევის გარეშე კონკრეტული კომპანიები ან მყიდველები პასუხისმგებლები არიან; ან რომ ტყის დაკარგვა ერთადერთი გარემოსდაცვითი/ს ფასია.

მთავარი შეზღუდვები: დაკვირვებითი მიზეზობრივი ინფერენცია, არა შემთხვევითი მტკიცებულება; კონტინენტური შეფასებები, არა პროექტის დონეზე პასუხისმგებლობა; სუბსაჰარული აფრიკის ხშირ ტყეებზე ფოკუსი; პირდაპირი და გარეთა ეფექტები დამოკიდებულია მონაცემთა ხარისხზე, მაღაროების გამოვლენასა და მოდელის დაშვებებზე.

რამდენად უნდა ენდოს ზოგადი მკითხველი? მაღალი ნდობა, რომ კვლევის რეგიონში უშუალო სამთო ტყის გაჩეხვა არსებითია. კარგი ნდობა, რომ მოსახლეობის მასშტაბზე მაღაროს გახსნა დამატებით გარეთა ტყის დაკარგვას უკავშირდება. უფრო დაბალი ნდობა 33.9:1 საშუალო თანაფარდობის რომელიმე ერთ მაღაროზე გადატანისას. სწორი პოზიციაა: მინერალების მიწოდების ჯაჭვი შეიძლება აუცილებელი იყოს და მაინც მოითხოვდეს კარიერის მიღმა გულწრფელ აღრიცხვას.

წყაროები

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