

ICP FORESTS
BROŠURA #4

2020



ICP Forests

Sve više dokaza o neravnoteži hranljivih materija u šumskom drveću širom Evrope

KLJUČNE PORUKE

1

Taloženje azota utiče na dostupnost fosfora u šumama Evrope.

2

Neravnoteža u odnosu između sadržaja azota i fosfora u lišću nam pomaže da prepoznamo uticaje zagađenja vazduha na šumsko drveće.

3

Ishrana drveća je izvan optimalnog opsega na 30% lokacija za intenzivno praćenje šuma širom Evrope.

4

Neravnoteža hranljivih materija može uticati na otpornost evropskih šuma na klimatske promene.



Ishrana drveća reaguje na promene u životnoj sredini

Pri proučavanju reakcija šuma na klimatske promene važno je uzeti u obzir ishranu drveća. Povećano taloženje azota u atmosferi, sve veće koncentracije ugljendioksida u atmosferi, više temperature i duže sezone rasta podstiču rast drveća u mnogim delovima Evrope. Ubrzani rast drveća stvara uvećane potrebe za hranljivim materijama. U šumama gde zemljište obezbeđuje ograničene zalihe hranljivih materija i gde se hranljive materije uklanjaju iz šumskih ekosistema sečom drveća, mineralna ishrana drveća može da se pogorša.

Nivo hranljivih materija u lišću odražava atmosferske uticaje i uticaje povezane sa zemljištem i važna je komponenta šeme Međunarodnog Kooperativnog Programa za šume (ICP Forests) prema UNECE-ovoj Konvenciji o zagađenju vazduha. Analize hranljivih materija u lišću sprovedene su barem jednom od 1990-ih na 1061 lokaciji za intenzivni monitoring šuma II nivoa u 31 državi. Ovi podaci su osnova za detaljnu analizu interakcija između hranljivih materija, utvrđivanje trendova tokom vremena i proučavanje reakcija drveća na promene u životnoj sredini.

Zašto je neravnoteža u odnosu između N i P bitna?

Azot (N) i fosfor (P) su hranljivi elementi koji najviše ograničavaju rast drveća u nezagađenim sredinama. Tokom poslednjih decenija, sve veće taloženje N (poreklom uglavnom iz procesa sagorevanja i poljoprivrednih aktivnosti) postepeno je uvećalo dostupni N u evropskim šumskim ekosistemima, što je u kombinaciji sa niskom dostupnošću P u većini zemljišta (obezbeđuje se samo raspadanjem stena i minerala) dovelo do toga da se u mnogim šumama umesto

nedostatka azota pojavi nedostatak fosfora.

Visoke koncentracije N utiču na dostupnost i usvajanje P kroz zakiseljavanje šumskog tla i smanjenje biomase korena, mikoriznih gljiva i mikrobnih aktivnosti. Iako je taloženje N nedavno počelo da se smanjuje, on i dalje ostaje u veoma visokim koncentracijama na mnogim ICP Forests lokacijama za praćenje stanja šuma.

Procena neravnoteže N:P u šumskom drveću

Koncentracije elemenata u lišću i iglicama predstavljaju uobičajeno dijagnostičko sredstvo za procenu dostupnosti hranljivih materija pošto folijarne koncentracije odražavaju kako drveće unosi hranljive elemente. U okviru Međunarodnog Kooperativnog Programa za šume (ICP Forests), koncentracije hranljivih materija se mere najmanje svake druge godine u lišću i iglicama sakupljenim sa gornjeg dela krošnje. Rezultati merenja se zatim vrednuju upoređivanjem sa empirijskim referentnim vrednostima ili izračunavanjem odnosa hranljivih materija. Ova studija koristi uobičajene referentne vrednosti koje su utvrdili Melert i Gotlajn (Mellert and Göttlein 2012). Odnosi iznad kritičnih granica za odgovarajuću i optimalnu ishranu ukazuju na nedostatak P ili višak N, dok vrednosti ispod kritičnih granica ukazuju na nedostatak N.

Prikazani su rezultati za pet glavnih vrsta drveća, od kojih su tri lišćarske: evropska bukva (*Fagus sylvatica*) i umereni hrastovi (*Quercus robur* + *Quercus petraea*) i dve četinarske vrste: beli bor (*Pinus sylvestris*) i smrča (*Picea abies*) – na 469 lokacija u 26 zemalja širom Evrope.

▼ Uzorci četina su prikupljeni sa gornjeg dela drveta smrče.

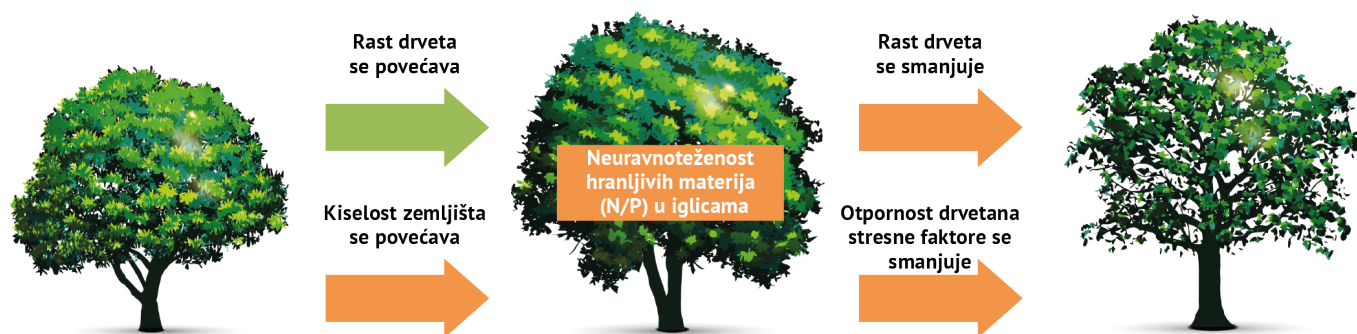


Slika: A. Fürtner

Kritične granice prema Mellert i Göttlein, 2012

Lišćarske vrste	Kritični odnosi N:P u lišću	
	Donja granica	Gornja granica
Evropska bukva	10.0	18.9
Umereni hrastovi	9.3	19.6
Četinarske vrste		
Beli bor	7.4	14.1
Smrča	6.3	11.7

Povećanje atmosferskog CO₂ i taloženja N



▲ Povećane koncentracije CO₂ i atmosfersko taloženje azota (N) u šumama mogu dovesti do poremećaja odnosa hranljivih elemenata N:P u drveću, čime se ograničavaju rast stabala i vezivanje ugljenika (C), kao i smanjuje otpornost na sušu i napade insekata. Ilustracije: Freepik.com

Trenutno stanje

Odnos azota i fosfora u lišću lišćarskih šuma širom Evrope u periodu 2007-2016 kretao se između 10,3 i 34,1, sa ukupnim prosekom od 20,2. Ovaj odnos je na više od polovine ispitivanih mesta (56%) bio iznad kritične granice za optimalnu ishranu. Na svim lokacijama, uzrok je i visoka koncentracija N i niska koncentracija P u lišću.

Odnos azota i fosfora bio je niži u četinarskim šumama, a kretao se u rasponu od 5,3 do 20,9, sa ukupnim prosekom od 9,6. Odnos je na preko 80% ispitivanih mesta bio u granicama optimalne ishrane. Niska vrednost odnosa N:P, koja ukazuje na ograničenu dostupnost N, utvrđena je uglavnom u severnoj Evropi ili u planinskim oblastima. S druge strane, lokacije sa visokim odnosom N:P, koji ukazuje na nisku dostupnost P u odnosu na N, javljaju se širom Evrope.

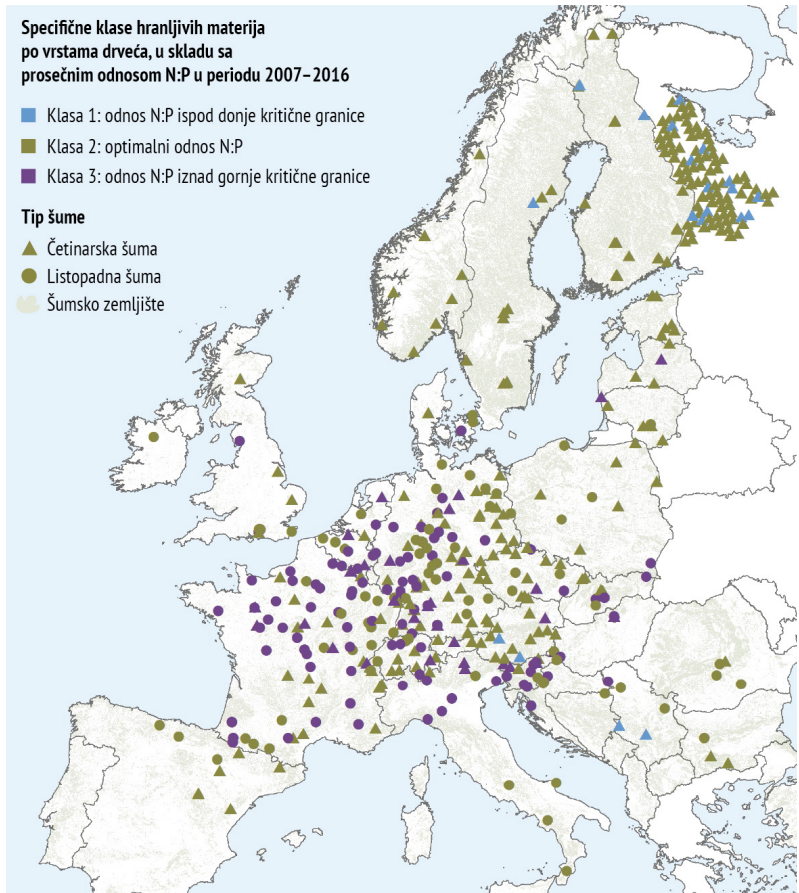
► Srednji folijarni odnos N:P za period 2007-2016 procenjen prema kritičnoj granici za optimalnu ishranu lišćarskog drveća (evropska bukva i umereni hrastovi) i četinarskog drveća (beli bor i smrča) na ICP Forests lokacijama II nivoa intenzivnog monitoringa šuma širom Evrope.

Specifične klase hranljivih materija po vrstama drveća, u skladu sa prosečnim odnosom N:P u periodu 2007–2016

- Klasa 1: odnos N:P ispod donje kritične granice
- Klasa 2: optimalni odnos N:P
- Klasa 3: odnos N:P iznad gornje kritične granice

Tip šume

- ▲ Četinarska šuma
- Listopadna šuma
- Šumsko zemljište



Najnoviji trendovi

Sve u svemu, koncentracije folijarnog N i folijarnog P značajno su se smanjile na ICP Forests lokacijama za monitoring šuma tokom poslednje dve decenije i za lišćarsko i za četinarsko drveće. Stopa smanjenja folijarnog P je više nego dvostruko veća od folijarnog N, što dovodi do većih vrednosti odnosa azota i fosfora. Iako određene lokacije pokazuju trend smanjenja odnosa N i P, broj lokacija na kojima je odnos između N i P iznad graničnih vrednosti specifičnih za pojedine vrste povećao se kako za lišćarske, tako i za četinarske šume, što ukazuje na sve veću neravnotežu u ishrani drveća širom Evrope.

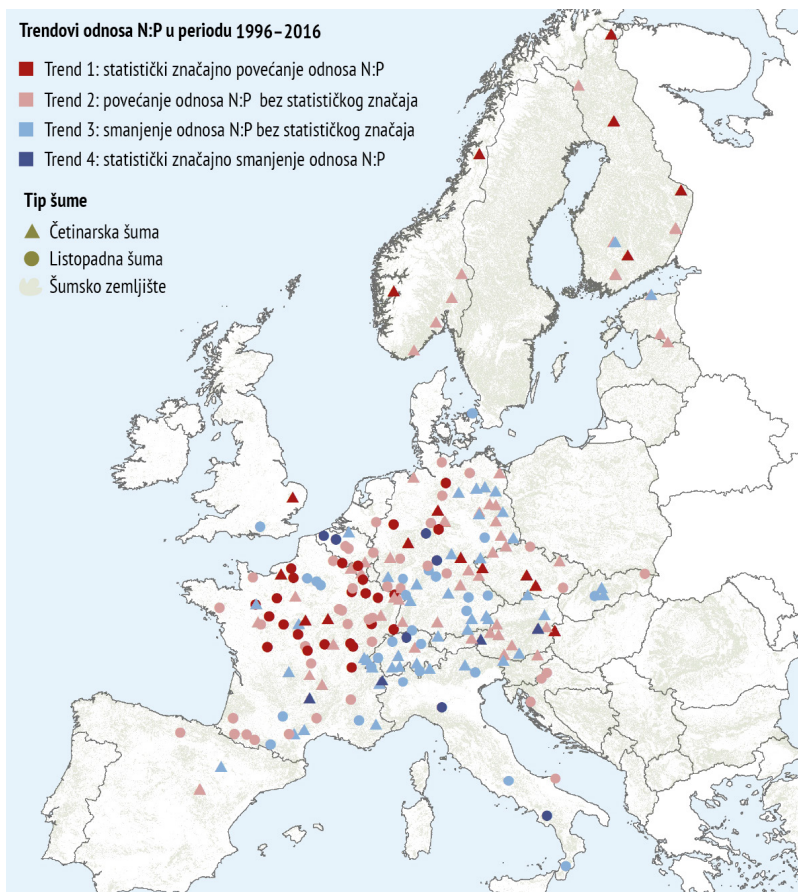
► Trendovi u vremenskom periodu od 1996 do 2016 u odnosu N:P u lišću lišćarskih (evropska bukva i umereni hrastovi) i četinarskih vrsta drveća (beli bor, smrča) na ICP Forests lokacijama nivoa II intenzivnog monitoringa širom Evrope.

Trendovi odnosa N:P u periodu 1996–2016

- Trend 1: statistički značajno povećanje odnosa N:P
- Trend 2: povećanje odnosa N:P bez statističkog značaja
- Trend 3: smanjenje odnosa N:P bez statističkog značaja
- Trend 4: statistički značajno smanjenje odnosa N:P

Tip šume

- ▲ Četinarska šuma
- Listopadna šuma
- Šumsko zemljište



Budući razvoj

Promene u odnosu između nivoa N i P u lišću posledica su ljudskih aktivnosti koje uključuju emisije azota i ugljenika. Nastala neravnoteža hranljivih materija može da ograniči rast drveća, što bi dovelo do smanjenja zaliha drveta i skladištenja ugljenika u šumama, kao i do smanjenja otpornosti šumskog drveća na stres izazvan sušom ili napadima insekata.

Implikacije na produktivnost šuma i potencijal šumskih ekosistema da odgovore na globalne ekološke promene ističu važnost praćenja taloženja N i drugih elemenata u šumama i njihovih naknadnih uticaja na strukturu i funkcionisanje šumskih ekosistema.

Uspostavljanje ravnoteže hranljivih materija u šumskom drveću primenom fosfornog đubriva se generalno smatra neodrživom ili neisplativom. Umesto toga, iz ekoloških, ali i ekonomskih razloga, bolje rešenje za prevazilaženje narušene ravnoteže hranljivih materija na ICP Forests lokacijama za monitoring šuma bi bilo preduzimanje mera za dalje smanjenje nivoa zagađenja vazduha.

Predložena literatura

Jonard et al., 2015. Tree mineral nutrition is deteriorating in Europe. *Global Change Biology*, 21:418-430.

Mellert KH, Göttlein A, 2012. Comparison of new foliar nutrient thresholds derived from van den Burg's literature compilation with established central European references. *European Journal of Forest Research*, 131:1461-1472.

Sardans J et al., 2016. Foliar and soil concentrations and stoichiometry of nitrogen and phosphorous across European *Pinus sylvestris* forests: relationships with climate, N deposition and tree growth. *Functional Ecology*, 30:676-689.

Talkner U et al., 2015. Phosphorus nutrition of beech (*Fagus sylvatica* L.) is decreasing in Europe. *Annals of Forest Science*, 72:919-928.

Ovo je je četvrto izdanje Brošure ICP Forests, koja ima za cilj da pruži jasne i koncizne informacije o programu monitoringa projekta ICP Forests i njegovim najnovijim naučnim saznanjima. Ova kratka obaveštenja su prvenstveno namenjena kreatorima politike i zainteresovanim stranama, nudeći im naučna znanja za informisanu debatu o ključnim temama životne sredine vezanim za šume.

Ekonomska Komisija UN za Evropu (UNECE) Konvencija Ujedinjenih Nacija o prekograničnom prenosu vazdušnih zagađenja (Konvencija o vazduhu) Međunarodni kooperativni program za procenu i praćenje zagađenja vazduha u šumama (ICP Forests)

Podaci korišćeni u ovoj brošuri prikupljeni su u okviru ICP Forests Programa za šume. Bioindikacijske tačke za monitoring održavaju države članice ICP Forests Programa za šume i redovno se ocenjuje veliki broj ekoloških parametara i reakcija ekosistema. Za više informacija pogledajte Brošuru #1 ICP Forests Programa za šume.

Za više informacija obratite se Centru za koordinaciju Programa ICP Forests za šume:

Programme Co-ordinating Centre of ICP Forests
Dr Kai Schwärzel, Head
Thünen Institute of Forest Ecosystems
Alfred-Möller-Str. 1, Haus 41/42
16225 Eberswalde, Nemačka
Email: pcc-icpforests@thuenen.de
<http://icp-forests.net>

ICP Forests Brošura #4
October 2020

Autori: Inken Krüger¹, Tanja GM Sanders¹, Nenad Potočić²,
Liisa Ukonmaanaho³, Pasi Rautio³
¹Thünen Institute of Forest Ecosystems, ²Croatian Forest Research
Institute, ³Natural Resources Institute Finland (LUKE)

Prevod: Dragana Ilić

Urednik: Alexa K Michel

Lektor: Carolyn Symon, carolyn.symon@btinternet.com

Dizajn: Simon Duckworth, Burnthebook.co.uk

Štampa: Mertinkat, Eberswalde, Nemačka

Naslovna strana: Felix Mittermeier/Pexels.com

ISSN 2569-5657 (print) ISSN 2625-0985 (online)
DOI 10.3220/253-2026-43

© Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde

Preporučeno citiranje: Krüger I, Sanders TGM, Potočić N, Ukonmaanaho L, Rautio P (2020) Sve više dokaza o neravnoteži hranljivih materija u šumskom drveću širom Evrope (ICP Forests Brošura Br. 4). Programme Co-ordinating Centre of ICP Forests, Thünen Institute of Forest Ecosystems.
<https://doi.org/10.3220/253-2026-43>

Zahvalnica: Zahvaljujemo se svim zemljama, njihovim zaposlenima i ostalim naučnim radnicima koji su učestvovali u projektu ICP Forests. Ova saradnja je osnova budućeg uspeha programa.

Izjava o odricanju od odgovornosti: Brošura ICP Forests za šume predstavlja pregled saznanja do kojih se došlo u okviru Mreža ICP Forests Programa za šume u sklopu UNECE Konvencije o vazduhu. Stavovi izloženi u ovoj publikaciji su stavovi autora i ne predstavljaju nužno i stavove Centra za Koordinaciju ICP Forests Programa za šume ili Konvencije o vazduhu i njenih nadležnih tela.

ICP FORESTS
BROŠURA #4
2020



icp-forests.net