

# Integriranje genomskih podataka o biodiverzitetu za održivo upravljanje ekosistemima



## Genetički diverzitet: ključ za prilagođavanje promjenama životne sredine

### Ključna saznanja

Ljudi ovise o ekosistemima. Neophodno je djelovati i spriječiti gubitak biološke raznolikosti uzrokovane ljudskim aktivnostima i klimatskim promjenama, između ostalog, i radi naše sopstvene dobrobiti.

- **Genetička raznolikost** je varijacija na nivou DNK. Predstavlja osnovu bioloških razlika, kako između različitih vrsta, tako i među jedinkama iste vrste.
- Zbog genetičke raznolikosti, neke jedinke bolje preživljavaju i razmnožavaju se u određenim uvjetima te će biti favorizirane od strane **prirodne selekcije**.
- Genetička raznolikost povećava vjerovatnoću preživljavanja vrsta, posebno tokom promjena u okolišu. **Genetička raznolikost je stoga presudna za otpornost ekosistema** i efikasnost ekosistemskih servisa.
- Male i izolovane populacije brzo gube genetičku varijabilnost. Stoga bi se menadžment trebao fokusirati na **povećanje i povezivanje populacija** iznad kritičnog praga, kako bi se zadržala sposobnost da se one genetički prilagode promjenama.
- **Mjerenje i praćenje (monitoring)** genetičke raznolikosti daje nam bolji uvid u procjenu: zdravlja vrsta, stepena genetičke varijacije i nivoa razmijene genetičkog materijala između populacija (protok gena). Ovi parametri su neophodni za pravilno upravljanje biološkom raznolikošću i prirodnim resursima.

### Glavne preporuke

Sprečavanje daljeg izumiranja vrsta i očuvanje ekosistema zahtijeva trenutne i sveobuhvatne akcije.

- Očuvanje i obnavljanje genetičkog diverziteta kako bi se osigurala održivost vrsta i ekosistema te povećala njihova otpornost na klimatske promjene.
- Primjena genetičkih metoda za analizu i praćenje genetičke varijacije kod vrsta od posebnog značaja za ekosystemske servise ili samo očuvanje ekosistema. Ovi važni alati za očuvanje bioraznolikosti pružaju donosiocima odluka naučno utemeljene informacije.
- Poboljšanje programa očuvanja vrsta kako bi se zaštitila i povećala genetička raznolikost. Biljke i životinje prilagođavale su se svom okolišu nekoliko stotina godina, a zahvaljujući mogućnosti genetičke adaptacije vjerovatnije je da će preživjeti promjene u okolišu.
- Nadopunjavanje smjernica za nacionalno izvještanje unutar EU Direktive o staništma, Direktive o pticama, Okvirne direktive o morskoj strategiji i Okvirne direktive o vodama izričitim preporukama da se vrši procjena i praćenje genetičke raznolikosti i protoka gena za sve relevantne vrste.

Slika: Adaptacija boje kože kod male zelene žabe (*Pelophylax lessonae*). Tamne jedinke (najudaljenije, iz sjeverne Evrope) se lakše zagrijavaju u odnosu na svjetlo obojene jedinke (centralne, iz južne Evrope), što im daje selektivnu prednost u hladnim predjelima. (fotografija: Per Sjögren-Gulve)

# Istraživanje

## Raznolikost vrsta povećava njihovu otpornost

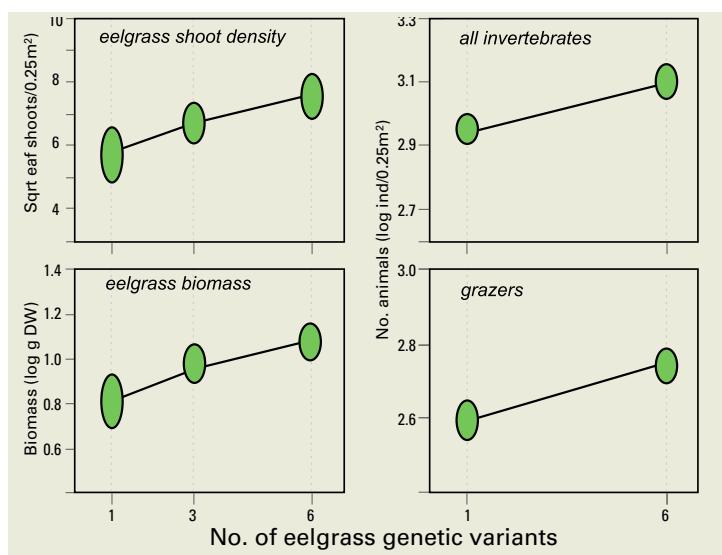
U skladu s predviđenim klimatskim scenarijima, [održavanje zdravih, netaknutih ekosistema](#) postat će sve važnije kako bi se izbjegle najgore posljedice klimatskih promjena.

Nedavni pregled 46 neovisnih naučnih studija pokazao je da [biološka raznolikost povećava otpornost ekosistema](#) u širokom spektru klimatskih stanja: mokri / suhi, umjereni / ekstremni i kratkoročni / dugoročni. Bez obzira na klimatska stanja, istraživanja su pokazala da su se zajednice s malom raznolikošću (1-2 vrste) promijenile za 50%, dok su se zajednice s visokim diverzitetom (16-32 vrste) promijenile za samo 25%. Globalni pregled 85 nezavisnih studija pokazao je da su [prinosi usjeva i ekosistemski servisi znatno veći](#) kada postoji raznolikost vrsta opašivača i neprijatelja štetočina. Od negativnih uticaja koje je pojednostavljenje pejzaža imalo na ekosistemski servise, do 50% je ustvari uzrokovano nedostatkom biološke raznolikosti među organizmima koji

pružaju ekosystemske servise. Biološka raznolikost ima nedvojbeno pozitivne uticaje na ekosistem i ekosystemske servise

## ... a isto tako i genetička raznolikost

[Naučno istraživanje](#) otkrilo je da veći genetički diverzitet dovodi do povećanog rasta i gustine morske trave (*Zostera* sp.), čak i tokom izuzetno vrućeg ljeta. Ovo je imalo pozitivni uticaj i na populacije beskičmenjaka u okolnom ekosistemu u poređenju s ekosistemima u kojima su se nalazile kolonije morske trave s manjim



genetičkim diverzitetom. Slično, [drugo istraživanje](#) utvrdilo je da veća genetička i specijska raznolikost povećava toleranciju na sušu i produktivnost travnjaka.

Karakteristike i varijacije među jedinkama određene su u njihovom DNK materijalu. Ova varijacija također određuje njihovu vitalnost i sposobnost prilagođavanja promjenama u okolišu. Jedinke s povoljnim adaptacijama i kombinacijama gena preživljavaju bolje i / ili daju više potomstva. Pod uslovom da populacije nisu premale i ne gube preveliku genetičku varijaciju, povoljni geni će se prenijeti na buduće generacije. U takvim slučajevima, moguće je da će se domaće vrste, koje su prirodno dio lokalnog ekosistema a koje su evoluirale nekoliko stotina godina, lakše nositi sa klimatskim promjenama. Povećan genetički diverzitet [osigurava uspješno suočavanje s budućim promjenama okoliša](#) jer što je više dostupnih kombinacija gena, utoliko se povećava i broj mogućnosti u neizvjesnoj budućnosti. Nedavno [pregledno istraživanje](#) je utvrdilo da protok gena kroz imigraciju pomaže u sprječavanju izumiranja populacija kod nekih vrsta životinja i biljaka. Ipak, povećani



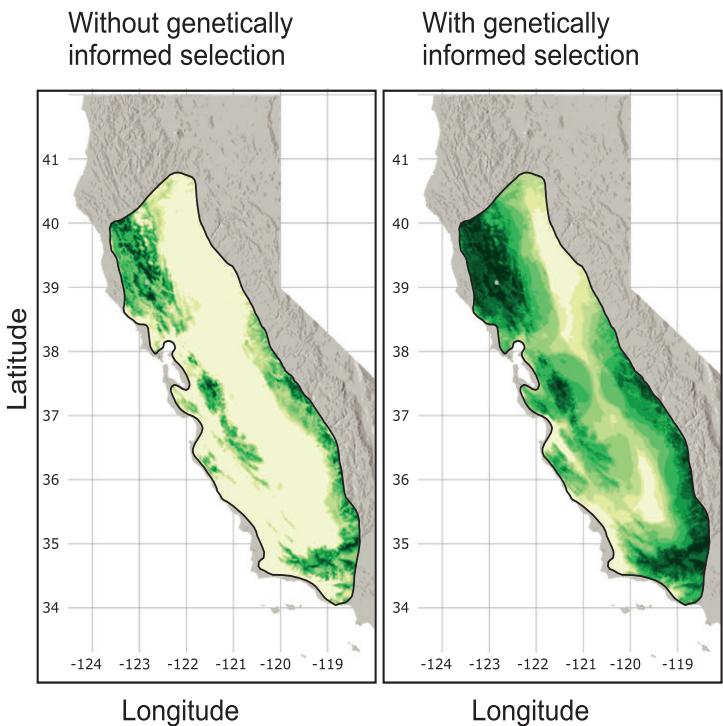
protok gena se nažalost rijetko koristi kao strategija očuvanja biodiverziteta. U svrhu očuvanja malih izoliranih populacija, autori se zalažu da se akcije trebaju fokusirati na povećanju protoka gena, a ne na direktnе akcije zasnovane isključivo na upravljanju izoliranom populacijom.

## Kako genetički alati mogu unaprijediti održivost

Genetički alati mogu poboljšati upravljanje resursima i krajnje ciljeve u zaštiti vrsta. [Genetičkim analizama tigrastog daždevnjaka](#) je utvrđeno da su populacije iz različitih staništa imale veoma nizak nivo genetičke varijabilnosti. Ovo otkriće je uticalo na donošenje ciljanih preporuka za poboljšanje zaštite te uspostavljanje kontakta (protoka gena) između populacija daždevnjaka koje nasaljevaju različita staništa, kako bi se postigli krajnji ciljevi zaštite.

Genetičke informacije mogu pomoći u donošenju efektivnijih odluka u upravljanju životnom sredinom. Bolest koja je desetkovala populaciju bijelog jasena u Evropi u posljednjih 15 godina, uzrokovanu je egzotičnom gljivicom. [Istraživanje](#) je pokazalo da detaljne genetičke informacije mogu tačno predvidjeti osjetljivost preostalih jedinki na ovaj patogen. Ovo otkriće može uveliko pomoći upraviteljima šumskih ekosistema u odabiru otpornog drveća u cilju njihovog oporavka. Druga istraživanja su pokazala da genetički

Grafik: Očekivane promjene (%) u relativnoj stopi rasta dolinskog hrasta u Kaliforniji do 2080 godine



alati mogu pomoći u identifikaciji drveća koja su bolje [prilagođena na područja sa toplijom klimom](#), što potencijalno može ublažiti predviđene negativne posljedice klimatskih promjena.

Pored toga, [genetičke informacije mogu pomoći korisnicima šuma](#) da odluče koje genetičke varijante treba da se sade na različitim lokacijama koje su izložene klimatskim promjenama, te da na taj način povećaju otpornost šuma u budućnosti. Simulacije rasta šuma ukazuju da će bez genetičke selekcije matičnih stabala rezultirajući rast dolinskog hrasta (*Quercus lobata*) u Kaliforniji do kraja ovog vijeka biti u prosjeku negativan, dok upotreba genetički odabralih stabala omogućava neto pozitivan rast šuma.

Primjena genetičkih tehnika je pomogla u očuvanju ugroženih vrsta poput floridskog pantera. Početkom devedesetih godina prošlog vijeka preostalo je svega 20-25 jedinki ove vrste pri čemu su mnoge imale srčane mane i nizak kvalitet sperme uslijed niskog nivoa genetičke varijabilnosti uzrokovanoj ukrštanjem u srodstvu. Na osnovu podataka genetičke analize, a u cilju uvođenja novog, favorizovanog genetičkog materijala, osam planinskih lavova iz Teksasa je relocirano u populaciju floridskog pantera i ponovo je uspostavljen historijski protok gena između ove dvije podvrste. Ovom genetičkom intervencijom i drugim akcijama upravljanja znatno su [smanjeni genetički nedostaci i povećana je veličine populacije](#).

Slika: Genetička selekcija evropskog hrasta (*Quercus robur*) u cilju poboljašanja prilagođenosti klimatskim promjenama



# Preporuke za upravljanje i zakonodavstvo

Ovaj dokument sa pratećim preporukama je pripremljen u okviru [G-BIKE COST akcije](#), u koju je uključeno preko 120 istraživača i upravljača prirodnih dobara iz 42 zemlje. Slični zaključci o aktivnostima na očuvanju i upravljanju životnom sredinom u narednoj deceniji su izvedeni i u okviru [IUCN-a](#). Da bi se očuvale i održale adaptivne sposobnosti naših ekosistema i njihove upotrebe, menadžeri i donosioci odluka trebaju posvetiti više pažnje genetičkom diverzitetu i adaptivnom potencijalu prirodnih (nekomerčijalnih) vrsta. To znači da je neophodno da se genetičke tehnike više primjenjuju u poboljšanju zaštite vrsta. Savjetuje se da sve EU zemlje poboljašaju monitoring i procjenu genetičkog diverziteta modifikovanjem smjernica za procjenu statusa vrste u okviru [Direktive o staništma, Direktive o pticama, Okvirne direktive o morskoj strategiji i Okvirne direktive o vodama](#)

[Genetički diverzitet i protok gena više se ne smiju zanemariti](#) ili neosnovano pretpostaviti prilikom primjene konvencija i direktiva za očuvanje biodiverziteta i akcija sa ciljem sprječavanja klimatskih promjena. Neophodno je da se u aktivnostima nakon 2020-te eksplicitno razmatra genetička varijabilnost i funkcionalisanje protoka gena kod vrsta. U nastavku teksta su preporuke za primjenu genetičkih alata u trenutnim političkim okvirima.

## AICHI CILJEVI I CILJEVI ODRŽIVOG RAZVOJA UN-A 2030

Aichi ciljevi 5, 6, 7, 12, 13: *prevencija gubitka zemljišta, degradacija i fragmentacija, održiva poljoprivreda, akvakultura, ribolov i šumarstvo; biodiverzitet; genetički diverzitet.* UN ciljevi održivog razvoja 11, 13-15: *održivi gradovi i zajednice, klimatske akcije, život ispod vode; život na zemlji.*

Primjena genetičkih metoda i pristupa kroz saradnju sa naučnicima će uveliko povećati šanse za uspjeh.

## STRATEGIJA EU O ZAŠTITI BIODIVERZITETA (2020)

Glavni ciljevi i akcije 9 i 10: *obnova biodiverziteta; zaštita ekosistema; poljoprivredni genetički diverzitet, zaštita biodiverziteta i ruralni razvoj.*

Genetička saznanja, procjene i monitoring su ključni za efikasnu zaštitu, obnovu i menadžment.

## EU STRATEGIJA ZELENE INFRASTRUKTURE

Ova strategija naglašava "potrebu za konzistentnim i pouzdanim podacima", odnosno, podacima o funkcionalnoj povezanosti lokacija u okviru Natura 2000 mreže.

Genetičke analize i genetički monitoring su od presudnog značaja kako bi se utvrdilo da li je lokalno pojavljivanje vrsta genetički povezano (kako u prošlosti tako i u sadašnjosti), i da li zelena infrastruktura funkcioniše tako što omogućava i promoviše kretanje i protok gena.

## SEDMI EU AKCIONI PROGRAM ZA ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE DO 2020

Članovi 2a, 2e, 2i: prioritetni cilj je *zaštita, očuvanje i unapređenje prirodnog kapitala; poboljšanje znanja i dokaza za mјere zaštite životne sredine; povećati efikasnost u suočavanju sa izazovima klimatski promena i životne sredine.*

Genetička saznanja, metode i monitoring imaju ključnu ulogu u efikasnem ublažavanju izazova klimatskih promjena i životne sredine za vrste i ekosisteme koji predstavljaju prirodni kapital.

## EU STRATEGIJA O ŠUMAMA (2019)

*Očuvanje biodiverziteta; očuvanje, poboljšanje i obnova otpornosti i multifunkcionalnosti šumskih ekosistema; zelena infrastruktura.*

Pozitivni efekti genetičke varijabilnosti na adaptivnu sposobnost drveća i šuma objašnjeni su u kratkom opisu [politike BiodivErsA](#) i direktno odgovaraju strateškom pravilu da "genetički diverzitet mora biti povećan i ugroženi genetički resursi zaštićeni."

## EU ZAJEDNIČKA POLITIKA RIBARSTVA (2014)

*Ekološki i održivi ribolov i akvakultura; praksa ne ugrožava reproduktivnu sposobnost ribljih populacija; pažljivi pristup koji prepoznaje uticaj ljudskih aktivnosti na sve komponente ekosistema.*

Male populacije riba i populacije koje su nastale ukrštajem u srodstvu imaju slabiju reprodukciju i održivost. Genetički monitoring i upravljanje zasnovano na naučnim činjenicama je veoma važno za održivi razvoj vrsta i ekosistema.

G-BiKE je projekat finansiran od strane Evropske Komisije za nauku i tehnološki razvoj pod brojem CA18134.

U projektu učestvuje više od 120 istraživača iz 42 zemlje.

Ovaj dokument ima za cilj informisanje donosioca odluka i menadžera o ključnim saznanjima genetičkih istraživanja koji se vežu za očuvanje biodiverziteta i otpornosti ekosistema.

Kontakt1: [Cristiano.vernesi@fmach.it](mailto:Cristiano.vernesi@fmach.it)

Kontakt2: [belma.k@gmail.com](mailto:belma.k@gmail.com)

Kontakt3: [sunje.emina@gmail.com](mailto:sunje.emina@gmail.com)

Kontakt4: [snjegotadragana@gmail.com](mailto:snjegotadragana@gmail.com)

Web stranica: [www.cost.eu/actions/CA18134](http://www.cost.eu/actions/CA18134)

Facebook: [www.facebook.com/gbikecost/](http://www.facebook.com/gbikecost/)

Twitter: @gbike\_cost: [twitter.com/gbikecost](http://twitter.com/gbikecost)

## Relevantne partnerske web stranice:

ConGRESS [congressgenetics.eu](http://congressgenetics.eu)

Baltgene [bambi.gu.se/baltgene](http://bambi.gu.se/baltgene)

