



# *Smernice za trajnostno gospodarjenje z borovimi gozdovi*

*(črni bor (*P. nigra* J.F. Arnold),  
pinija (*P. pinea* L.), obmorski bor  
(*P. pinaster* Aiton))*



# Smernice za trajnostno gospodarjenje z borovimi gozdovi (črni bor (*P. nigra* J.F. Arnold), pinija (*P. pinea* L.), obmorski bor (*P. pinaster* Aiton))

Izdelek projekta Life SySTEMiC:  
Smernice za trajnostno gospodarjenje z borovimi gozdovi  
(črni bor (*P. nigra* J.F. Arnold), pinija (*P. pinea* L.),  
obmorski bor (*P. pinaster* Aiton))



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DAGRI  
DIPARTIMENTO DI AGROLOGIA  
E DIFESA AMBIENTALE FORESTALE



CASENTINO  
LUNGONI IORI ESTABILI MONTANI



Zavod za gozdove Slovenije  
Slovenia Forest Service





## OPIS PROJEKTA LIFE SySTEMiC

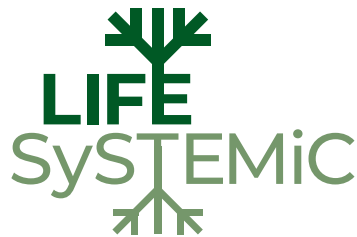
Program LIFE je instrument Evropske unije za financiranje projektov za ohranjanje okolja in biotske raznovrstnosti ter boj proti podnebnim spremembam.

Cilj projekta LIFE SySTEMiC (Sonaravno in trajnostno gospodarjenje z gozdovi v času podnebnih sprememb) je uporaba »orodja« genetske pestrosti za pomoč pri gospodarjenju z gozdovi v času podnebnih sprememb. Osnovna ideja je preprosta: večja kot je genetska pestrost dreves v gozdu, večja je verjetnost, da imajo nekatera drevesa genetske značilnosti, zaradi katerih se bodo lažje prilagajala podnebnim spremembam, kar bo povečalo odpornost celotnega gozdnega sistema.

Glavni cilji projekta so:

- Raziskati povezavo med gospodarjenjem z gozdom in genetsko raznolikostjo za osem vrst gozdnih dreves v treh evropskih državah (Hrvaška, Italija, Slovenija) z namenom ugotoviti, kateri gozdnogojitveni sistemi ohranjajo visoko stopnjo genetske pestrosti.
- Razviti inovativni model, ki vključuje genetsko in biotsko raznovrstnost ter gojenje gozdov (Gen-BioSilvi), ki temelji na kombinaciji napredne krajinske genomike, uporabne genetike in modelov gojenja gozdov gozdnogojitvenih modelov za podporo trajnostnemu gospodarjenju z gozdovi.
- Širjenje znanja o tako razviti metodi po Evropi in prenos njene uporabe v gozdarsko prakso z vključevanjem različnih vrst deležnikov.

Spletna stran projekta Life Systemic s podrobnimi protokoli in rezultati: <https://www.lifesystemic.eu/>



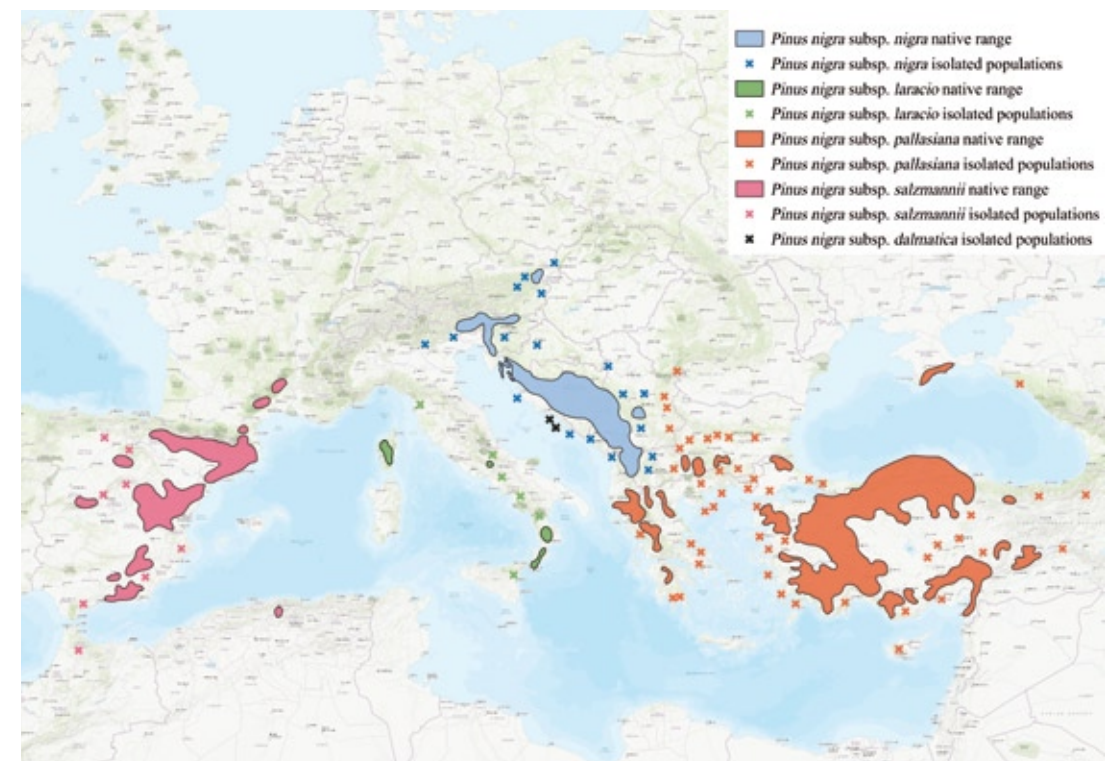
## 1. Uvod

Miran Lanščak

Croatian Forest Research Institute (CFRI), Croatia

V Evropi so bori med najpomembnejšimi ekološkimi in gospodarskimi drevesnimi rodovi v sredozemskih in submediteranskih regijah. Na svetovni ravni so eden največjih taksonomskih rodov z več kot sto vrstami, ki rastejo predvsem na severni polobli. Bori spadajo med svetloljubne drevesne vrste in so prilagodljivi na različne ekološke razmere, vključno s temperaturo, vlago in tlemi. Živijo lahko tudi do 250 let. Bori so zimzeleni iglavci z značilnimi iglicami, ki lahko rastejo skupaj v parih (dvoigličasti), po tri (triigličasti) ali po pet (petigličasti bori). Storži (plodovi) dozoriijo v drugem ali tretjem letu.

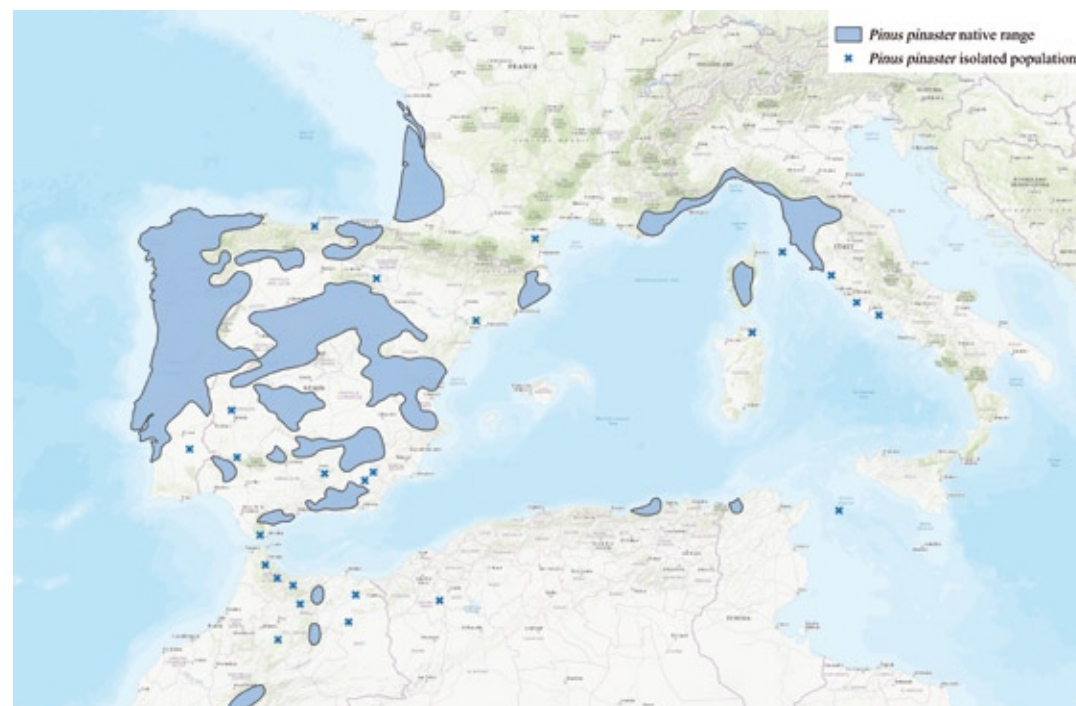
V okviru projekta LIFE SySTEMiC so bile na območjih Hrvaške, Italije in Slovenije preučene tri vrste borov. Preučevane vrste so črni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold), obmorski bor (*Pinus pinaster* Aiton) in pinija (*Pinus pinea* L.). Te tri vrste večinoma tvorijo čiste gozdne sestoje, vendar jih je mogoče najti tudi v mešanih sestojih z drugimi bori. Vse navedene vrste imajo široko območje razširjenosti v celotni sredozemski regiji, kar je razvidno iz spodnjih zemljevidov areala razširjenosti (slike 1.1, 1.2 in 1.3).



Slika1.1 Območje razširjenosti črnega bora (www.euforgen.org)



Slika 1.2. Območje razširjenosti pinije (www.euforgen.org)



Slika 1.3. Območje razširjenosti obmorskega bora (www.euforgen.org)

## 2. Smernice za trajnostno gospodarjenje z borovimi gozdovi in njihovo prilagajanje na podnebne spremembe

Miran Lanščak; Anđelina Gavranović Markić; Sanja Bogunović; Zvonimir Vujnović, Barbara Škiljan, Mladen Ivanković

Croatian Forest Research Institute (CFRI), Croatia

Trajnostno in sonaravno gozdarstvo uporablja metode gospodarjenja z gozdovi, ki zagotavljajo ohranjanje narave in gozdov, da bi jih ohranilo kot naravni ekosistem za različne oblike življenja in odnose, ki se ustvarjajo med njimi. Temelji na podrobnem načrtovanju gospodarjenja z gozdovi, ki je prilagojeno posameznim rastiščem in sestojem ter funkcijam gozdov in ki upošteva naravne procese in strukture, značilne za naravne gozdne ekosisteme (Veselič, 2008). Gozdnogojitvene pristope v borovih sestojih je potrebno skrbno izbrati, da bi zagotovili sonaravno gospodarjenje s posnemanjem naravnih procesov v gozdnih ekosistemih. V okviru projekta LIFE SySTEMiC so bile preučene tri vrste bora, in sicer črni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold - s podvrsto *Pinus nigra* in podvrsto *dalmatica* (Vis.) Franco), pinija *Pinus pinea* L. in *Pinus pinaster* Aiton. Analizirani so bili štirje gozdnogojitveni pristopi v sestojih bora (preglednica 2.1) in preučeno 10 borovih sestojev, ki ustrezajo štirim evropskim gozdnim tipom (EFT): 3.3 alpski gozdovi rdečega in črnega bora; 10.1 sredozemski borov gozd; 10.2 sredozemski in anatolski gozd črnega bora; 14.1 nasadi avtohtonih vrst.

V preglednici 2.1. je seznam demonstracijskih ploskev za vrste *Pinus nigra* J.F. Arnold, *Pinus pinea* L. in *Pinus pinaster* Aiton v okviru projekta LIFE SySTEMiC.

Številka ploskve	Ime ploskve	Država	Vrsta	EFT*	Struktura	Gozdnogojitveni sistem
08	Terminaccio	Italija	<i>P. pinea</i>	10.1	Enodobna	Golosečni sistem s sadnjo
9A	Fossacci	Italija	<i>P. pinea</i>	10.1	Enodobna	Golosečni sistem s sadnjo
9B	Fossacci	Italija	<i>P. pinea</i>	10.1	Enodobna	Golosečni sistem s sadnjo
9C	Fossacci	Italija	<i>P. pinea</i>	10.1	Enodobna	Golosečni sistem s sadnjo
15	Zadar	Hrvaška	<i>P. pinea</i>	10.1	Enodobna	Golosečni sistem s sadnjo
17	Klana	Hrvaška	<i>P. nigra</i>	3.3	Enodobna	Sistem zastornih sečenj
18	Brač	Hrvaška	<i>P. nigra</i>	10.2	Enodobna	Sistem zastornih sečenj
19	Pelješac	Hrvaška	<i>P. pinaster</i>	10.1	Enodobna	Skupinsko postopno gojenje
22	Mlake	Slovenija	<i>P. nigra</i>	14.1	Enodobna	Sistem zastornih sečenj
31	Mljet	Hrvaška	<i>P. pinea</i>	10.1	Enodobna	Sistem zastornih sečenj

\*EFT = evropski gozdni tipi: 3.3 Alpski gozdovi rdečega in črnega bora; 10.1 Sredozemski borov gozd; 10.2 Sredozemski in anatolski gozd črnega bora; 14.1 nasadi avtohtonih vrst.

### Črni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold)

Črni bor (*Pinus nigra* J.F. Arnold) je zimzeleni iglavec, ki izvira iz sredozemske regije in delov Evrope. Glede na geografsko razširjenost, dolžino in togost iglic jo lahko razdelimo na pet podvrst: *P. nigra* J.F. Arnold podvr. *nigra*, razširjena v jugovzhodni Avstriji, severni Italiji, na Balkanskem polotoku, v Bolgariji, Romuniji in Turčiji v Evropi; *P. nigra* podvr. *salzmannii* (Dunal) Franco, razširjena v jugozahodni Evropi, Franciji (Hérault, Pireneji), Španiji, Alžiriji in Maroku, *P. nigra* podvr. *larico* (Poir.) Palib. Ex Maire, razširjena v Franciji in Italiji; *P. nigra* podvr. *dalmatica* (Vis.) Franco, razširjena na Hrvaškem; *P. nigra* podvr. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe, razširjena v Grčiji, na Cipru, v jugozahodni Bolgariji, jugovzhodni Severni Makedoniji, južni Albaniji in od Krima ob obali Črnega morja do Turčiji.



je (Gausson in sod., 1993, Farjon 2017). Črni bor raste skupaj z rdečim borom (*Pinus sylvestris* L.), rušjem (*Pinus mugo* Turra), alepskim borom (*Pinus halepensis* Mill.), pinijo (*Pinus pinea* L.) in muniko (*Pinus heldreichii* Christ (Burns in Honkala, 1990)).

Črni bor običajno tvori čiste sestoje, najdemo pa ga tudi v mešanih sestojih skupaj z drugimi bori, zlasti z rdečim borom (Isajev in sod., 2004). Črni bor lahko zraste do višine 30 metrov (redko od 40 do 50 metrov). Mlada drevesa črnega bora so visoka in vitka, s starostjo pa postajajo bolj okrogla in v nekaterih primerih razvijejo tudi sploščeno krošnjo, ki ima obliko dežnika (Isajev in sod., 2004.). Skorja mladih osebkov je rjavkasto siva in luskasta, z odraščanjem dreves pa nastajajo razpoke in brazde. Zahodne vrste imajo svetle luske, vzhodne podvrste pa temnejše, skoraj črne žlebove. Pri starejših drevesih postanejo razpoke zelo globoke, luske pa veliko večje (Eckenwalder, 2009). Brsti so jajčasti, koničasti in smolnati. Igllice, ki rastejo v parih, so dolge od 8 do 15 (19) cm, debele od 1 do 2 mm, ravne ali ukrivljene in drobno nazobčane. Barva iglic je zelena, od blede do temno zelene, odvisno od provenience, na vsaki strani pa imajo od 12 do 24 vrst listnih rež. Na drevesu ostanejo od 3 do 4 (8) let (Willis in sod., 1998).

Črni bor je enodomna vrsta. Razmnoževalno zrelost doseže pri starosti od 15 do 20 let. Semensko leto je na dve do pet let. Sestoji črnega bora rastejo na nadmorskih višinah od 350 m do 2200 m, optimalni razpon nadmorske višine pa je med 800 in 1500 m (Praciak in sod., 2013). Raste lahko na različnih tleh, od podzola do apnenčaste podlage, kar je pogosto odvisno od regije in podnebja (Farjon in Filer, 2013). Črni bor lahko raste tako v zelo suhih kot tudi v vlažnih habitatih in zelo dobro prenaša temperaturna nihanja. Je svetloljuben in ne prenese sence, dobro pa prenaša veter, sušo in slana tla.



Slika 2.1. Gozdni semenski objekt črnega bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold podvrsta dalmatica (Vis.) Franco) na otoku Braču, Hrvaška



Slika 2.3. Gozdni semenski objekt črnega bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold) v Klani, Hrvaška

#### ***Pinus pinea* L.)**

Pinija (*Pinus pinea* L.), znana tudi kot dežnikasti bor, je zimzeleni iglavec, ki izvira iz sredozemske regije in je razširjen od Portugalske do Sirije ter po nekaterih obalnih območjih Črnega morja (Farjon in Filer, 2013). Njeno prvotno naravno območje razširjenosti je zaradi obsežnega gojenja in širjenja še od predrimskega obdobja težko določiti, zato je tudi težko razlikovati med avtohtonimi območji in tistimi, kjer je bila zasajena. Človek je zaradi njenega gospodarskega pomena pomembno vplival na njeno sedanjo geografsko in genetsko pestrost.

V Španiji, na Portugalskem, v Italiji in Turčiji pinijo pogosto gojijo za različne namene, kot so pridelava plodov in lesa, kot del varstva naravnega okolja in za hortikulture namene. Uspešno so jo vnesli tudi v severno Afriko, Argentino in Južno Afriko (Bussotti, 1996).

Pinija je srednje veliko drevo, ki zraste do višine 25-30 metrov, premer debla pa presega 2 metra. Krošnja je v mladosti glavičasta in grmičasta, pri srednji starosti dobi obliko dežnika, v zrelem obdobju pa postane ploska in široka. Deblo je pogosto kratko s številnimi navzgor obrnjenimi vejami, po katerih rastejo iglice skoraj do konca. Skorja ima kompleksno strukturo. Pri mladih drevesih je pepelnato siva in razpokana, pozneje pa postane rdečkasto rjava in ima globoke vzdolžne brazde med dolgimi sivimi in ploskimi luskastimi ploskvami. Brsti so dolgi približno 1 cm in imajo rjave luske. Igllice so svetlo zelene in rastejo v šopih po dve, povprečno so dolge od 8 do 15 cm ter imajo oster vrh in listne reže na vsaki strani. Na drevesu se obdržijo 2-3 leta. Pinija je enodomna vrsta. Razmnoževalna zrelost se pri osamljenih drevesih začne, ko so stara od 15 do 20 let, v gozdni sestojih pa, ko so stara približno od 20 do 30 let. Moške mačice z rumenim pelodom se nahajajo v skupinah ob spodnjem delu novih poganjkov, ženska socvetja pa so pokončna in dolga približno 2 cm. Pinija je anemofilna, opravevanje pa poteka od maja do junija, ko se sproščajo velike količine peloda. Do oploditve pride dve leti po opravitvi, storži pa dozorejo v tretjem letu. Zreli storži, ki so dolgi od 8 do 14 cm dolgi, imajo široko jajčasto obliko, so sedeči in ločeni, ko pa se odprejo, ostanejo pritrjeni še



več let. Semena so blede rjave barve, prekrita s črnim prahom, dolga so od 15 do 20 mm, so težka in imajo krilca, ki se preprosto ločijo in so neučinkovita pri širjenju z vetrom. Pri piniji se semenska leta pojavljajo precej neredno, obrod pa je lahko glede na količino semena zelo različen (Eckenwalder, 2009; Johnson in More, 2006).

Pinija uspeva v širokem razponu podnebnih in talnih razmer v sredozemskem območju. V severnem Sredozemlju jo najdemo od obale morja do 500 - 600 m nadmorske višine, v vzhodnem Sredozemlju pa tudi do nadmorskih višin med 800 in 1400 m. Večinoma tvori čiste sestoje, ki se naravno obnavljajo s semeni. Sestoje lahko najdemo v toplem do srednje toplem delu sredozemskega podnebja ter v polvlažnih bioklimatskih razmerah, za katere so značilna vroča in suha poletja ter deževne in blage zime. Vrsta je svetloljubna in daje prednost kislim ali nevtralnimi peščenim tlem, čeprav prenese tudi rahlo apnenčasta tla (Montero in sod., 2008).



Slika 2.4. Odrasla drevesa pinije (*Pinus pinea* L.) na otoku Mljetu, Hrvaška

#### Obmorski bor (*Pinus pinaster* Aiton)

Obmorski bor (*Pinus pinaster* Aiton) je široko razširjeno zimzeleno drevo, ki izvira iz južnoatlantske evropske regije in delov zahodnega Sredozemlja.

Območje razširjenosti obmorskega bora je predvsem zahodna Sredozemska kotlina in južna atlantska obala Evrope. Pojavlja se na Iberskem polotoku, v južni Franciji, zahodni Italiji, na zahodnih sredozemskih otokih, v severnem Maroku, Alžiriji in Tuniziji. Zaradi umetnih nasadov in naturalizacije postaja vse bolj razširjen in dosega že jugozahodno francosko obalo, jadranske države in celo severno Evropo, vključno z Združenim kraljestvom in Belgijo (Jalas in Suominen, 1973; Critchfield in Little, 1966; Pereira, 2002; Farjon in Filer, 2013). Na sedanjo dokaj razdrobljeno razširjenost vrste sta vplivala dva glavna dejavnika: pretrganost naravnih rastišč in višina gorskih verig, ki izolirata celo bližnje populacije, ter velik vpliv človeka zaradi krčenja gozdov in sprememb v rabi tal (Alía in Martín, 2003). Kljub tem izzivom se ta vrsta še vedno pogosto sadi in goji v različnih državah, tako znotraj kot zunaj

njenega naravnega areala. Razprostira se od višine morske gladine v priobalnih nižinah do zmernih nadmorskih višin, do 1600 m na Iberskem polotoku in Korziki ter do približno 2000 m nadmorske višine v Maroku (Wahid in sod., 2006, Farjon 2010). Ta višinski razpon kaže na prilagodljivost vrste na različne nadmorske višine in podnebne razmere. Naravno raste v toplih zmernih območjih z oceanskim podnebjem, zlasti v vlažnih in polvlažnih regijah z letnimi padavinami, ki presegajo 600 mm. Vendar lahko preživi tudi na območjih z le 400 mm letnih padavin, če je v zraku dovolj vlage. Ne prenaša sence in daje prednost silikatnim podlagam z grobo teksturo, zlasti peščenim tlom, sipinam in drugim revnim podlagam (Viñas in sod., 2016).

V današnjem času ekstremnih podnebnih razmer, posebej visokih poletnih temperatur in dolgotrajnih suš na območjih, kjer raste bor, gozdni požari predstavljajo veliko nevarnost za sestoje bora. Na srečo je narava že večkrat dokazala, da lahko sama poskrbi zase in za svojo naravno obnovo, kar je še posebej vidno pri borih. Bor proizvaja ortodoksna semena, ki jih je mogoče shranjevati več let, saj ohranijo visoko stopnjo kalivosti in vitalnosti. Če ta semena pravočasno nabereemo in jih pravilno shranimo, so lahko ključnega pomena za nadaljnjo proizvodnjo gozdnega reprodukcijskega materiala za obnovo gozdov po požarih. Poleg tega gozdni požari segrejejo zrele storže na visoko temperaturo, zaradi česar se storži počasi odprejo in razširijo semena po požganem območju, kar na koncu privede do zelo dobre naravne obnove poškodovanih sestojev.



Slika 7. Gozdni sestoj pinije (*Pinus pinaster* Aiton) v petletnem obdobju po gozdnem požaru (desno: sestoj en teden po gozdnem požaru leta 2015, slika levo: sestoj leta 2023) na polotoku Pelješac, Hrvaška.

### 3. Krajinska genomika

Cesare Garosi<sup>1</sup>, Cristina Vettori<sup>1,2</sup>, Miran Lanšćak<sup>3</sup>, Marko Bajc<sup>4</sup>, Donatella Paffeti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), University of Florence (UNIFI), Italy

<sup>2</sup> Institute of Bioscience and Bioresources (IBBR), National Research Council (CNR), Italy

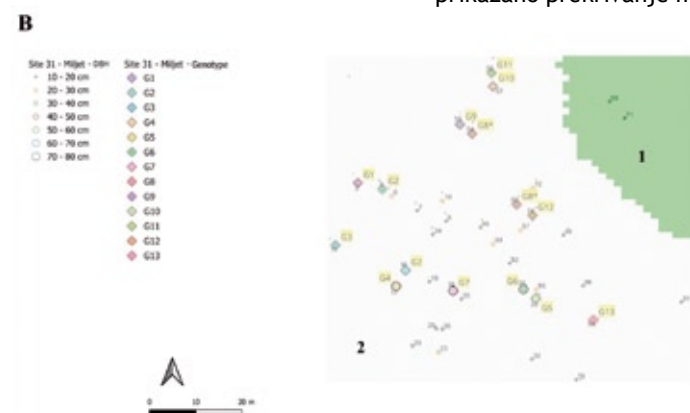
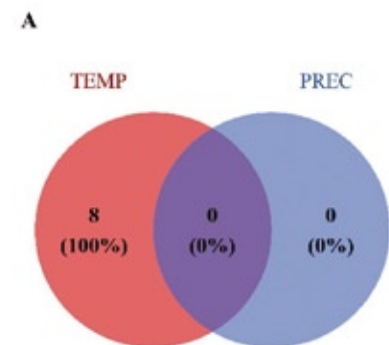
<sup>3</sup> Croatian Forest Research Institute (CFRI), Croatia

<sup>4</sup> Gozdarski inštitut Slovenije (GIS), Slovenija

Pri analizi nevtralne in adaptivne komponente genetske pestrosti smo uporabili pristop krajinske genomike, da bi izpostavili možne vzorce lokalne prilagoditve pri populacijah. Uporabili smo nevtralne in adaptivne molekularne markerje v kombinaciji s prostorskimi podatki in bioklimatskimi kazalniki. Polimorfizmi posameznih nukleotidov (SNP-ji), genotipizirani s pristopom ponovnega ciljnega sekvenciranja kandidatnih genomskih regij, so bili analizirani kot merilo adaptivne genetske variabilnosti preučevane populacije.

Pri ponovnem ciljnem sekvenciranju vrste *P. pinea* je bilo v 28 genomskih regijah, povezanih z odzivom na enega ali več abiotičnih stresov, ugotovljenih približno 500 SNP-jev (rezultati so navedeni v dokumentu Rezultat dejavnosti B1: Zemljevid SNP-jev za vsako preučevano ploskev). Pri ponovnem ciljnem sekvenciranju vrste *Pinus nigra* J.F. Arnold je bilo v 21 genomskih regijah, povezanih z odzivom na enega ali več abiotičnih stresov, ugotovljenih približno 2000 SNP-jev (rezultati so navedeni v dokumentu Rezultat dejavnosti B1: Zemljevid SNP-jev za vsako preučevano ploskev). Na podlagi prostorske razporeditve SNP-jev (rezultati so navedeni v dokumentu Rezultati dejavnosti B3: Priročnik za trajnostno gospodarjenje z gozdovi) je bilo za vse preučevane ploskve z borom mogoče opaziti veliko število SNP-jev, značilnih za posamezno ploskev in državo. Kljub različnim bioklimatskim razmeram na vsaki od analiziranih ploskev, bi lahko veliko število SNP-jev, značilnih za posamezno ploskev, pojasnili kot znak prilagoditve na lokalno okolje.

Da bi prepoznali značilnosti lokalne prilagoditve borovih populacij, smo izvedli analize povezave med genotipom in okoljem (GEA). Globalna analiza nam je omogočila odkriti možne vzorce prilagoditve bioklimatskim razmeram, ki so značilni za območje razširjenosti rodu borov. Rezultati analize so pokazali veliko število SNP-jev, značilnih za posamezno ploskev in državo. Kljub različnim bioklimatskim razmeram na vsaki od analiziranih ploskev, bi lahko veliko število SNP-jev, značilnih za posamezno ploskev, pojasnili kot znak prilagoditve na lokalno okolje.

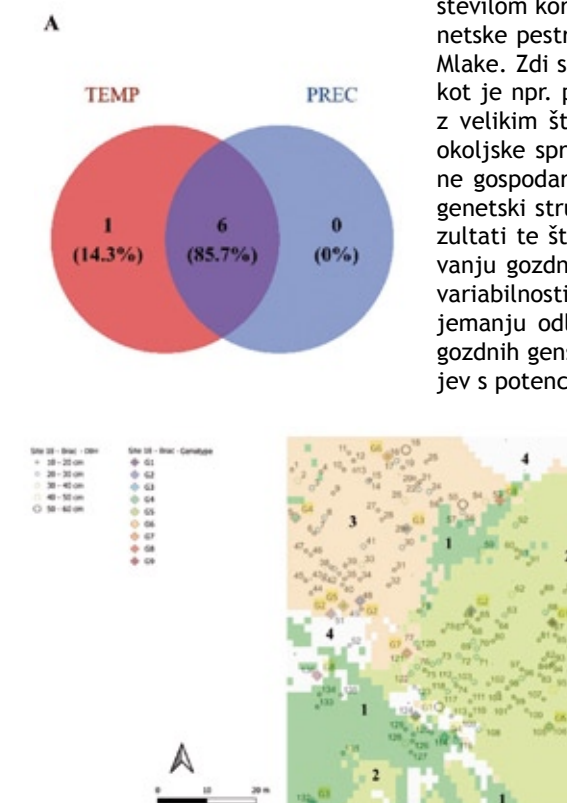


Slika 3.1. Rezultati analize LFMM in zemljevid porazdelitve genotipov za ploskev 31 - Mljet. (A) Na Vennovem diagramu je prikazano prekrivanje med SNP-ji, povezanimi z bioklimatskimi kazalniki v zvezi s temperaturo in z bioklimatskimi kazalniki v zvezi s padavinami, ki je rezultat analize LFMM. (B) Prostorska razporeditev genotipov in prostorska organizacija v 3 skupine (rezultati GENELAND). Na zemljevidu so prikazani osebki, ki so prisotni na preučevani ploskvi (krog s črno obrobo), in sekvencirani osebki. Slednji so označeni s krogi, katerih barva ustreza ugotovljenemu genotipu. Enake barve pomenijo, da gre za enake genotipe.

zali obstoj treh različnih skupin za pinijo in štirih skupin za črni bor v Italiji, na Hrvaškem in v Sloveniji. Še bolj zanimiva pa je bila ugotovitev, da obstaja povezava med nekaterimi alelnimi različicami in povprečnimi vrednostmi 12 bioklimatskih kazalnikov, ki smo jih upoštevali v teh analizah: 39 SNP-jev za pinijo in 14 za vrsto črni bor (kot je navedeno v dokumentu Rezultat dejavnosti B1: Izdelava zemljevidov prostorske razporeditve genetske pestrosti in korelacije med razporeditvijo alelov in okoljsko variacijo).

Prisotnost teh povezav bi lahko razlagali kot genotip osnovne prilagoditve rodu borov pri njegovem širjenju na srednjeevropskem območju. Prisotnost teh različic alelov bi lahko bila povezana z lokalnim in ne z regionalnim vzorcem prilagoditve. Pri analizi povezave z okoljem (EAA) je pomembno upoštevati nevtralno genetsko strukturo (Rellstab in sod., 2015), saj ta lahko ustvari vzorce, ki so enaki tistim, ki jih pričakujemo pri procesih, ki niso nevtralni (Excoffier in Ray, 2008; Excoffier in sod., 2009; Sillanpää 2011). Za analizo genetske strukture populacij smo uporabili dva različna pristopa: Bayesovo razvrščanje v skupine z uporabo programske opreme STRUCTURE (Pritchard in sod., 2000) in Bayesovo prostorsko razvrščanje v skupine z uporabo programske opreme GENELAND. Za pinijo smo na vsaki ploskvi odkrili majhno do zmerno število povezanih alelnih različic. Ugotovili smo, da je na ploskvi 09 - Fossacci večje število SNP-jev povezanih z bioklimatskimi kazalniki. (20 SNP-jev). Kljub največjemu številu povezanih SNP-jev, o katerih so poročali za ploskev 09, je prostorska genetska struktura poenostavljena (1 skupina, rezultati so navedeni v dokumentu Rezultati dejavnosti B1: Izdelava zemljevidov prostorske razporeditve genetske pestrosti in korelacije med razporeditvijo alelov in variabilnostjo okolja). Namesto tega smo, kot je prikazano na sliki 3.1., opazili manj poenostavljeno prostorsko genetsko strukturo in veliko število povezanih SNP-jev na ploskvi 31 - Mljet. Na podlagi dobljenih rezultatov je mogoče domnevati, da bi spodbujanje naravne obnove sestojev pinije lahko prineslo dobre rezultate v smislu genetske pestrosti in prilagajanja populacij na prihodnje spremembe v okolju.

Pri črnem boru je bilo ugotovljeno povsem drugačno stanje. Če primerjamo ploskve na katerih se gospodari ali negospodari, smo opazili splošno kompleksno prostorsko genetsko strukturo z manjšim številom koreliranih SNP-jev. Najvišje vrednosti adaptivne genetske pestrosti sta imeli ploskvi 18 - Brač (slika 3.2) in 22 - Mlake. Zdi se, da pri načinih gospodarjenja nižje intenzitete, kot je npr. prebiralno gospodarjenje, poročajo o populacijah z velikim številom alelnih različic, povezanih z odzivom na okoljske spremenljivke. Namesto tega so za sestoje, kjer se ne gospodari z gozdom, poročali o poenostavljeni prostorski genetski strukturi in majhnem številu povezanih SNP-jev. Rezultati te študije bi lahko imeli pomembno vlogo pri načrtovanju gozdnogojitvenih ukrepov, saj je poznavanje genetske variabilnosti s prilagoditvenega vidika v veliko pomoč pri sprejemanju odločitev. To je pomembno za ohranitev trenutnih gozdnih genskih virov, pa tudi za obogatitev obstoječih sestojev s potencialno ugodnimi genotipi.



Slika 3.2. Rezultati analize LFMM in zemljevid porazdelitve genotipov za ploskev 18 - Brač. (A) Na Vennovem diagramu je prikazano prekrivanje med SNP-ji, povezanimi z bioklimatskimi kazalniki v zvezi s temperaturo in padavinami, ki je rezultat analize LFMM. (B) Prostorska razporeditev genotipov in prostorska organizacija v 4 skupine (rezultati GENELAND). Na zemljevidu so prikazani osebki, ki so prisotni na preučevani ploskvi (krog s črno obrobo), in sekvencirani osebki. Slednji so označeni s krogi, katerih barva ustreza ugotovljenemu genotipu. Enake barve pomenijo, da gre za enake genotipe.



## 4. Model GenBioSilvi

Roberta Ferrante<sup>1,2</sup>, Cesare Garosi<sup>1</sup>, Cristina Vettori<sup>1,3</sup>, Davide Travaglini<sup>1</sup>, Donatella Paffetti<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), University of Florence (UNI-FI), Italy*

<sup>2</sup> *NBFC, National Biodiversity Future Center, Italy*

<sup>3</sup> *Institute of Bioscience and Bioresources (IBBR), National Research Council (CNR), Italy*

Da bi raziskali biotsko raznovrstnost v analiziranih gozdnih ekosistemih, smo na podlagi podatkov, zbranih v okviru drugih nalog projekta, analizirali kazalnike, vključno z genetsko pestrostjo, strukturo gozda, odmrlim lesom, pestrostjo tal in zastopanostjo mikrohabitata. Številne študije so pokazale, da ima vrsta pinijska (*Pinus pinea* L.) v primerjavi z drugimi vrstami iglavcev bistveno manjšo genetsko pestrost (Vendramin in sod., 2008, Carrasquinho in sod., 2013, Sáez-Laguna in sod., 2014, Mutke in sod., 2019). Ta zmanjšana genetska pestrost je deloma posledica preteklih populacijskih ozkih grl in omejenega pretoka genov, pa tudi klonskega razmnoževanja vrste in neenakomerne razširjenosti v sredozemski regiji. Kljub majhni genetski pestrosti ima pinijska visoko fenotipsko plastičnost, ki ji omogoča, da se z mehanizmi, kot so epigenetske spremembe, prilagaja različnim okoljskim razmeram. Kot je navedeno v dokumentu Rezultati dejavnosti B2: Biotska raznovrstnost in modeliranje gozdnih ekosistemov, smo na podlagi dobljenih rezultatov ocenili, da imajo sestoji pinijske nizko stopnjo biotske raznovrstnosti.

Na podlagi analize s podatki nSSR smo ugotovili, da imajo vse ploskve poenostavljene prostorske genetske strukture. Vendar smo opazili veliko genetsko pestrost pri SNP-jih, povezanih z geni, ki sodelujejo pri odzivu na abiotski stres.

Na ploskvi 09 - Fossacci, kjer so pri gospodarjenju uporabljali sistem poseka na golo in umetne obnove, so bile ugotovljene najvišje vrednosti adaptivne genetske pestrosti. Spodbujanje naravne obnove sestojev pinijske bi lahko povečalo genetsko pestrost in prilagodljivost na prihodnje okoljske spremembe. Z dendrometričnimi podatki smo ugotovili, da je optimalna struktura pinijskega gozda večslojni gozd, ki se naravno obnavlja, kar smo opazili na vseh ploskvah na katerih se z gozdom gospodari, razen na ploskvi 15 - Zadar, kjer so prevladovala odrasla drevesa z omejenim mladjem. Večslojni raznodobni sestoji ustvarjajo idealne pogoje za mladje, saj ustvarjajo vrzeli v krošnjah ter spodbujajo pojavljanje posameznih skupin mladja in širjenje peloda, s čemer se povečuje genetska pestrost populacij.

Količina odmrlega lesa je bila na vseh ploskvah majhna, še največja je bila na ploskvi 09 - Fossacci. Kar zadeva prisotnost mikrohabitata, so bili epiksilni mikrohabitati na vseh ploskvah manj pogosti kot saproksilni, pri čemer epiksilni mikrohabitati služijo kot ključni kazalniki ekosistemskih razmer in biotske raznovrstnosti. Načini gospodarjenja, ki spodbujajo kompleksne gozdne strukture, kot sta raznodobni in večslojni sestoj, povečujejo raznolikost mikrohabitata.

Črni bor se zaradi svoje odpornosti pogosto uporablja za obnovo s sadnjo v neugodnih okoljih, bodisi na revnih tleh ali v ekstremnih podnebnih razmerah (Dias in sod., 2020).

Na podlagi rezultatov, ki so bili predstavljeni v projektnem dokumentu Rezultati dejavnosti B2: Model GenBioSilvi, lahko ugotovimo, da je bila na vseh ploskvah sicer velika genetska pestrost, vendar glede na način gospodarjenja z gozdom ni bilo ugotovljenih večjih razlik med ploskvami. V tem projektu smo preučevali vpliv prebiralnega gospodarjenja in vpliv prepuščanja gozda naravnemu razvoju (brez gospodarjenja). Z analizo vzorca razširjenosti genetske pestrosti na podlagi podatkov SSR smo ugotovili, da ima ploskev, kjer se ne gospodari z gozdom, poenostavljeno prostorsko genetsko strukturo. To je mogoče pripisati odsotnosti gospodarjenja, ki vpliva na možnost obnove gozda. Poleg tega smo opazili veliko genetsko pestrost pri SNP-jih, povezanih z geni za odziv na abiotski stres, zlasti na ploskvi 22 - Mlake, kjer so bile vrednosti adaptivne genetske pestrosti najvišje.

Na podlagi dobljenih rezultatov je mogoče domnevati, da bi spodbujanje naravne obnove pri črnem boru lahko prineslo dobre rezultate v smislu genetske pestrosti in prilagajanja populacij na prihodnje okoljske spremembe. Analizirane ploskve imajo zvonasto porazdelitev razredov prsnega premera in vertikalno enoslojno do dvoslojno strukturo brez mladja ciljnih drevesnih vrst. Na vseh ploskvah je opazno tudi mladje spremljajočih drevesnih vrst, predvsem trdih listavcev. Največja količina odmrlega lesa, ki je ključnega pomena za ohranjanje biotske raznovrstnosti, je bila prisotna na ploskvah, kjer se z gozdom ne gospodari in na ploskvi 22 - Mlake, kjer sicer poteka redno gospodarjenje z gozdom. Poleg odmrlega lesa smo na ploskvah z rednim gospodarjenjem opazili različne stopnje saproksilnih mikrohabitata; na primer na ploskvi 22 - Mlake so bili saproksilni mikrohabitati pogostejši od epiksilnih, medtem ko je bilo na ploskvi 18 - Brac ugotovljeno nasprotno. Ti mikrohabitati so pomembni kazalniki zdravja ekosistemov in pomembno prispevajo k biotski raznovrstnosti.

Poleg tega so prakse gospodarjenja, kot je prebiralno gospodarjenje, spodbujale pojav različnih oblik mikrohabitata, kar povečuje splošno ekološko odpornost gozdnih sestojev. Kljub temu, da so bili na vseh preučevanih ploskvah prisotni predvsem čisti sestoji črnega bora, je izstopala ploskev 22 - Mlake, ki je imela največjo pestrost spremljajočih drevesnih vrst, kar nakazuje, da so ob črnem boru rastiščni pogoji ugodni tudi za rast drugih drevesnih vrst.

Obrazec za črni bor in pinijski zaradi premajhnega števila ploskev ni bil izdelan. Zaradi te omejitve nismo mogli ustrezno predstaviti in razlikovati več scenarijev, kar je bistveno za celovito in natančno ugotavljanje biotske raznovrstnosti teh vrst.

Pri analizi obmorskega bora so bile uporabljene podobne metodologije kot pri črnem boru in pinijski. Ker je bila za vsako vrsto na voljo samo ena ploskev, nismo mogli pridobiti statistično pomembnih rezultatov.

## 5. Smernice za trajnostno gospodarjenje z borovimi gozdovi

Miran Lanščak<sup>1</sup>, Anđelina Gavranović Markić<sup>1</sup>, Sanja Bogunović<sup>1</sup>, Zvonimir Vujnović<sup>1</sup>, Barbara Škiljan<sup>1</sup>, Davide Travaglini<sup>2</sup>, Cesare Garosi<sup>2</sup>, Cristina Vettori<sup>2,3</sup>, Donatella Paffetti<sup>2</sup>, Roberta Ferrante<sup>2,4</sup>, Mladen Ivanković<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Croatian Forest Research Institute (CFRI), Croatia*

<sup>2</sup> *Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), University of Florence (UNI-FI), Italy*

<sup>3</sup> *Institute of Bioscience and Bioresources (IBBR), National Research Council (CNR), Italy*

<sup>4</sup> *NBFC, National Biodiversity Future Center, Italy*

### Splošna priporočila

- Krajinska genomika je bistvenega pomena za oceno nevtralne in adaptivne genetske pestrosti, ki omogoča prepoznavo značilnosti lokalnih prilagoditev pri populacijah gozdnega drevja in pripravo usmeritev za gospodarjenje z njimi.
- Spremljanje genetske pestrosti z vidika prilagajanja naravnih populacij gozdnega drevja lahko izboljša odločitve glede gospodarjenja z gozdovi in usmerja migracije posameznih drevesnih vrst v naravnem okolju. To je ključnega pomena za ohranjanje gozdnih genskih virov (GGV) in obogatitev sestojev z ugodnimi genotipi, kar zagotavlja odpornost gozdov in gensko pestrost.
- Spremljanje in preučevanje vseh komponent biotske raznovrstnosti je ključnega pomena za razumevanje in krepitev odpornosti gozdnih ekosistemov. Zato je pomembno zbiranje in analiza informacij o genetski raznolikosti drevja, strukturi gozda, odmrlem lesu, pestrosti tal in zastopanosti mikrohabitata.
- Za borove sestoje, ki imajo podobne značilnosti kot tisti, vključeni v našo študijo, in imajo običajno nizko stopnjo biotske raznovrstnosti, razen za črni bor, predlagamo uporabo tistih načinov gospodarjenja z gozdom, ki povečujejo njegovo kompleksnost, ustvarjajo večslojno vertikalno



strukturo sestojev, ki omogoča nemoteno širjenje peloda, spodbuja genetsko pestrost in povečuje število novih alelnih različic, ki so pomembne za prilagoditev populacij gozdnega drevja na podnebne spremembe.

#### Priporočila za trajnostno gospodarjenje z gozdovi črnega bora (*Pinus nigra* J.F. Arnold)

- To je pionirska in svetloljubna vrsta, ki se zaradi svojih pionirskih značilnosti uporablja pri projektih obnove na erozijsko ogroženih tleh.
- Gojenje gozdov črnega bora v sredozemskih državah obsega vse od golosečnje in različnih vrst končnih sečenj (v pasovih ali zaplatah), zastornega in skupinsko postopnega gospodarjenja do prebiralnih sečenj.
- Posek na golo, ki mu sledi obnova s sadnjo se običajno izvaja na 1-3 hektarjih. Sečnja v pasovih ali zaplatah z naravno obnovo se navadno izvaja na manjših površinah, naravno obnovo z naravno nasemenitvijo pa spodbuja sežiganje sečnih ostankov in priprava tal ob spravlilu lesa. Če naravna obnova ni uspešna, se uporabi obnova s sadnjo sadik.
- Pri zastornem ali skupinsko postopnem gospodarjenju poteka naravna obnova v zavetju in zaščiti odraslega sestoja.
- V Kalabriji na jugu Italije uporabljajo sistem skupinskega prebiranja v majhnih skupinah, in sicer za črni bor, podvrsto *P. nigra* subsp. *larico* (Poir.) Palib. Ex Maire. Ta sistem je prispeval k ohranjanju čistih borovih sestojev s kompleksno raznodobno strukturo v zasebnih gozdovih (Ciancio in sod., 2006).
- Za sestoje črnega bora so primerne prakse manj intenzivnega gospodarjenja, kot je prebiralni



način, ki so povezane s populacijami z velikim številom alelnih različic kot odzivom na okoljske spremenjivke. V sestojih črnega bora, s katerimi se ne gospodari je bila ugotovljena poenostavljena prostorska genetska struktura in majhno število povezanih SNP-jev.

- Na podlagi izkušenj iz projekta LIFE SySTEMiC so sistemi gospodarjenja z gozdovi, ki temeljijo na naravni obnovi bora najprimernejši za spodbujanje genetske pestrosti in prilagajanje gozdov na prihodnje spremembe okolja.
- Pri obnovi gozdov, ki se izvaja za zaščito tal, se renaturalizacija uporablja kot sistem gojenja gozdov, ki spodbuja naravne evolucijske procese, saj se na tak način povečata kompleksnost in biotska raznovrstnost sestoja (Nocentini, 2006).

#### Priporočila za trajnostno gospodarjenje z gozdovi pinije (*Pinus pinea* L.)

- Trajnostno gospodarjenje z gozdovi pinije temelji na naravni obnovi (Manso in sod., 2014).
- Za zagotavljanje naravne obnove je potrebno mlajše zaščititi pred objedanjem po divjadi in po domači živini. Umetna obnova se uporablja v vrzelih in v zrelih sestojih (Montero in Cañellas, 1999).
- Pri gospodarjenju s sestoji pinije je najprimernejši sistem skupinskega prebiranja, ki spodbuja pretok genov in s katerim lahko v pomlajenih sestojih oblikujemo raznomerno in raznodobno strukturo gozda (Barbeito in sod., 2008; Ciancio in sod., 2009; Mechergui in sod., 2021).
- Pri obnovi s sadnjo se priporoča uporaba tistih lokalnih ras, ki so bolj prilagojene na pričakovane podnebne razmere, predvsem glede odpornosti na sušo.
- Naravna obnova pinijskih sestojev lahko pomembno prispeva k ohranjanju in povečevanju genetske pestrosti vrste, ki je pomembna za prilagoditev populacij na prihodnje podnebne razmere.
- Začetek pomladitvenih sečenj se priporoča ob gostoti sestoja med 125 in 150 dreves na hektar. Smiselno je zastorno gospodarjenje nadomestiti s skupinsko postopnim, saj s postopnim odpiranjem vrzeli v sestoji omogočamo nasemenitev le-teh (Calama in sod., 2017).
- Za uravnavanje gostote sestojev je primerna prebiralna sečnja, ki lahko izboljša svetlobne razmere v sestoji in ki podpira naravno obnovo pinije in drugih vrst.
- Hkrati s pomladitvenimi sečnjami je potrebno uravnati gostoto vegetacije v spodnjem sloju gozdnega sestoja (Ciancio in sod., 1986).
- Redno spremljanje in ukrepi za zatiranje so bistveni za obvladovanje škodljivcev, kot sta vrsti *Toumeyella parvicornis* in *Leptoglossus occidentalis*. Za učinkovito obvladovanje populacij škodljivcev je treba izvajati strategije integriranega varstva rastlin pred škodljivimi organizmi, ki vključujejo biološko zatiranje, kemična sredstva in postopke za spreminjanje habitatov škodljivcev.
- Posebno pozornost je potrebno posvetiti varstvu pred gozdnimi požari, zlasti poleti na turističnih območjih.
- Izvajati je potrebno ukrepe za zaščito gozdnih rastišč pred obalno erozijo in za preprečevanje vdora morske vode, ki lahko ogrozi sestoje pinije.
- Vire dohodkov iz gozda je potrebno diverzificirati s spodbujanjem ekoturizma, trajnostnega pridobivanja nelesnih gozdnih proizvodov in raziskovanjem tržnih priložnosti za certificirane lesne proizvode.
- Prakse adaptivnega gospodarjenja z gozdovi je potrebno nenehno razvijati, saj omogočajo spremembe pristopov na podlagi rezultatov in novih ugotovitev raziskav.

#### Priporočila za trajnostno gospodarjenje z gozdovi obmorskega bora (*Pinus pinaster* Aiton)

Obmorski bor, je prilagodljiva in odporna drevesna vrsta, ki izvira iz južnoatlantske evropske regije in delov zahodnega Sredozemlja. Da bi zagotovili trajnostno gospodarjenje z gozdovi te drevesne vrste se predlaga:

- Ustrezno izbiro rastišč s toplim zmernim podnebjem in oceanskim vplivom. Obmorski bor raste v vlažnih in polvlažnih regijah z več kot 600 mm letnih padavin, čeprav lahko ob zadostni količini zračne vlage preživi tudi na območjih, kjer je letnih padavin samo 400 mm (Viñas in sod. 2016).



- Izbiri ustreznih tal, predvsem silikatnih podlag z grobo teksturo, peščenih tal, sipin in drugih revnih podlag (Viñas in sod. 2016). Izogibati se je potrebno senčnim območjem, saj obmorski bor ne prenaša sence.
- Obmorski bor uspeva v širokem razponu nadmorskih višin, kar dokazuje njegovo prilagodljivost na različne nadmorske višine in podnebne razmere. Razprostira se od višine morske gladine v priobalnih nižinah do zmernih nadmorskih višin, do 1600 m na Iberskem polotoku in Korziki ter do približno 2000 m nadmorske višine v Maroku (Wahid in sod., 2006, Farjon 2010).
- Z obmorskim borom se gospodari v čistih enodobnih sestojih, kar je povezano z enostavnim gospodarjenjem, večjo proizvodnjo in kakovostjo lesa ter z motnjami, kot so požari, saj v primeru motenj, če je na voljo dovolj semen, vzkljujejo nova drevesa, ki so vsa enake starosti.
- Pri sanaciji in gospodarjenju po požaru je potrebno na območjih, ki so jih prizadeli gozdni požari, pustiti semenjake, da se omogoči naravna obnova. Ko se storži obmorskega bora v gozdnem požaru segrejejo, se počasi odpirajo (Idžojtić 2013), sproščajo semena ter tako pomagajo pri obnovi.
- V sestojih obmorskega bora je potrebno ohranjati zadostno količino odmrlega lesa in z njim povezanih mikrohabitatov. Odmrli les ima ključno vlogo v zagotavljanju naravne raznovrstnosti, saj zagotavlja habitat za različne vrste. Po požarih je na območjih priporočljivo pustiti večje količine odmrlega lesa, ki lahko znašajo do 42 m<sup>3</sup>/ha. Ohranjati je potrebno tudi z drevesi povezane mikrohabitate, kot so dupla, poškodbe in rane, kar spodbuja raznovrstnost živalskega sveta v gozdu.



## Viri

- Agriculture Handbook 654, USDA Forest Service, Washington DC.
- Alía R., Martín S. (2003). EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Maritime pine (*Pinus pinaster*). Mednarodni inštitut za rastlinske genske vire, Rim, Italija. 6 strani.
- Aravanopoulos, FA. (2018). Do Silviculture and Forest Management Affect the Genetic Diversity and Structure of Long-Impacted Forest Tree Populations? *Forests*. 9(6):355. <https://doi.org/10.3390/f9060355>
- Burns, R.M. and Honkala, B.H. (1990) *Silvics of North America: 2. Hardwoods*.
- Bussotti F. (1996). *Pinus pinea*. V Schütt P, Schuck HJ, Aas G, Lang UM (ur.), *Enzyklopaedie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie*. Ecomed Verlagsgesellschaft. Landsberg
- Carrasquinho, I., Gonçalves, E (2013). Genetic variability among *Pinus pinea* L. provenances for survival and growth traits in Portugal. *Tree Genetics & Genomes*, 9: str. 855-866. doi:10.1007/s11295-013-0603-2.
- Ciancio O., Iovino F., Menguzzato A., Nicolaci A., Nocentini S. (2006). Structure and growth of a small group selection forest of Calabrian pine in Southern Italy: a hypothesis for continuous cover forestry based on traditional silviculture. *Forest Ecology and Management* 224: str. 229-234. - doi: 10.1016/j.foreco.2005.12.057
- Critchfield, W. B., Little, E. L. (1966). Geographic distribution of the pines of the world (No. 991). US Department of Agriculture, Forest Service, Washington, D.C.
- Dias, A., Giovannelli, G., Fady, B. Spanu, I., Vendramin, G.G., Bagnoli, F. in sod. (2020). Portuguese *Pinus nigra* J.F. Arnold populations: genetic diversity, structure and relationships inferred by SSR markers. *Annals of Forest Science*, 77: 64. doi:10.1007/s13595-020-00967-9.
- Eckenwalder, J.E. (2009). *Conifers of the World: The Complete Reference*
- Eckenwalder, J.E. (2009). *Conifers of the World: The Complete Reference*
- Excoffier L, Ray N. (2008). Surfing during population expansions promotes genetic revolutions and structuration. *Trends Ecol Evol*. Jul;23(7):347-51. doi: 10.1016/j.tree.2008.04.004. PMID: 18502536.
- Excoffier, L., Hofer, T. & Foll, M. (2009), Detecting loci under selection in a hierarchically structured population. *Heredity* 103, str. 285-298. <https://doi.org/10.1038/hdy.2009.74>
- Farjon A. (2010). *A handbook of the world's conifers*. Brill, e-ISBN : 9789047430629.
- Farjon, A. (2010; 2. izd. 2017). *A Handbook of the World's Conifers Vols 1 -2*. Brill, Leiden & Boston.
- Farjon A., Filer D. (2013). *An Atlas of the World's Conifers*. Brill, Leiden & Boston
- Farjon A., Filer D. (2013). *An Atlas of the World's Conifers*. Brill, Leiden & Boston
- Farjon A., Filer D. (2013). *An atlas of the world's conifers: an analysis of their distribution, biogeography, diversity and conservation status*. Brill.
- Gausson H., Webb D.A., Heywood H.V. (1993) *Pinus*. V: Tutin G.H., Heywood H.V., Burges V.A., Moore D.M., Valentine D.H., Walters S.M., Webb D.A. (ur.), *Flora Europaea*, vol. 1. Cambridge University Press, Cambridge, UK: str. 40-44
- Idžojtić M. (2009). *Dendrologija-list*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, str. 577
- Idžojtić, M. (2013). *Dendrologija-cvijet, češer, plod, sjeme*. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, str. 424
- Iravani, S., Zolfaghari, B. (2014). Phytochemical analysis of *Pinus eldarica* bark. *Research in pharmaceutical sciences*, 9(4), str. 243-250.
- Isajev, V., Fady, B., Semerci, H., Andonovski, V. 2004. EUFORGEN Technical guidelines for genetic conservation and use for European Black pine, *Pinus nigra*. Rome, ITA: IPGRI. <http://prodinra.inra.fr/record/76757>
- Jalas, J., Suominen, J. (1973). *Atlas Florae Europaeae: distribution of vascular plants in Europe Vol. 2 Gymnospermae (Pinaceae to Ephedraceae)*. Committee for Mapping the Flora of Europe and Societas Biologica Fennica Vanamo, Helsinki.
- Johnson, O., More, D. (Collins, 2006) *Collins tree guide*.
- Montero, G., Calam, a R., Ruiz, -Peinado R. (2008). *Selvicultura de Pinus pinea* (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (España)), str. 431-470.
- Mutke, S., Vendramin, G.G., Fady, B., Bagnoli, F., González-Martínez, S.C. (2019). Molecular and









### Projektne partnerje

Department of Agriculture, Food, Environment and Forestry (DAGRI), University of Florence (UNIFI), Italy (Coordinator)

Croatian Forest Research Institute (CFRI), Croatia

D.R.E.A.M., Italy

Ente Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli (MSRM), Italy

Gozdarski inštitut Slovenije / Slovenian Forestry Institute (SFI), Slovenia

Zavod za gozdove Slovenije / Slovenia Forest Service (SFS), Slovenia

Unione dei Comuni Montani del Casentino (UCCAS), Italy

### Avtorji

DAGRI-UNIFI: Cristina Vettori (IBBR-CNR), Roberta Ferrante, Cesare Garosi, Francesco Parisi, Davide Travaglini, Donatella Paffetti

CFRI: Sanja Bogunović, Mladen Ivanković, Anđelina Gavranović Markić, Barbara Škiljan, Zvonimir Vujnović, Miran Lanščak

MSRM: Francesca Logli

SFI: Marko Bajc, Rok Damjanič, Natalija Dovč, Tijana Martinović, Tanja Mrak, Tina Unuk Nahberger, Nataša Šibanc, Marjana Westergren, Hojka Kraigher

SFS: Andrej Breznikar, Kristina Sever

### Trajanje projekta

01/09/2019 - 31/08/2024

Skupni stroški in prispevek EU

Proračun projekta: 2,976,245 €

LIFE sredstva: 1,635,709 € (55% od skupnega upravičenega proračuna)

### Kontaktne podatke projekta

Koordinatorica in znanstveno odgovorna oseba projekta

Donatella Paffetti - DAGRI-UNIFI

Via Maragliano, 77

50144 Firenze

Italy

donatella.paffetti@unifi.it

### Vodja projekta

Cristina Vettori - IBBR-CNR

Via Madonna del Piano, 10

50019 Sesto Fiorentino (FI)

Italy

cristina.vettori@cnr.it

### Vodja komunikacije

Davide Travaglini - DAGRI-UNIFI

Via San Bonaventura, 13

50145 Firenze

Italy

davide.travaglini@unifi.it

### Spletne strani

<https://www.lifesystemic.eu>



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE  
DAGRI  
Department of Agriculture,  
Food, Environment and Forestry



Zavod za gozdove Slovenije  
Slovenia Forest Service



CASENTINO  
UNIONE DEI COMUNI MONTANI



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA NARAVNE VIRE IN PROSTOR

Projekt LIFE SySTEMiC - LIFE18ENV/IT/000124 je prejel sredstva iz programa LIFE Evropske unije.

### Navajanje vsebine

Vsebina knjige je zaščitena z licenčnimi pravicami, ki so vezane na pogoje in določila Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International Public License ("Javna licenca") (za podrobnosti glejte <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>).

### Besedilo, fotografije, slike, ilustracije

Uporaba besedil, fotografij, slik in ilustracij, navedenih v Smernicah, je dovoljena z navedbo vira in LIFE SySTEMiC projekta. Pri predstavitvah in publikacijah se navede povezavo do spletne strani projekta in vir: Smernice za trajnostno gospodarjenje z borovimi gozdovi (črni bor (*P. nigra* J.F. Arnold), pinija (*P. pinea* L.), obmorski bor (*P. pinaster* Aiton)), 18 strani ([www.lifesystemic.eu](http://www.lifesystemic.eu)).



Grafično oblikovanje:  
Arts & altro Grafica



See details

LIFEsystemic © 2020 | All Rights Reserved

