

Razvoj temeljnih znanj za razvoj ukrepov genetskega varstva gozdov za prihodnost

Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov

Slovenija

Teden gozdov smo v letu 2012 začeli z znanstvenim srečanjem, ki je namenjeno predstavitvi izjemnih znanstvenih dosežkov in učinkov mlajših raziskovalcev s področja gozdarstva, lesarstva in papirništva (GLP). Kriteriji za 'izjemni dosežek' vključujejo npr. objavo v najvišje rangirani reviji s področja GLP v svetu, podelitev patenta, prenos tehnologije v prakso. Izbrani predavatelji so dejansko predstavili *izjemne in za GLP pomembne dosežke, na poslušalcem razumljiv in prijazen način*. Kar pomeni, da do 'obisti' poznajo problematiko, in da je bil izbor predavateljev pravi. Še več, opozorili so na povezave med področji in verjetne trende razvoja. Npr. na pomen sodobnih raziskovalnih metodologij, dopolnjevanje obstoječih znanj in razumevanje dinamike procesov v naravnih sistemih.

Osnovne zakonitosti ohranjanja narave temeljijo na dinamični procesov, torej na ohranjanju sposobnosti prilagajanja na spreminjajoče se pogoje v okolju. Vsako ukrepanje v praksi mora upoštevati možnost prilagajanja – ohranjanja prilagoditvenega potenciala populacij, vrst in ekosistemov.

Skladno z razvojem tehnologij se razvija tudi terminologija. Iz *genomike*, ki raziskuje strukturo in organizacijo genoma, so novi pristopi v raziskavah *molekularne biologije* omogočili razvoj *transkriptomike*, izražanja (ekspresije) genov, *proteomike*, ekspresije beljakovin, *metabolomike*, ekspresije metabolnih produktov pod vplivi okolja, in *funkcijske genomike*, ki raziskuje delovanje, funkcijo posameznih v *genomiki* opisanih genov. Nov izraz za raziskave interakcij med biomolekulami, signalnimi molekulami in mrežami, celicami, organizmi, združbami in okoljem, pa je *sistemska biologija*, ki združuje vsa (zgoraj naštet) novo-izrazna področja genetike, fiziologije in ekologije.

Ob ali kljub razvoju terminologije pa je pomemben *razvoj razumevanja procesov in soodvisnosti med vsemi gradniki tako kompleksnih sistemov*, kot so drevo, gozdna tla in gozdni ekosistem. *Ohranjanje gozdnih genskih virov* temelji na poznavanju *funkcijske genomike* na določeno okolje prilagojene populacije gozdnega drevja z dovolj ohranjenim potencialom prilagajanja na bodoče spremembe,

in poznavanju *sistemske biologije* vseh so-tvorcev mikro- in makro-okolja, v katerem ta populacija trajno uspeva. Torej organizmov, ki živijo z nam najbolj opazno obliko živega bitja v gozdu, z drevesom, v nekem odnosu, ki je lahko enostavno sobivanje, lahko gre za medsebojno koristno sobivanje, za uspevanje posameznega organizma na račun drugega ali drugih organizmov, za plenilstvo, tekmovanje (kompeticijo) ali pomoč (facilitacijo).

Vsi ti odnosi so dinamični in se lahko v pogojih hitrih okoljskih (npr. klimatskih) sprememb spremenijo.

Za blaženje in prilagajanje na spremembe v okolju je potrebno raziskati in razumeti kompleksne odnose, da bi lahko modelirali prilagodljivost in načrtovali ukrepe za genetsko varstvo gozdov in ohranjanje sedanjim gozdnim ekosistemom primerljive gozdove prihodnosti.

Hojka Kraigher,
nacionalna koordinatorica
EUFORGEN

Izvleček:

Pekka Vakkari, M. Bajc (prevod), A. Držaj, R. Brus, H. Kraigher: Navadna in puhasta breza. *Betula pendula*, *Betula pubescens*

Tehnične smernice so namenjene vsem, ki cenijo dragocen genski fond navadne in puhaste breze in njuno varovanje z ohranjanjem semenskih virov in rabo v gozdarski praksi. Namen smernic je ohranitev genetske raznolikosti vrste v evropskem merilu. Priporočila v tem sestavku so temelj, ki ga je treba dopolniti in še naprej razvijati ob upoštevanju lokalnih, nacionalnih ali regionalnih razmer. Navodila temeljijo na razpoložljivem znanju o vrsti in splošno sprejetih metodah za ohranjanje gozdnih genskih virov. Slovenski dodatek vsebuje opise navadne in puhaste breze, navaja njuno naravno razširjenost v Sloveniji ter rabo gozdnega reprodukcijskega materiala.

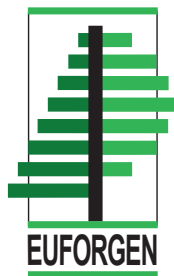
Ključne besede: navadna breza, puhasta breza, gozdni reprodukcijski material, Slovenija

Abstract:

Pekka Vakkari, M. Bajc (translation), A. Držaj, R. Brus, H. Kraigher: Silver birch and downy birch. *Betula pendula*, *Betula pubescens*

These technical guidelines are intended to assist those who cherish the valuable genepool of silver and downy birch and their inheritance, through conserving valuable seed sources or use in practical forestry. The focus is on conserving the genetic diversity of the species at the European scale. The recommendations provided in this module should be regarded as a common agreed basis to be complemented and further developed in local, national or regional conditions. The Guidelines are based on available knowledge of the species and on widely accepted methods for the conservation of forest genetic resources. The Slovenian annex provides descriptions of the silver birch and of downy birch, an overview of their natural distributions in Slovenia; and beside it emphasises the forest management, nature conservation and use of forest reproductive material.

Key words: silver birch, downy birch, forest reproductive material, Slovenia



Navadna breza

Betula pendula

Pekka Vakkari

Metsäntutkimuslaitos (Metla) – Finski gozdarski raziskovalni inštitut, Finska

Tehnične smernice so namenjene vsem, ki cenijo dragocen genski fond navadne breze in njeno varovanje z ohranjanjem semenskih virov in rabo v gozdarski praksi. Namen smernic je ohranitev genetske raznolikosti vrste v evropskem merilu. Priporočila v tem sestavku so temelj, ki ga je treba dopolniti in razvijati še naprej, upoštevajoč lokalne, nacionalne ali regionalne razmere. Navodila temeljijo na razpoložljivem znanju o vrsti in splošno sprejetih metodah za ohranjanje gozdnih genskih virov.

Biologija in ekologija



Navadna breza (*Betula pendula* Roth) je hitro rastoči srednje velik listavec, za katerega je značilno belo lubje, precej ozka krona in povešanje koncev vejic. Osebki, tudi na za to vrsto najprimernejših rastiščih v severni Evropi, redko presežejo višino 30 m, povprečna višina čistih sestojev navadne breze pa je po navadi nižja od 25 m. Povprečna največja biološka starost, ki jo doseže navadna breza, je približno 100 let, včasih pa osebki živijo tudi do 150 let.

Pomlajevanje navadne breze poteka s številčnimi semeni majhne velikosti, ki jih učinkovito raznaša veter. Ta vrsta je eno-

domna, moški in ženski cvetovi se razvijejo na istem drevesu. Moške mačice se razvijejo že ob koncu poletja prejšnje rastne sezone in so jasno opazne tudi pozimi, ženski cvetovi pa prezimijo zaščiteni v popkih in se pojavijo šele ob brstenju spomladi. Navadna breza ni sposobna samoopraševanja, saj kemični mehanizem preprečuje rast pelodnih cevi na brazdi pestiča istega osebkca.

Evropske breze tvorijo kompleks vrst, zato je določitev navadne breze lahko težavna. Za navadno brezo so značilni gladki listi in mladi poganjki ter debelo lubje pri bazi debla starih dreves. Puhasta breza (*Betula pubescens*), ki je zelo podobna navadni, ima dlakave liste in poganjke. Listi navadne breze so po navadi trikotne oblike z bazo, ki je pravokotna na pecelj, medtem ko je baza listov puhaste breze zaokrožene oblike. Za zanesljivejšo določitev so na voljo tudi kemijski in molekularni označevalci.

Obe omenjeni vrsti breze lahko ločimo tudi citološko, saj

Navadna breza *Betula pendula* Navadna breza *Betula pendula* Navadna breza *Betula*

ima navadna breza 28 kromosomov (diploidna vrsta), puhasta pa 56 (tetraploidna vrsta). Kljub tej razliki se vrsti včasih lahko križata.

Navadni brezi ugaja podoben tip tal kot navadni smreki (*Picea abies*); najbolje uspeva na tleh, precej bogatih s hranili in dobro odcejenih, ne uspeva pa na vlažnih, glinenih in šotnih tleh.



Razširjenost

Naravno območje razširjenosti navadne breze se razteza skoraj prek celotne Evrope, od Sredozemlja na jugu do skoraj 70 ° severne geografske širine na severu. Ta vrsta je najštevilčnejša v severni Evropi, kjer je njeno območje razširjenosti praktično sklenjeno v obliki mešanih gozdov, so pa tudi obsežnejši čisti sestoji. Na zahodnem in južnem robu je območje razširjenosti bolj razdrobljeno, zlasti na jugu navadna breza raste večinoma na višjih nadmorskih višinah. Vrsta ne raste na Islandiji, v večjem delu Iberskega polotoka in v Grčiji.



Pomen in raba

Navadna breza je med gospodarsko najpomembnejšimi vrstami v severni Evropi. Njen les je v rabi predvsem za izdelovanje vezanih plošč in v mizarstvu, za pridobivanje celuloze in kot gorivo. Les je blede obarvan brez opaznejših razlik med jedrovino in beljavo. Zanj je značilna velika specifična gostota, lesna vlakna so kratka, zato brezovo lesno pulpo mešajo s pulpo iglavcev za izboljšanje kakovosti papirja.

Kodrava breza (*B. pendula* var. *carelica*) je posebna sorta navadne breze, ki je zelo cenjena zaradi dekorativnega barvnega vzorca lesa. Je več tipov vzorcev, ki so dedni, nekatere od njih lahko prepoznamo tudi z vizualnim pregledom debel. Les kodrave breze uporabljajo za izdelavo furnirja in različnih manjših obrtniških izdelkov.

Posebne oblike navadne breze (*f. bircalensis*, *f. crispa*, 'Dalecarlica') uporabljajo kot okrasno drevje zaradi njihovih listov. Na južnem robu območja razširjenosti jo uporabljajo za pogozdovanje, v nekaterih predelih tudi za krmo za živino.

Kot druge breze je nepogrešljiva predstavnica zmernih in borealnih gozdov, ki pozitivno vpliva na biotsko raznovrstnost ekosistemov. Številne rastlinojede žuželke in simbiotske glive so odvisne od prisotnosti brez.

Betula pendula Navadna breza Betula pendula Navadna breza Betula pendula Navadna br

Genetsko poznavanje vrste

V poglavitnem delu območja razširjenosti genetsko strukturo navadne breze oblikujeta številčnost vrste (pojavnost) in učinkovit raztros peloda in semen. Pelod lahko potuje tudi več sto kilometrov daleč, prav tako se učinkovito raznašajo tudi lahka semena navadne breze. Večina semen sicer pristane v bližini materinskega drevesa, del pa se jih raztrosi občutno dlje.

Zaradi navedenih razlogov so genetski vzorci navadne breze podobni vzorcem splošno razširjenih iglavcev (rdeči bor (*Pinus sylvestris*), navadne smreke (*Picea abies*)) in doba (*Quercus robur*). Stopnja prilagoditveno nevtralne genetske pestrosti je znotraj populacij velika in lokalne populacije v severni Evropi so si med seboj zelo podobne, t. j. diferenciacija med populacijami je zelo majhna. V primeru prilagoditvenih lastnosti opazimo drugačen vzorec.

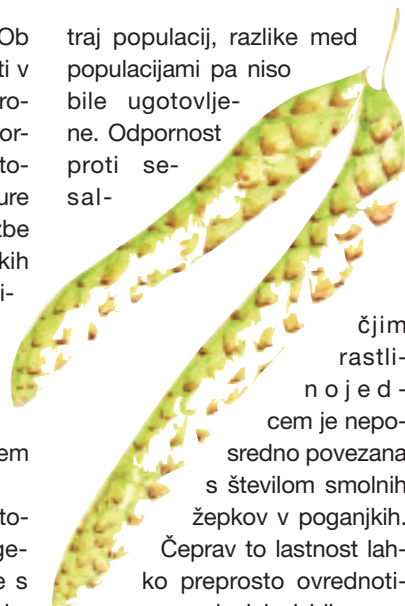
V primeru fenoloških značilnosti je prisotna izrazita genetska diferenciacija lokalnih skandinavskih populacij v smeri sever-jug. Očitno je to posledica prilagoditve lokalnim podnebnim razmeram in začet-

ku ter trajanju rastle sezone. Ob koncu poletja je ustavev rasti v višino, ki je prva stopnja v procesu priprave rastline na dormanco, odvisna zlasti od fotoperiode in dodatno temperature ter drugih dejavnikov. Združbe breze na različnih geografskih širinah se razlikujejo glede njihove kritične dolžine noči, t. j. najkrajše noči, ki že povzroči ustavev rasti. Spomladi sta odganjanje in začetek ponovne rasti odvisna predvsem od temperature.

Pri navadni brezi je bila ugotovljena precejšnja stopnja genetske raznolikosti, povezane s številnimi ekonomsko pomembnimi znaki, kot sta rast in kakovost. Provenience na Finskem in Švedskem (razen najbolj severnih robnih populacij) na splošno odlikuje boljša oblika debla v primerjavi s proveniencami v srednji Evropi, čeprav je prisotna tudi genetska raznolikost znotraj populacij. Na Finskem je konvencionalno žlahtnjenje občutno izboljšalo prirast in tudi kakovost materiala za sajenje.

Pri navadni brezi je znana tudi genetska raznolikost, odvisna od odpornosti proti rastlinojedcem, in sicer sesalčjim pa tudi žuželčjim. Ta tip genetske raznolikosti je prisoten zno-

traj populacij, razlike med populacijami pa niso bile ugotovljene. Odpornost proti sesal-



čajim rastlinojedcem je neposredno povezana s številom smolnih žepkov v poganjkih.

Čeprav to lastnost lahko preprosto ovrednotimo, pa doslej ni bila upoštevana pri žlahtnjenju.

Genetska podlaga kodrave breze (var. *carelica*), ki velja za izjemno cenjeno sorto navadne breze, še ni popolnoma razjasnjena. Če so starši kodravi brezi, je pri potomstvu delež kodravega fenotipa 60–70 %; pri prostem opraševanju je delež kodravega fenotipa okoli 50 %. Prav tako so precejšnje razlike v deležu kodravega potomstva pri različnih starševskih drevesih.



Navadna breza *Betula pendula* Navadna breza *Betula pendula* Navadna breza *Betula*

Nevarnosti za genetsko raznolikost

Z vidika nevarnosti za genetsko raznolikost navadne breze je zlasti problematičen rob območja razširjenosti, ki je nepovezan in razdrobljen na manjše izolirane populacije. Zlasti južni rob (Španija, Italija, Francija) in v manjšem obsegu severni rob območja razširjenosti sta izpostavljena drobljenju. O stopnji in organizaciji genetske raznolikosti na južnem robu območja razširjenosti je znanega zelo malo.

V glavnem delu območja razširjenosti ni posebnih nevarnosti za genetsko raznolikost vrste. Prevladovalo je naravno pomlajevanje, z obsežnim sajenjem pa so začeli potem, ko smo že prepoznali pomen genetskega poznavanja vrste in nadzora nad izvorom reprodukcijskega materiala. Več pozornosti je treba nameniti posebnim oblikam navadne breze. Npr. domorodnim genotipom kodrave breze morda grozi izumrtje.

Neuravnotežena raba gozdnega reprodukcijskega materiala lahko vodi v zmanjševanje genetske raznolikosti. Zaradi obilnega semenjenja n. breze je to grožnja, ki jo je pri tej vrsti treba upoštevati. Produkcija semena v klonskih nasadih je lahko tako obilna, da v enem nasadu nastane dovolj semena za izjemno velika območja. Zato je treba je upoštevati omejevanje rabe semena.

Navodila za ohranjanje in rabo genskih virov

Navadna breza je široko razširjena vrsta, zato okoljske razmere terjajo različne stopnje prioritete in metodologijo ohranjanja genskih virov v različnih predelih območja razširjenosti. V severni Evropi je splošno razširjena s praktično neprekinim območjem razširjenosti, ki zavzema obsežne predele, kjer ni neposrednih nevarnosti za njeno genetsko raznolikost. To se odraža tudi v ukrepih za ohranjanje genskih virov, ki so predvsem preventivni. V severni Evropi ukrepi za ohranjanje genskih virov vključujejo omejevanje rabe semena iz istega vira ali vegetativno razmnoženih sadik in izbiro ustrezno prilagojenega gozdnega reprodukcijskega materiala.

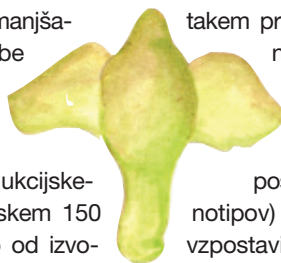
V severnih predelih (Finska in Švedska) je nadzor nad prenašanjem provenienc ključnega pomena za uspešno rabo materiala za sajenje. Za zmanjšanje nevarnosti pozebe v zgodnji pomladi in pozni jeseni je priporočljiva največja razdalja prenosa reprodukcijskega materiala; na Finskem 150 km severno ali južno od izvora. Razdalja prenosa je verjetno

lahko večja na nižjih nadmorskih višinah v deželah srednje Evrope.

Naravno genetsko sestavo lahko dodatno zaščitimo z izbiro območji za ohranjanje genskih virov *in situ*, bodisi posebej za brezo ali skupaj z drugimi vrstami v mešanih gozdovih. Tovrstne ohranitvene enote lahko vzpostavimo v obliki področij ohranjanja naravne dediščine ali gozdnih genskih rezervatov pod okriljem tržnega gozdarstva. V obeh primerih je priporočljivo spodbujanje naravnega pomlajevanja, če je mogoče le umetno pomlajevanje, je treba izbrati gozdni reprodukcijski material iz istega gozda.

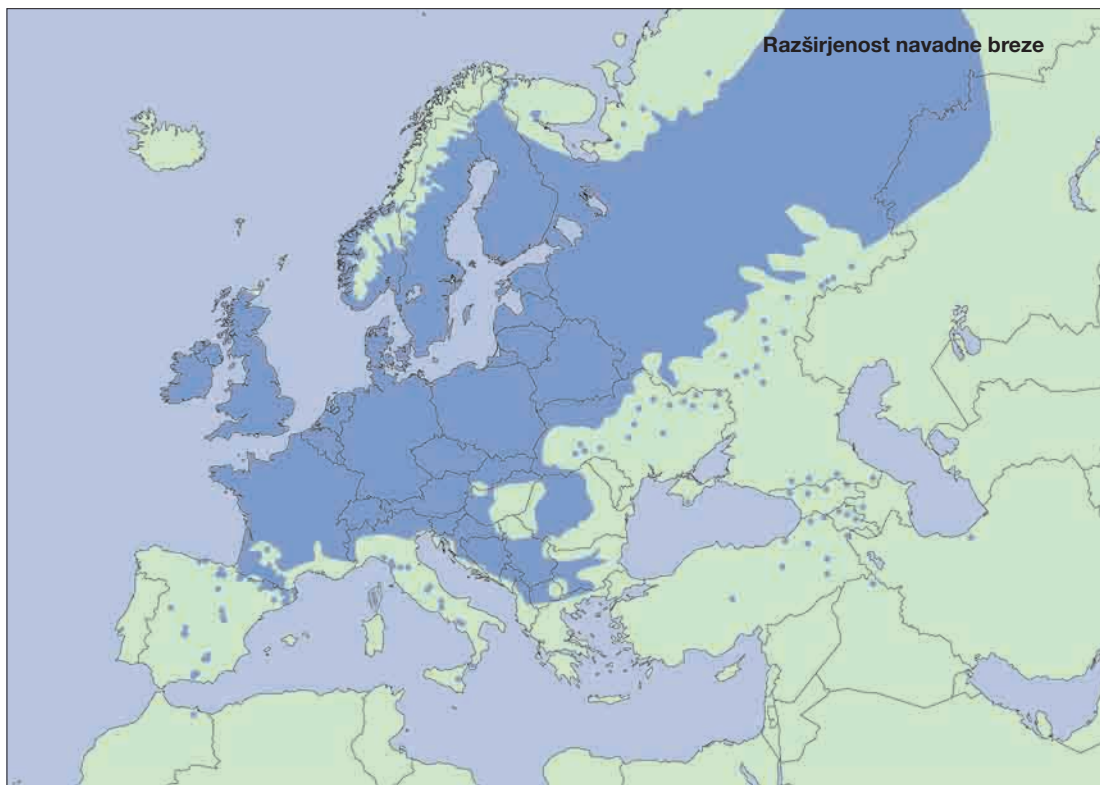
Kjer je območje razširjenosti razdrobljeno, uporaba gozdnih genskih rezervatov ni vedno mogoča. Lokalni sestoji so lahko premajhni in ogroženi zaradi različnih okoljskih dejavnikov v takem obsegu, da je ohranitvena strategija *ex situ* primernejša. Zbirke *ex situ* morajo biti osnovane na cepičih ali kalicah.

Poseben primer ohranjanja genskih virov je kodrava breza, ki jo navadno najdemo kot posamezna drevesa ali manjše skupine dreves v samoniklih gozdovih. V takem primeru način ohranjanja genskih virov na nivoju populacije ni funkcionalen, primernejše so zbirke posameznih klonov (genotipov) *ex situ*. Take zbirke vzpostavimo v obliki cepičev ali kalic.



Betula pendula

Betula pendula Navadna breza *Betula pendula* Navadna breza *Betula pendula* Navadna br





Navadna breza *Betula pendula* Navadna breza *Betula pendula* Navadna breza *Betula pendula*

Serijo tehničnih smernic in zemljevide razširjenosti so pripravili člani mrež programa EUFORGEN. Njihov namen je podati minimalne zahteve za trajno ohranjanje genskih virov v Evropi ob hkratnem zmanjšanju skupnih stroškov ohranjanja in izboljšanju kakovosti standardov v vsaki državi.

Citiranje: Vakkari P. 2009. Tehnične smernice EUFORGEN za ohranjanje in rabo genskih virov: navadna breza (*Betula pendula*). *Biodiversity International, Rim, Italija*. 6 str.

Prevod: Bajc M., Zveza gozdarskih društev Slovenije in *Silva Slovenica*.

Prvič objavil (v angleškem jeziku): *International Plant Genetic Resources Institute, Rim, Italija*.

Risbe: *Betula pendula*, *Giovanna Bernetti*. © *Biodiversity*, 2009.

ISSN 1855-8496



Zveza gozdarskih društev Slovenije - Gozdarski vestnik
in
Silva Slovenica
Večna pot 2, Ljubljana, Slovenija
<http://www.gozdis.si>

Izbrana bibliografija

- Hynynen, J., Niemistö, P., Viherä-Aarnio, A., Brunner, A., Hein, S. in Velling, P. 2009. Silviculture of birch (*Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh.) in Europe. *Forestry* (in prep)
- Rusanen M, P. Vakkari in A. Blom, 2003. Genetic structure of *Acer platanoides* and *Betula pendula* in northern Europe *Canadian Journal of Forest Research - Revue Canadienne de Recherche Forestiere* 33 (6): 1110-1115
- Viherä-Aarnio, A. in Heikkilä, R. 2006. Effect of latitude of seed origin on moose (*Alces alces*) browsing on silver birch (*Betula pendula*). *Forest Ecology and Management* 229: 325-332.
- Viherä-Aarnio, A., R. Häkkinen, in O. Junttila, 2006. Critical night length for bud set and its variation in two photoperiodic ecotypes of *Betula pendula*. *Tree Physiology* 26: 1013-1018.
- Viherä-Aarnio, A. in Velling, P. 2008. Seed transfers of silver birch (*Betula pendula*) from the Baltic to Finland - effect on growth and stem quality. *Silva Fennica* 42(5): 735-751.

Več informacij

www.euforgen.org

Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov

Navadna in puhasta breza

Betula pendula, *Betula pubescens*

Slovenija

Andrej Držaj¹, Robert Brus², Hojka Kraigher³

¹Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo Mesto, Slovenija

²Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, Slovenija

³Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija



Navadna breza v steljniku pri Metliki (foto: R. Brus)

V Sloveniji sta avtohtono razširjeni dve vrsti breze, in sicer navadna (*Betula pendula* Roth) in puhasta (*B. pubescens* Ehrh.). Še ob koncu 19. stoletja je na Malem polju pod Triglavom rasla tudi tretja v Sloveniji avtohtona vrsta breze – pritlikava breza (*Betula nana* L.), ki je do 1 m velik grm arktičnih in alpskih območij z majhnimi, do 1,5 cm velikimi, grobo nažaganimi okroglastimi listi in dlakavimi poganjki. S pašo in drugimi posegi so njena zadnja rastišča žal uničili in vrsta je izginila, tako da v Sloveniji velja za izumrlo vrsto. To je značilen primer izgube genofonda neke vrste na določenem območju zaradi nepredvidnega in malomarnega ravnanja z njenimi habitati in še ohranjenimi populacijami. Prispevek bo zato posvečen samo navadni in puhasti brezi.

Navadna breza je do 30 m visoko listopadno drevo z redko, ozko stožčasto in v starosti širšo, večkrat nepravilno krošnjo in značilno belo skorjo. Ker so belo obarvane plasti plutastih celic tanke in slabo raztegljive, z rastjo drevesa pokajo in



Ženska mačica navadne breze
(foto: R. Brus)



Moški mačici navadne breze
(foto: R. Brus)



Plodovi in listi navadne breze
(foto: R. Brus)

se krožno luščijo v horizontalnih trakovih; pri večji starosti skorja v spodnjem delu debla razpoka in potemni. Moški cvetovi tvorijo od 3 do 6 cm dolga viseča klasasta socvetja, t. i. mačice, ki se razvijejo že prejšnje poletje in se spomladi podaljšajo. Ženski cvetovi se razvijejo šele spomladi. Soplodja se povesejo in julija ali avgusta dozoriijo; posamezni plodovi so lahki in majhni, do 2 mm veliki rjavi kri-lati oreški (ahene).

Navadna breza je skromna, pionirska drevesna vrsta in uspeva na različnih vrstah tal, dobro prenaša tudi skrajno revna in izčrpana degradirana rastiča, na katerih druge vrste nimajo veliko možnosti. Manj ji ustrezajo rastišča na čistem apnencu in močvirja. Ker je svetloljubna, ne prenese niti zasenčenja s strani in nikoli ne raste v strnjenih sestojih. Naravno je razširjena po vsej Sloveniji, redkejša je samo v sredozemskem

svetu. Največkrat raste posamezno ali v manjših skupinah, čiste sestoje na večjih površinah tvori le na degradiranih območjih. Nekoč je bila navadna breza značilna drevesna vrsta belokranjskih steljnikov, kočevskih košenic, savinjskih novin, dolenjskih pašnikov, resav in gozdnih robov. Večji delež breze v gozdu je samo prehodni, saj jo v sukcesiji nadomestijo druge, zahtevnejše drevesne vrste. Zato je v Sloveniji dandanes redkejša kot je bila še pred pol stoletja. Takrat so skupno površino značilnih belokranjskih steljnikov ocenjevali na 5000 hektarjev, zdaj pa prave steljnike najdemo samo še na nekaj ozkih območjih.

V Sloveniji je puhasta breza mnogo redkejša od navadne. Skoraj izključno raste na barjanskih, kislih, zelo vlažnih in s hranili revnih tleh, ki jih je zaradi melioracij in izsuševanja vse manj. V zadnjem času so o njej poročali z nahajališča v ledeniški krnici Za Akom nad Gozdom - Martuljkom, najdemo jo na nekaj mestih na Ljubljanskem barju, o manjših nahajališčih so v preteklosti poročali iz Soteske med Bledom in Bohinjem, s Pokljuških barij, Pohorja, Savske ravni, iz Bohinja ter celo iz okolice Mirne na Dolenjskem in Bele krajine, vendar je na mnogih naštetih nahajališčih zdaj ni več najti.

Puhasto brezo lahko od navadne razlikujemo po nekoliko gostejši krošnji, v kateri konci vej niso povešeni. Poleg tega so mladi poganjki na gosto porasli z dlačicami in brez bradavičastih tvorb, stari poganjki so večinoma goli. Dlakavi so tudi



Skorja puhaste breze
(foto: R. Brus)



Ženska mačica puhaste breze
(foto: R. Brus)



Plodovi in listi puhaste breze
(foto: R. Brus)

podolgovato jajčasti, do 9 mm dolgi sivorjavi brsti.

Zelo je razširjeno je mnenje, da se navadna in puhasta breza tam, kjer se v naravi srečujeta, zelo radi križata. Vendar so obsežnejše raziskave v Alpah pokazale, da je njuno križanje v resnici izjemno redko in tudi težko. Med razlogi je njuno cvetenje v različnem času in zelo kratek, samo od 2 do 3 dni dolg morebitni čas uspešne oprasitve.

Zaradi razširjenosti in pomena breze v skandinavskih deželah večina raziskav genetike in fiziologije obeh brez izhaja iz teh držav. Poudarek je na raziskavah naravnih populacij, testov potomstva, raziskavah klonskega materiala, odpornosti proti abiotskim dejavnikom v okolju, proti herbivorom in na žlahtnjenju. Na višinsko in debelinsko rast zelo vpliva geografska širina, rast in biomasa nadzemnih in podzemnih delov

se povečata ob prenosu breze za nekaj stopinj bolj severno, prav tako se je pri bolj severno rastočih populacijah zmanjševalo število napak v rasti debla. V višjih nadmorskih višinah sta bila omejujoča dejavnika rasti dostopnost hranil in temperatura, v nižjih višinah pa dostopnost hranil in svetloba. Olistanje se je značilno razlikovalo med severnimi in južnejšimi populacijami; severne so se hitreje odzvale na spremembe temperature, medtem ko olistanje ni bilo odvisno od temperature v okolju korenin. Čas olistanja je bil odvisen od temperature, pri kateri so bile sadike shranjene, in od genetske zasnove – ugotovljene so bile značilne razlike med proveniencami. Ugotovljena je bila tudi prilagoditev populacij na onesnaženje s cinkom – populacije, ki so izvirale iz onesnaženih območij, so boljše uspevale na tleh, onesnaženih s cinkom, kot populacije iz

čistega okolja.

Številne so raziskave vplivov ozona na fiziologijo breze, pri katerih so opazili vpliv povišanih koncentracij ozona na rast korenin, ekspresijo stresnih proteinov in genetske razlike med odzivi na ozon nadzemnih in podzemnih delov rastlin. Ozon je vplival na zakasnitev olistanja. Večji vpliv ozona je bilo opaziti pri navadni kot pri puhasti brezi.

Brezi sta ektomikorizni vrsti, čeprav so nekateri literarni viri navajali tudi prisotnost ektendomikorize in arbuskularne mikorize. Zaradi pomena breze v borealnih gozdovih je v skandinavskih državah velik poudarek tudi na raziskavah njene ektomikorizne simbioze, pomena ektomikorize za toleranost na onesnaženje s težkimi kovinami, na privzem bora, cinka, svınca in razrast korenin. Na sorodni vrsti – *Betula papyrifera* v Kanadi – pa je bila objavljena kla-



Puhasta breza na Ljubljanskem barju
(foto: R. Brus)



Kodrava breza (*B. pendula* var. *carelica*)
(foto: R. Brus)

sična raziskava pomena ekto-mikoriznega micelija za prenos asimilatov od fotosintetizirajoče breze v zasenčeno duglazijo, ki je bila konec 20. stoletja objavljena v reviji Nature. Prav tako je bil nedavno ugotovljen tudi prenos asimilatov iz duglazije v breze, ki se zgodaj spomladi še niso olistale in so lahko začele z metabolno aktivnostjo zaradi asimilatov, ki so jih prejele od vedno zelenega iglavca prek skupne micelijske mreže ekto-mikoriznih gliv.

Razširjenost in gojenje brezovih gozdov

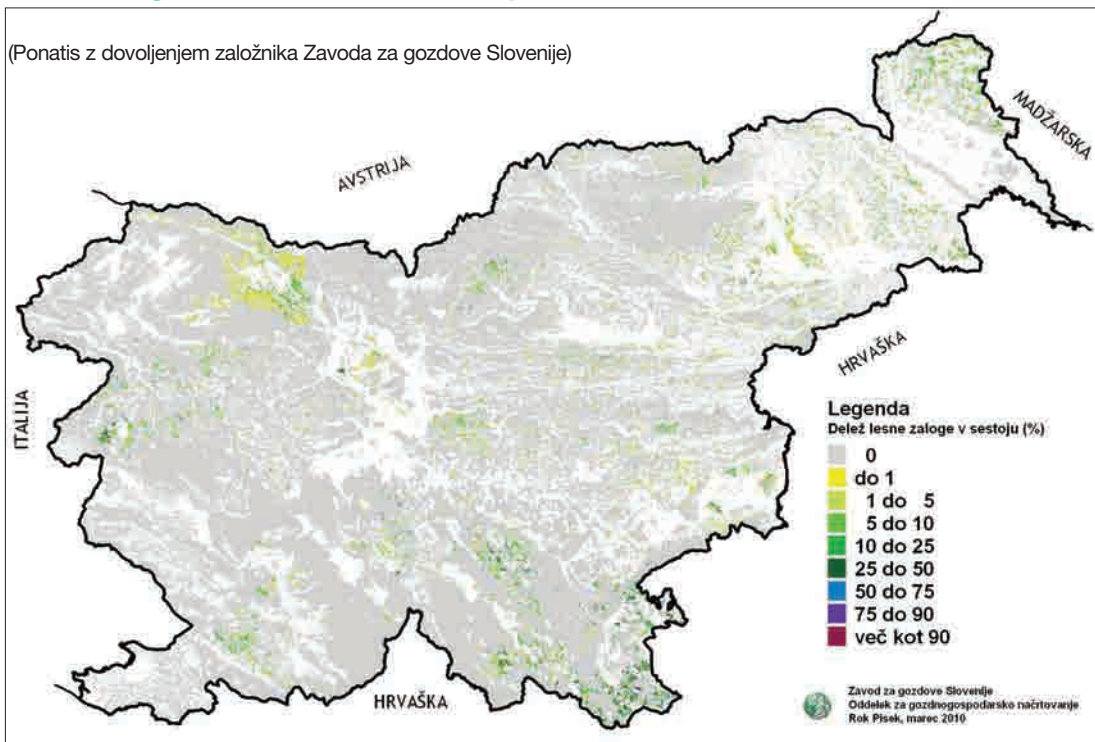
Breza je sicer dokaj razširjena drevesna vrsta, vendar v Sloveniji, razen v Beli krajini in obrobni predelih Suhe krajine, vseeno le stežka najdemo večje površine sklenjenih sestojev breze. Nastanek zdajšnjih brezovih gozdov je tesno povezan z opuščanjem nekdanjih kmetijskih dejavnosti v tem prostoru. Take površine je zavzela breza kot ena najbolj značilnih pionirskih vrst in tako ustvarila značilno krajinsko podobo.

V novomeškem gozdnogospodarskem območju se je v zadnjih sto letih površina gozdov povečala za 60 %, oz. iz 61.000 ha na 97.000 ha. Pri tem je povečanje z gozdom poraslih

površin največje ravno v Beli krajini, kjer se je v tem času površina gozdov povečala skoraj za 100 %. V zadnjih desetletjih je hitra rast gozdnih površin kot posledica opuščanja kmetijske rabe prostora pomenila izginjanje odprtih površin po vsej Beli krajini. Najobsežnejši, na novo nastali gozdovi s precejšnji deležem breze so v tem času nastali na nekdanjih pašniških in steljniških površinah v okolici Semiča, Drašičev pri Metliki in v vsem obkolpskem pasu od Adlešičev do Vinice in v okolici Bojancev.

V skupni lesni zalogi omejenega gozdnogospodarskega območja breza sicer ne zavzema posebno velikega deleža; leta se že nekaj desetletij giblje okrog 1 % od skupne lesne

Lesna zaloga navadne breze v Sloveniji



zaloge. Precej večje so razlike med gozdogospodarskimi enotami in rastiščno-gojitvenimi razredi. Tako največji delež breze najdemo v obsežnem rastiščno-gojitvenem razredu nastajajočih gozdov na rastiščih hrasta in belega gabra, kjer na področju GGE Adlešiči doseže 24 % lesne zaloge.

Gojenje brezovih sestojev

V nastajajočih pionirskih gozdovih na zaraščajočih kmetijskih površinah je breza lahko dober gozdnogojitveni pripomoček pri vzgoji redkejših klimaksnih drevnih vrst, predvsem hrastov. V takih sestojih je po navadi primes hrastov majhna, zato so redkejši hrasti pogosto zelo razraščeni, vejnati in celo večvrhasti. Uporabna vrednost breze pri vzgoji hrastov je v tem, da prepušča dovolj svetlobe za njihovo rast in razvoj, hkrati pa jim nudi tudi mehansko oporo. Vsekakor pa je treba z gojitvenim ukrepom, največkrat s posekom nadraslih brez, omogočiti socialni vzpon hrastov v tako oblikovanih svetlobnih jaskih.

V starejših mešanih sestojih pri gozdarjih breza ni preveč priljubljena. Kotar in Brus (1999) navajata nezaželen pojav v močnejšem vetru, ko breza s svojimi dolgimi in tankimi vejami biča sosednja drevesa. Še pogostejše in sosednjim drevesom nevarnejše so v nižinskih gozdovih z večjim deležem breze poškodbe zaradi lomov in izkrčitve breze. Breza je namreč dokaj občutljiva za moker pomladanski sneg, ki s svojo težo povzroči večje snegolome. Podobne poškodbe nastajajo tudi v nenegovanih mešanih sestojih z brezo, kjer ta, zaradi svoje sorazmerno kratke življenjske dobe, odmira dosti prej kot preostalo drevje. Zato se breza v mešanih sestojih pogosto znajde na seznamu dreves, ki so

označena za posek.

Nekoliko drugače gojitveno obravnavamo posamezna drevesa breze v nasadih iglavcev, kjer gozdarji cenimo njeno meliorativno vlogo pri izboljšanju tal.

V sestojih, kjer breza prevladuje, so gojitvena ukrepanja redka in večinoma rezultat prizadevnega dela posameznih (zasebnih) lastnikov. Breza se zelo dobro odziva na redčenje v zgodnji mladosti, pri čemer je treba paziti na mehansko stojnost teh gozdov. Pozneje, pri prsnem premeru več kot 20 cm, lahko redčimo z večjo jakostjo.

Precej »gojitvenih« izkušenj pri vzgoji kakovostnih osebkov breze lahko pridobimo iz (nekdanje) rabe steljniških gozdov breze z orlovo praproto. V takih steljniških gozdovih so stelarji, torej kosili orlovo praprot in jesensko ter spomladansko reso. Posušeno steljo so velikokrat začasno shranili kar na samem steljniku v značilnih »stogih«. To je velika, do 6 m visoka in do 5 m široka okrogla kopica stelje, ki so jo kmetje zložili ob brezi.

V ta namen so lastniki vzgajali lepo raščene breze, jih po potrebi tudi obvejevali in jim odstranjevali sosednja konkurenčna drevesa. Lastniki so zreła drevesa posekali in porabili za številne izdelke, tudi za stavbni les. Take izkušnje bi lahko uspešno uporabili pri prihodnji racionalni negi nenegovanih brezovih sestojev, kjer bi z enkratnimi močnejšimi ukrepi vzgajali vsaj nekaj deset najkakovostnejših dreves na hektar površine.

Seme in potrebe po semenu in sadikah

Obe brezi sta uvrščeni na seznam vrst in umetnih križancev, za katere velja Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu od sprejema nove direktive, EC/1999/105, naprej. Doslej se še ni nabiralo semena za uporabo v slovenskem gozdu,, velike količine pa se ga vsako leto pridobi v slovenskih gozdovih in prodaja v kategoriji 'ni za uporabo v gozdarstvu'. Letne količine znašajo od 150 do 300 kg, kar pomeni od 150- do 300-krat 2 do 11 milijonov semen. V enem kilogramu čistega semena navadne breze je okoli 6,7 milijona semen, v enem kilogramu semena puhaste breze pa od 1,6 do 9,3 milijona semen.

Drevje v sestojih začne semeniti pri starosti 20 do 30 let; semenijo vsako drugo ali tretje leto. V posameznem strobilu je

lahko do 450 semen in izračunali so, da posamezna breza v enem letu lahko proizvede do 10 milijonov semen. Pred pridobivanjem semena je njegovo kakovost mogoče preveriti s preprostim testom. Seme s svinčnikom stisnemo na papirju; če opazimo sledove maščob, je seme polno, kar omogoča hitro oceno deleža gluhih semen v sestoju.

Pridobivanje semena se začne, ko strobili spreminjajo barvo iz zelene v rumeno, odprejo pa se šele ob rahlem pritisku. Večinoma jih nabirajo z rezanjem vejic s stoječega ali podrtega drevja in v suhem sončnem vremenu, da je seme suho. Sveže nabrano seme je še zeleno, zato je občutljivo za segrevanje. Sušiti je treba razprostrtega v največ 3 do 4 cm debelih plasteh v suhem prostoru, kjer ga redno obračamo, dokler strobili ne razpadejo, kar



Nedodelano brezovo seme (foto: H. Kraigher)



Dodelava semena v podjetju Semesadikie Mengeš, d.d.
(foto: H. Kraigher)

lahko traja nekaj tednov. Prečistmo jih s sejanjem skozi 2,5 mm sita.

Vlažnost svežega semena je navadno 13 do 14% ali več, zato je treba tako seme pred shranjevanjem dosušiti na vlažnost manj kot 10 %. Čistost tako pripravljenega semena je okoli 38 %. Za nadaljnjo dodelavo in ločevanje gluhega semena lahko uporabljamo gradientno plavljenje v raztopinah z različno gostoto in dodatnim sušenjem.

Brezovo seme sodi v ortodoksno (osušljivo) seme, torej ga je mogoče osušiti na okoli 10 % vlažnost. Shranjujemo ga pri sobni temperaturi prek dveh zim, po tretji pa se kalivost že zmanjša na okoli 30 %. Povsem suho seme (6–8 %) lahko shranjujemo v zaprtih posodah pri temperaturi 2 do 4 °C brez sprememb kalivosti prek treh zim. Za daljše shranjevanje pri

temperaturah od –4 do –10 °C ali manj mora biti seme osušeno na manj kot 4 % vlažnosti. Brezovo seme je dormantno zaradi inhibitorja kalitve, katerega je mogoče odstraniti s svetlobo, z manjšim poškodovanjem teste, z imbibicijo za 30 do 60 dni pri nizkih temperaturah (0 do 10 °C) ali s potapljanjem v vodo pri temperaturi 6 °C za 7 dni. Zaradi hladne stratifikacije v drevesnicah pogosto sejejo seme ob koncu zime in ga prekrijejo s snegom. Pri procesu kalitve sodelujejo kompleksne interakcije med svetlobo, temperaturo in difuzijo kisika.

V drevesnici lahko seme posejemo poleti, takoj po pridobivanju in čiščenju ali po shranjevanju v jeseni ali pozimi, lahko tudi v spomladanskem snegu. Najugodnejša višina sadik za sajenje je 25 do 50 cm, sadimo jih zgodaj spomladi.

Nevarnosti za genetsko raznolikost

Čeprav se v Sloveniji v zadnjem obdobju številčnost navadne breze in velikost njenih populacij zmanjšujeta, njena genetska raznolikost v bližnji prihodnosti verjetno ni ogrožena. Učinkovit prenos genov med populacijami omogoča velik in učinkovit raznos cvetnega prahu in velik radij raznosa semena, ki je značilen za brezo kor pionirsko vrsto.

Stanje pri puhasti brezi je drugačno. Njenih znanih nahajališč je malo in tudi tam, kjer raste, je razmeroma redka ali maloštevilčna. Genetskih raziskav, na temelju katerih bi lahko potrdili morebitno ogroženost ali zmanjšanje genetske raznolikosti puhaste breze, v Sloveniji za zdaj nimamo. Kljub temu pa se moramo zavedati, da je predvsem pri majhnih populacijah resna nevarnost nastanka genetskega zdrsa. Za ohranitev vitalnosti in variabilnosti res majhnih populacij bi bilo v prihodnosti ob zagotavljanju ustreznih rastiščnih razmer smiselno razmišljati tudi o možnostih obogatitve genofonda s pomočjo prenosa genov med populacijami. Res bi bilo škoda, če bi v Sloveniji izumrla še druga vrsta breze.

Izbrana bibliografija

- Brus, R., 2012. Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana, 406 s.
- Dakskobler, I. in A. Rozman, 2010. Novi nahajališči puhaste breze (*Betula pubescens* Ehrh.) in smrdljivega brina (*Juniperus sabina* L.) v Julijskih Alpah. *Gozdarski vestnik* 68 (2): 107–122.
- Eriksson, G., 2011 *Betula pendula* and *Betula pubescens*. Recent Genetic Research. SLU Uppsala, Sweden. 119 s.
- Gozdnogospodarski načrt GGE Adlešiči 2003–2012, Novo mesto, 2003
- Harley, J. L. in E. L. Harley, 1987. A check-list of mycorrhiza in the British flora. – *New Phytologist* 105: 1–102.
- Hibsch-Jetter, C., 1994. Birken in den Alpen. *Ecomed*. 170 s.
- Kotar; M. in R. Brus, 1999. Naše drevesne vrste, Ljubljana.
- Kraigher, H., 1995. Mikoriza nekaterih drevesnih in grmovnih vrst v Sloveniji. – V: Prezrte drevesne vrste: zbornik seminarja (Ur. M. Kotar), BF, Ljubljana: 127–138.
- Osnutek gozdnogospodarskega načrta gozdnogospodarskega območja Novo mesto 2011–2020, Novo mesto, maj 2011
- Simard, S. W., Perry, D. A., Jones, M. D., Myrold, D. D., Durall, D. M., in R. Molina, 1997. Net transfer of carbon between tree species with shared ectomycorrhizal fungi. *Nature*, 388: 579–582.
- Simard, S. W., Beiler, K. J., Bingham, M. A., Deslippe, J. R., Philip, L. J., in F. P. Teste, 2012. Mycorrhizal networks: mechanisms, ecology and modelling. *Invited Review. Fungal Biology Reviews*, 26: 39–60.
- Suszka, B., Muller, C. in M. Bonnet-Masimbert, 1996. Seeds of forest broadleaves from harvest to sowing. – INRA, Paris. 294 s.

Citiranje: Držaj, A., Brus, R., Kraigher H., 2012. *Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov: Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov - Navadna in puhasta breza. Zveza gozdarskih društev Slovenije in Silva Slovenica, Ljubljana, Slovenija, 8 str.*

ISSN 1855-8496

Ta publikacija je dodatek k prevodu: Vakkari P. 2009. Tehnične smernice EUFORGEN za ohranjanje in rabo genskih virov: navadna breza (Betula pendula). Bioversity International, Rim, Italija. 6 str.

Prevod: Bajc M., Zveza gozdarskih društev Slovenije in Silva Slovenica.

Prvič objavil (v angleškem jeziku): International Plant Genetic Resources Institute, Rim, Italija. 6 str.

Oblikovanje priredbe:

Andrej Verlič,

Gozdarski inštitut Slovenije



Zveza gozdarskih društev Slovenije
Gozdarski vestnik
in

Silva Slovenica

Gozdarski inštitut Slovenije
Večna pot 2, Ljubljana, Slovenija
<http://www.gozdis.si>