

ZAKLJUČNO POROČILO

O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«



REPUBLIKA SLOVENIJA
NOSILEC JAVNEGA POOBLASTILA
AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST
REPUBLIKE SLOVENIJE, LJUBLJANA

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

5.3.3. Trajnostno gospodarjenje z gozdovi

Prejeto: 30-09-2008	Šifra:
	OMO
	Priloge:
Šifra zadave: 63113-288 2006	Vrednost:
	(14)

2. Šifra projekta:

V4-0355

3. Naslov projekta:

Raziskave populacijsko genetskih in rastiščnih značilnosti avtohtonega črnega topola (*Populus nigra* L.) na obrežnih in poplavnih območjih ter usmeritve za njegovo ohranitev

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Raziskave populacijsko genetskih in rastiščnih značilnosti avtohtonega črnega topola (*Populus nigra* L.) na obrežnih in poplavnih območjih ter usmeritve za njegovo ohranitev

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Population genetic studies and sites investigations of autochthonous european black poplar (*Populus nigra* L.) along river basins and floodplain forest areas in Slovenia and guidelines for its conservation

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

Populus nigra L., obvodni gozdni ekosistemi, vodna bilanca, rastiščne značilnosti, morfološka identifikacija, genetska raznolikost, ohranjanje gozdnih genskih virov

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

Populus nigra L., floodplain forest ecosystems, water balance, site characteristics, morphological identifications, genetic diversity, conservation of forest genetic resources

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Gozdarski inštitut Slovenije

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
ZRC SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija

6. Sofinancer/sofinancerji:

ARRS, MKGP

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

14896

Dr. Gregor Božič

Datum: 26.09.2008

Podpis vodje projekta:

G. Božič

Podpis in žig izvajalca:



[Signature]

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Evropski črni topol (*Populus nigra* L.) je pionirska drevesna vrsta obvodnih ekosistemov in indikator sprememb v obrečnih gozdovih. Z biološko-ekološkega pogleda je črni topol nenadomestljiva drevesna vrsta, ki lahko gradi nižinske obvodne loge, ki jih občasno poplavlja visoke vode. V naravnem arealu se pojavlja posamično ali v manjših skupinah, lahko pa gradi tudi velike mešane in čiste sestoje. Posamezna drevesa lahko dočakajo starost do 400 let in dosežejo višino do 50 m. Zaradi svetloboljubnega značaja, močne regeneracijske sposobnosti razmnoževanja s semenom, rastlinskimi deli, odganjanja iz korenin in panjev, ter hitre rasti, lahko uspešno naseljuje tudi razgaljene površine aluvialnih, hidromorfni tal. Čeprav ima velik naravni areal, je črni topol danes že ena najbolj ogroženih drevesnih vrst v Evropi. Črni topol lahko kljub sicer široki ekološki amplitudi in sorazmerni odpornosti na onesnažen zrak postane ogrožen v vseh obdobjih življenjskega razvoja zaradi sprememb v preskrbljenosti s talno vodo. V Evropi je zaradi regulacij vodotokov s ciljem preprečevanja poplavljanja rek, gradenj akumulacijskih jezov in hidroelektrarn, krčenja gozdov za potrebe kmetijstva, sečnje dreves za potrebe pridobivanja lesa, intenzivnega objedanja živali, spreminjanja naravnih habitatov v lesne njive (osnovanje intenzivnih nasadov hitrorastočih listavcev) ter naseljevanja invazivnih rastlinskih vrst prišlo do uničenja ca. 90 % naravnih habitatov črnega topola (!) Ostale naravne površine so že v fazi degradacije. Zaradi vnosa tujega materiala (hitrorastočih topolovih klonov) v preteklosti na njegova naravna rastišča prihaja tudi do možnosti nastanka spontanih hibridov med vnesenimi in avtohtono vrsto črne topole in s tem do zmanjševanja genetskega potenciala avtohtonih populacij, kar je pogoj za njihovo prilagoditveno sposobnost na spremembe življenjskega okolja, razmnoževanje in preživetje v celoti. Črni topol je tudi indikator ohranjenosti obrežnih in poplavnih logov.

Namen projekta je vzpostavitev interdisciplinarnega znanstveno raziskovalnega dela, ki bo omogočilo pridobivanje celovitejših spoznanj za pripravo in izbiro primernih strategij dinamičnega ohranjanja genskih virov avtohtonega črnega topola v nižinskih obvodnih logih, ki jih občasno še poplavlja vode. Delo je v letih od oktobra 2006 do septembra 2008 potekalo na nivoju preučevanj specifičnih značilnosti rastišč, identifikacije drevesne vrste in detajlnih analiz populacij s ciljem pridobitve novih spoznanj o stanju in tem povezanimi možnosti za preprečevanje izgub genetske dediščine avtohtonega črnega topola v Sloveniji. Poročilo podajamo v okviru posameznih delovnih sklopov projekta in sicer: REKOGNOSCIRANJE POPULACIJ, VEGETACIJA, VODNA BILANCA, ZNAČILNOSTI TAL, TALNI ORGANIZMI, MORFOLOGIJA, GENETIKA, INFORMACIJSKI SISTEM in VARSTVO GENSKIH VIROV.

REKOGNOSCIRANJE POPULACIJ ČRNEGA TOPOLA

V sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije smo na osnovi podatkov iz načrtov gozdnogospodarskih območij izločili vse gozdne odseke vzdolž rek, v katerih se pojavljajo karakteristične asociacije poplavnih gozdov ter drevesna vrsta topol (črni, beli ali evroameriški križanci, ne glede na njihovo točno taksonomsko opredelitev) in sicer po

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

porečjih do 500 nmv. V sodelovanju z oddelkom za gozdno gospodarsko načrtovanje ZGS smo izdelal karte razširjenosti topola po pojavljanju asociacij vrbovja in vrbovja s topoli, po pojavljanju v drugih značilnih rastlinskih združbah poplavnih gozdnih zemljišč (QRC, QRU, CeA, CeAg, CbA, Al, S, CrF) in po prisotnosti v lesni zalogi oddelkov (do 1 %, od 1 % do 2 %, od 2 % do 10%, 10 % ali več).

Potencialno primerne populacije smo nato s pomočjo revirnih gozdarjev pregledali na terenu, ter izbrali testna drevesa. Izhodišča za izbiro raziskovalnih objektov naj bi poleg zahteve o naravnih topolovih rastiščih praviloma zajemala tudi prisotnost dreves različne starosti v dovolj velikem številu (od 20 do 50). V primerjavo smo zajeli 3 različne rečne ekosisteme v smeri zahod – vzhod (Soča, Sava, Mura) in populacije znotraj posameznih rečnih povodij v smeri sever – jug. V analizo smo zajeli odrasle in mlade razvojne faze sestojev. Vsa testna drevesa smo v popisali, jih označili s številko, posneli lokacijo z GPS (koordinate, nmv), spomladi 2007 pa smo izmerili višino ter premer dreves na višini debla 1,30 m. Vzorčene populacij črnega topola ob obvodnih logih in poplavnih zemljiščih smo tudi popisali po metodi standardiziranih deskriptorjev sestojev črnega topola EUFORGEN. Za oceno vitalnosti vzorčenih populacij smo v mesecu juliju in avgustu 2007 izvedli popise defoliacije krošenj vzorčenih dreves, stanje po posameznih osebkih pa smo tudi slikovno dokumentirali. Zasnovali smo seznam izjemnih dreves črnega topola v Sloveniji, ki ga sproti dopolnjujemo. Podatki zajemajo GPS koordinate drevesa in nmv lokacije, višino drevesa, prsni premer in obseg debla, vitalnost drevesa in foto dokumentacijo.

Ob reki Savi pri Ljubljani smo na rečnem otoku in v poplavnem logu pri Gameljnah osnovali skupni raziskovalni objekt za detajlna proučevanja v velikosti 3 ha. Objekt zajema mlajšo razvojno fazo in poplavni gozd s pomembnim deležem črnega topola in prehodom v združbo rdečega bora. Na skupnem raziskovalnem objektu smo v sodelovanju z ZGS OE Ljubljana izvedli opise sestojev in določili njihovo vrstno strukturo, razvojno fazo, sestojno zasnovu, sklep, negovanost, kakovost, lesno zalogo, vrsto sečnje ter zabeležili vzroke poškodovanosti sestojev na teh lokacijah. Na skupni raziskovalni ploskvi smo določili transekt s petimi podobjekti P1 (topoli-ob vodi), P2 (topoli-sestoj), P3 (rdeči bor-sestoj), P4 (na prostem), P5 (topoli-mladje na otoku) za intenzivne meritev vodne bilance, analiz talnih značilnosti in pridobivanja večletnega niza vhodnih podatkov za potrebe modeliranja vodne bilance z modelom BROOK90 (glej sklop Vodna bilanca). Spremljali in dokumentirali smo tudi poplavne rastišč ob reki Savi pri Ljubljani po močnem deževju v septembru 2007. Evidentirali smo tudi posamezna rastišča črnega in belega topola ob rekah Idrijci, Soči in Dragonji.

Z rekognosciranjem populacij smo ugotovili, da se črni topoli v Sloveniji večinoma pojavljajo posamično (kot soliterji) ali v manjših skupinah v bližini vodotokov. Redko jih opažamo tudi v večjih skupinah. V sestojih ni naravnega pomlajevanja. Mlada drevesa so prisotna le na prodiščih rek in sekundarnih zemljiščih (separacije, degradirana zemljišča) kot pionirska vegetacija. Zaradi intenzivne sadnje topolovih križancev v preteklosti na rastišča črnega topola obstaja možnost zamenjave avtohtone z neavtohtonimi kloni križancev pridobljenih iz izhodiščnega materiala evropskega črnega topola (*Populus nigra*) in ameriškega črnega topola (*Populus deltoides*). Optimalna rastišča črnega topola so ob reki Muri, kjer drevesa v povprečju dosegajo večje višine in debeline kot ob reki Soči in Savi. Med testnimi populacijami ostajajo razlike glede na vitalnost odraslih osebkov. Črni topol ob reki Soči (distrikt Volarje-Tolmin), Savi (distrikt Šobec-Podnart) in Muri ima v

povprečju nizko stopnjo osutosti krošenj (od 10 % do 20 %), medtem ko ob Savi pri Ljubljani (Gameljne) že prihaja do opaznega propadanja vitalnosti populacije. V povprečju je osutost krošenj 45 %, v populaciji so prisotni tudi osebki z 90 % stopnjo defoliacije. V mlajšem sestoju Sava (Tacen) je stanje boljše, v povprečju je stopnja defoliacije 27 %. Vzrok je v spreminjanju rastiščnih pogojev v smeri izsuševanja rastišča kot posledice poglobitve struge vodotoka in s tem posledično manjše frekventnosti poplavljanja v logih nižinskih gozdov. Spolna struktura zrelega sestojev črnega topola je uravnotežena in ugodnejša od podatkov, navedenih v literaturi za zahodno Evropo.

VEGETACIJA

Raziskovalni cilji skupine za proučevanje vegetacije so nova spoznanja na področju ekologije, zgradbe, sistematike, razširjenosti, varstva, vzdrževanja in rekonstrukcije vegetacije, ki bi prispevala k trajnostnem razvoju in ohranjanju biodiverzitete v poplavnih gozdnih ekosistemih. Z raziskavo poplavnih logov smo želeli ugotoviti, kje so rastišča črnega topola v krajini in ugotoviti ekološke razmere na teh rastišč. Ugotovili naj bi tudi morebitno pomlajevanje teh sestojev.

Na podlagi georeferenciranih dreves črnega topola, ki nam jih je posredoval vodja projekta, smo si ogledali vsa drevesa na raziskovanem območju. Nato smo, v kolikor je bilo drevo v homogenem drevesnem sestoju, popisali sestoj v skladu s standardno srednjeevropsko metodo (Braun-Blanquet 1964). Tako smo popisali tudi druge gozdove v poplavnem območju ob reki Muri, pri čemer smo popise locirali v obliki transeкта od najbolj sušnih popisov, kjer dominira hrast pa do najbolj vlažnih sestojev neposredno ob reki Muri. Ob reki Savi pri Ljubljani (Gameljne) smo popisali sestoje, kjer so bile opravljene tudi druge meritve. V popise vegetacije smo zajeli 12 vzorcev ob reki Muri in 5 vzorcev ob reki Savi. Popise smo ovrednotili z bioindikatorskimi vrednostmi (Ellenberg) in jih primerjali z ostalimi na rečnem bregu. Numerične analize vegetacije smo izvedli v letu 2008 s pomočjo programskih paketov TURBOVEG, JUICE, CANOCO in SYN-TAX 2000 (Hennekens & al. 2001; Tichy 2002; ter Braak 1998; Podani 2001).

Na podlagi fitocenoloških popisov smo ugotovili naslednji transekt ob reki Muri, in sicer se na najbolj vlažnih območjih pojavljajo gozdovi vrbe (*Salicetum albae* Issler 1926), nato je pas, kjer najdemo gozdove brešta in jesena (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952 var. geogr. *Prunus padus* Vukelić et al. 2004), na najvišjih rastiščih pa je združba doba in košeničice (*Genisto-Quercetum robori* Ht. 1938 *carpinetosum betuli* Ht. 1938). Ob reki Savi / Gameljne smo proučevali na transektu od najbolj sušnega borovega gozda (P3) do najbolj vlažnih vrbovih sestojev (P1). Na podlagi numeričnih analiz smo ugotovili, da se sestoji, kjer dominira *Populus nigra*, uvrščajo večinoma med sestoje vrb in deloma med jesenovja. Našli pa smo tudi popis, kjer se topol pojavlja v gozdu doba in košeničice, vendar pa je to ob nekdanjem rokavu reke Mure, tako da predvidevamo, da je topol ostanek nekdanje vegetacije. Dejstvo je, da se zeliščna vegetacija hitreje spremeni kot drevesna in tako ponekod najdemo topole v zanje "neznačilnem" okolju. Na podlagi analiz lahko zaključimo, da so optimalna rastišča črnega topola v pasu gozdov bele vrbe. V teh sestojih nismo opazili pomlajanja črnega topola, pač pa se topol pojavlja na inicialnih rastiščih, ki nastajajo kot posledica poplav, te pa so zaradi spremenjenega rečnega režima čedalje redkejša.

VODNA BILANCA POPULACIJ ČRNEGA TOPOLA NA IZBRANIH RAZISKOVALNIH PLOSKVAH

V okviru raziskav vodne bilance opravljamo kontinuirane meritve na skupnem raziskovalnem objektu črnega topola ob reki Savi pri Ljubljani. Za oceno klimatskih značilnosti in vodne bilance ter za zagotavljanje večletnega niza vhodnih podatkov za potrebe modeliranja vodne bilance z modelom BROOK90 smo spomladi 2007 postavili merilne inštrumente na 5 izbranih lokacijah in sicer: v sestoji črnega topola blizu rečne struge (P1, topoli-ob vodi) ter v večji oddaljenosti od nje (P2, topoli-sestoj), v sestoji rdečega bora v njegovi neposredni bližini (P3, rdeči bor-sestoj), na prostem (P4) ter v mladju na otoku (P5 topoli-mladje na otoku). Na izbranih raziskovalnih ploskvah smo ugotavljali mikroklimatske razmere, spremljali padavinski režim in vsebnost vlage v tleh v izbranih sestojih ter odvzeli vzorce tal za pedološke analize. V poročilu so prikazani rezultati meritev za obdobje 1.3.2007 do 31.12.2007.

Za opis mikroklimatskih razmer smo na izbranih raziskovalnih ploskvah spremljali vremenske spremenljivke, in sicer temperaturo zraka na 2 m višine, padavine na prostem in sestojne padavine ter vsebnost vlage v tleh na globini 0-10 cm in 0-40 cm. Rezultate meritev temperatur zraka in padavin na prostem (P4) smo za obdobje 1.3.2007 do 31.12.2007 primerjali z dolgoletnim nizom meritev na klimatološki postaji Ljubljana Bežigrad v obdobju 1961 -1990 (ARSO). Da bi ugotovili, kakšne so razlike v mikroklimatskih razmerah na izbranih objektih, smo za posamezne spremenljivke ugotavljali povprečne, minimalne in maksimalne vrednosti. Linearno povezanost posameznih spremenljivk za različne objekte smo ugotavljali s Pearsonovimi koeficienti korelacije (r), s Studentovim t-testom pa smo testirali razlike povprečnih vrednosti posameznih spremenljivk med objekti (Statistica for Windows 8.0 1984-2007). Enako je potekala tudi primerjava temperature zraka, merjena na raziskovalni ploskvi Gameljne na prostem (P4), z vrednostmi za klimatološko postajo Ljubljana Bežigrad v obdobju 1.3.2007 do 31.12.2007 (vir: arhiv ARSO). Za potrebe modeliranja smo manjkajoče vremenske spremenljivke (relativna zračna vlaga, hitrost vetra, sončno obsevanje) pridobili za klimatološko postajo klimatološki postaji Ljubljana Bežigrad (vir: arhiv ARSO).

Temperaturo zraka smo merili s tremi avtomatskimi regulatorji temperature "i-button" (Dallas semiconductor), ki so v letih 2007 in 2008 beležili 15-minutne vrednosti za temperaturo zraka na 2 m višine na izbranih mestih. Registratorji temperature so bili na raziskovalnih ploskvah nameščeni v skladu z navodili ICP Forest (ANONYMOUS 2002), vendar z omejitvami glede na razmere v obravnavanih sestojih. Za registratorje temperature je bil v okviru Slovenskega meteorološkega foruma na Agenciji republike Slovenije za okolje (ARSO) izveden postopek kalibracije za temperaturo zraka (SINJUR / VERTAČNIK 2007). Pri dnevni temperaturah zraka je bilo ugotovljeno odstopanje med avtomatskimi regulatorji temperature in avtomatsko meteorološko postajo največ $\pm 0,2$ °C.

Na vseh podobjektih smo postavili po 3 dežemere na višini 1,3 m v skladu z navodili ICP Forest (ANONYMOUS 2002), vendar z omejitvami glede na razmere v obravnavanih sestojih. Količino padavin na prostem, za katero predpostavljamo, da je enaka količini padavin, ki doseže vrhove krošenj na ploskvah, smo spremljali na raziskovalni ploskvi Gameljne na prostem (P4). Količino padavin v dežemerih smo spremljali 14-dnevno od

1.3.2007 naprej, v poročilu pa so prikazani rezultati meritev za obdobje 1.3.2007 do 31.12.2007.

Volumsko vsebnost vlage v tleh smo merili z napravo TDR100 (Textronix model 1502 B/C, PRENART EQUIPMENT ApS, Copenhagen, Danska), ki z uporabo programa AUTOTDR preko prenosnega računalnika omogoča avtomatsko pridobivanje in analizo TDR meritev (THOMSEN 1994). Na vsakem od podobjektov smo v tla vstavili po tri pare 0,10 m dolgih jeklenih konic (elektrod) in po tri pare 0,40 m dolgih jeklenih konic, ki pa jih na podobjektu P5 (mladje na otoku) zaradi izredno plitvih tal nismo mogli vstaviti. Meritve smo izvajali 14-dnevno od 1.3.2007 naprej, v poročilu pa so prikazani rezultati meritev za obdobje 1.3.2007 do 31.12.2007.

Temperaturo tal smo merili na globini 0-10 cm s prenosnim merilnikom za temperaturo tal. Meritve smo izvajali na vsakem od podobjektov na treh mestih, v bližini jeklenih konic za meritve vsebnosti vlage v tleh. Meritve so potekale na 14 dni od 1.3.2007 naprej, v poročilu pa so prikazani rezultati meritev za obdobje 1.3.2007 do 31.12.2007.

Rezultate meritev temperatur zraka in padavin na raziskovalni ploskvi Gameljne na prostem (P4) smo za obdobje 1.3.2007 do 31.12.2007 primerjali z dolgoletnim nizom meritev na klimatološki postaji Ljubljana Bežigrad v obdobju 1961 -1990 (Slika 1). Na podlagi te primerjave lahko sklepamo, da je bila pomlad 2007 na raziskovalni ploskvi Gameljne izredno sušna, saj smo v mesecih marec, april in maj na prostem (P4) izmerili le 138 mm padavin, kar predstavlja 42 % dolgoletnega povprečja za Ljubljano v teh mesecih (329 mm). V poletnem in jesenskem času so bile izmerjene količine padavin podobne dolgoletnemu povprečju za Ljubljano, pri čemer smo v septembru 2007 izmerili izjemno velike količine padavin (189 mm), kar 45 % več od dolgoletnega povprečja za Ljubljano za ta mesec (130 mm). Samo v obdobju od 5.9.07 do 18.9.07 je padlo na raziskovalni ploskvi Gameljne na prostem (P4) 173 mm padavin.

Povprečne urne temperature zraka so bile na raziskovalni ploskvi Gameljne v obravnavanem obdobju (1. 3. 2007 do 31. 12. 2007) najvišje v mladju topole na otoku (P5): 12,7 °C (Slika 2). Sledi podobjekt na prostem (P4) s povprečno urno temperaturo zraka 11,8 °C, kjer je bil po pričakovanjih tudi največji razpon izmerjenih urnih temperatur zraka v obravnavanem obdobju. Minimalna in maksimalna izmerjena temperatura zraka sta bili 9,7 °C in 38,5 °C. Povprečne urne temperature zraka so bile najnižje v sestoji topole (P2), 11,3 °C, kjer je bil razpon urnih temperatur zraka v obravnavanem obdobju najmanjši. Najnižja izmerjena minimalna urna temperatura zraka je bila 9,7 °C, maksimalna dnevna temperatura zraka pa 37,1 °C. Urne temperature zraka na raziskovalni ploskvi Gameljne, podobjekt P2 (topoli-sestoj) so se dobro ujemale s temperaturami zraka na prostem (P4) kot tudi s temperaturami zraka v mladju na otoku (P5) ($r \geq 0,99$). Korelacija med temperaturami zraka na prostem (P4) in klimatološko postajo Ljubljana (LJ) je bila manjša, vendar še vedno močna ($r \geq 0,98$). V času meritev so temperature zraka dosegle najvišje vrednosti v drugi polovici julija. Takrat so bile maksimalne in minimalne urne temperature zraka na podobjektu topoli-sestoj (P2) večinoma nižje kot na podobjektu topoli-mladje na otoku (P5). Le v popoldanskih urah (med 14:00 in 17:00) so bile minimalne, večkrat pa maksimalne urne temperature zraka na podobjektu topoli-sestoj (P2) višje kot na podobjektu topoli-mladje na otoku (P5). Največje razlike med urnimi temperaturami zraka na podobjektih so bile izmerjene med 18:00 in 19:00 uro, ko so bile maksimalne in minimalne urne temperature zraka na

podobjektu topoli-sestoj (P2) najnižje v primerjavi s podobjektom topoli-mladje na otoku (P5). Najnižje vrednosti v času meritev so temperature zraka dosegle v drugi polovici decembra 2007. Takrat so bile maksimalne in minimalne urne temperature zraka na podobjektu topoli-sestoj (P2) zelo podobne ali malce nižje kot na podobjektu topoli-mladje na otoku (P5). Največje razlike med urnimi temperaturami zraka na podobjektih so bile izmerjene med 1:00 in 3:00 uro, ko so bile maksimalne in minimalne urne temperature zraka na podobjektu topoli-sestoj (P2) najnižje v primerjavi s podobjektom topoli-mladje na otoku (P5).

Povprečne urne temperature zraka na podobjektu na prostem (P4) so se dobro ujemale s temperaturami na klimatološki postaji Ljubljana ($r = 0,981$). Razlike med temperaturami so bile statistično značilne pri $p < 0,01$. Maksimalne temperature zraka so bile na podobjektu na prostem (P4) nižje od temperatur na klimatološki postaji Ljubljana, minimalne temperature zraka pa so bile na prostem (P4) višje.

Najvišje povprečne temperature tal so bile v merilnem obdobju od 1.3.2007 do 31.12.2007 izmerjene v mladju topole na otoku (P5) 12,6 °C. Sledita sestoj topole (P2), kjer je bila izmerjena povprečna temperatura tal 12,3 °C ter sestoj rdečega bora (P3) z 12,2 °C. Najnižja povprečna temperatura tal je bila izmerjena v sestoji topole ob vodi (P1), 11,8 °C. Največji razpon temperatur je bil v mladju topole na otoku (P5), najmanjši pa v sestoji rdečega bora (P3). Temperature tal so se v sestoji topole (P2) najbolj ujemale s tistimi v sestoji topole ob vodi (P1), sledi mladje topole na otoku (P5), najmanj pa s temperaturo tal v sestoji rdečega bora (P3). Nizke vrednosti v pomladanskih mesecih zlagoma naraščajo do maksimalnih temperatur tal v juliju ter ponovno upadejo vse do najnižjih izmerjenih temperatur tal v decembru.

Izmerjena količina padavin na prostem (P4) je bila v obdobju od 1.3.2007 do 31.12.2007 944 mm skoraj enaka izmerjeni količini padavin na klimatološki postaji Ljubljana (ARSO): 940 mm. Prepuščenih padavin smo zabeležili največ v mladju topola na otoku (P5) (908 mm), sledi sestoj rdečega bora (P3), najmanj prepuščenih padavin pa smo izmerili v sestoji črnega topola (P2). Da bi bilo mogoče primerjati posamezne podobjekte med seboj, smo vrednosti preračunali v odstotke glede na količino padavin na prostem (P4) in jih tako izenačili.

V obdobju od 1.3.2007 do 31.12.2007 je najmanjša količina prepuščenih padavin padla v aprilu na podobjektu topol sestoj (P2) (3,2 mm), največja pa septembra na podobjektu topoli mladje na otoku P5 (268,5 mm). V nekaterih primerih so izmerjene količine prepuščenih padavin presegle količine, izmerjene na ploskvi na prostem (P4). Do tega je prišlo v januarju na podobjektih P2, P3 in P5, septembra na P2 in P5 ter decembra na P2 in P3. Razlog za to je najverjetneje kapljanje prestreženih padavin s krošenj dreves po posameznih vejah v dežemere, do česar na prostem ne more priti. Največji presežki prepuščenih padavin v primerjavi s padavinami na prostem so bili izmerjeni na podobjektu P2 (topoli sestoj), kjer smo v decembru zabeležili kar 123 % padavin na prostem.

Poleg padavin je na obravnavani raziskovalni ploskvi vir vlage v tleh tudi podtalnica, katere višine nismo merili. Na globini od 0 – 10 cm so bile najvišje vrednosti izmerjene v sestoji topola ob vodi (P1), sledi sestoj topole (P2), najnižje pa v mladju topole na otoku (P5). Na globini od 0 – 40 cm so bile najvišje vrednosti izmerjene sestoji topola (P2), sledi sestoj topola ob vodi (P1), najnižje pa v sestoji rdečega bora (P3). V mladju topole

na otoku (P5) vsebnosti vlage v tleh zaradi prevelike skeletnosti tal nismo merili. Iz letnega poteka volumske vsebnosti vlage v tleh je razvidno, da je bila vsebnost vlage v tleh v mladju topole na otoku (P5) nižja od vrednosti na ostalih podobjektih preko celega meritvenega obdobja od 1.3.2007 do 31.12.2007.

V sestojih topole na podobjektih P1 in P2 so bile vlažnostne razmere podobne, saj so Pearsonovi koeficienti korelacije (r) za obe globini statistično značilni (pri $p < 0,05$) ter višji od 0,70. Na globini 0 – 10 cm so od vlažnostnih razmer v sestojih topole (P1, P2) odstopale razmere v mladju topole na otoku (P5), saj so Pearsonovi koeficienti korelacije (r) statistično značilni (pri $p < 0,05$) ter nižji od 0,40. Na globini 0 – 40 cm je bilo ujemanje izmerjenih vsebnosti vlage v tleh v sestoju rdečega bora (P3) in sestojih topole (P1, P2) slabše kot na globini 0 – 10 cm. V sestojih topole (P1, P2) so volumske vsebnosti vlage v tleh na obeh globinah upadle ob začetku vegetacijskega obdobja ter dosegle najnižje vrednosti konec julija, nato pa jeseni s pričetkom odpadanja listja ponovno narasle. Ta trend je manj izrazit v mladju topole na globini 0 – 10 cm, v sestoju rdečega bora (P3), ki je zimzelena vrsta in transpirira tekom celega leta, pa trend ni prisoten.

Omejitev raziskave na obdobje med 1.03.07 in 31.12.07 ne omogoča popolnega vpogleda v splošne vremenske razmere na obravnavani raziskovalni ploskvi. V Ljubljani je bila v letu 2007 povprečna temperatura 12,1 °C, kar pomeni drugo najtoplejše leto doslej, desetinko višja je bila temperatura leta 2000 z 12,2 °C (CEGNAR 2007). Februar in september sta relativno najbolj presegla dolgoletno povprečje mesečnih padavin v primerjavi z dolgoletnim povprečjem, večina mesecev pa je bila podpovprečno namočenih. S padavinami skromno obdobje ob koncu leta se je nadaljevalo v začetek leta 2008 (ibid.). Ljubljana z okolico sicer ne sodi v območja, ki so bila v letu 2007 ogrožena zaradi hude (kmetijske) suše, vendar je v vegetacijskem obdobju leta 2007 v Ljubljani padlo le 784 mm padavin, kar predstavlja 87 % povprečne količine padavin za vegetacijsko obdobje v letih od 1961 do 1990 (vir: arhiv ARSO).

Gozd z zmanjševanjem temperaturnih ekstremov in z zadrževanjem vetra v pritalni plasti blaži mikroklimo (GOLOB 1990; MORECROFT et al. 1998). Na podobjektu topoli-sestoj (P2) so bili poleti, v obdobju najvišjih temperatur, temperaturni ekstremi - maksimalne in minimalne temperature zraka - nižje kot na podobjektu topoli-mladje na otoku (P5). Pozimi, v obdobju najnižjih temperatur, so bile maksimalne in minimalne temperature zraka na podobjektu topoli-sestoj (P2) podobne ali malenkost nižje kot na podobjektu topoli-mladje na otoku (P5): podobna ali malenkost bolj ekstremna mikroklima v sestoju (P2) pozimi. Manjkajo meritve relativne zračne vlage. V primerjavi s klimatološko postajo Ljubljana so bile maksimalne temperature zraka na prostem (P4) nižje, minimalne temperature zraka pa višje. To kaže na večje temperaturne ekstreme na raziskovalni ploskvi Gameljne v primerjavi s klimatološko postajo Ljubljana, ki se nahaja v mestu, natančneje za Bežigradom.

Najvišje povprečne temperature tal so bile izmerjene v mladju topole na otoku (P5), kjer je bil izmerjen tudi največji razpon temperatur tal. Sledita sestoj topole (P2) ter sestoj rdečega bora (P3), kjer je bil razpon temperatur tal najmanjši. Najnižja povprečna temperatura tal je bila izmerjena v sestoju topole ob vodi (P1). Izmerjena količina padavin na prostem (P4) je bila skoraj enaka izmerjeni količini padavin na klimatološki postaji Ljubljana (ARSO): 940 mm. Prepuščenih padavin smo zabeležili največ v mladju topola na otoku (P5), sledi sestoj rdečega bora (P3), najmanj prepuščenih padavin pa smo

izmerili v sestoji črnega topola (P2). Sklepamo lahko, da je bila intercepcija krošenj največja v sestoji topola (P5), najmanjša pa v mladju topola na otoku (P5).

Povprečna vsebnost vlage v tleh je bila najnižja v mladju topole na otoku (P5) preko celega meritvenega obdobja od 1.3.2007 do 31.12.2007. Iz meritev vsebnost vlage v tleh na globini 0-10 cm ter velike skeletnosti tal v globljih plasteh je razvidno, da imajo tla na otoku najmanjšo sposobnost za zadrževanje vode in so zato najbolj izpostavljena izsušitvi. Sledi sestoj rdečega bora (P3), najvišja povprečna vsebnost vlage v tleh pa je bila izmerjena v sestoji topole (P2) ter sestoji topole ob vodi (P1), kjer so bile vlažnostne razmere podobne. V obeh sestojih topole (P1, P2) so volumske vsebnosti vlage v tleh upadle ob začetku vegetacijskega obdobja ter dosegle najnižje vrednosti poleti, nato pa jeseni ob zaključku vegetacijskega obdobja ponovno narasle. Ta trend v sestoji rdečega bora (P3), ki je zimzelena vrsta in transpirira tekom celega leta, ta trend ni prisoten.

ZNAČILNOSTI TAL NA RASTIŠČIH ČRNEGA TOPOLA

Ob rekah Muri, Savi in Soči smo na raziskovalnih ploskvah in pri izbranih posameznih topolovih drevesih s pedološko polstožčasto sondo preiskali talne razmere, nato pa smo lastnosti tal podrobneje preučevali s reprezentančnimi talnimi profili oziroma smo na občutljivih mestih, kjer ni bilo primerno poškodovati tal, uporabili za morfološki opis in vzorčenje tal t.i. holandski sveder (z ušesom). Talnim profilom smo opisali splošne značilnosti rastišča in morfološke lastnosti ter iz njihovih horizontov in podhorizontov odvzeli talne vzorce. Poleg nekvantitativnih smo s Kopeckyjevimi valji odvzeli tudi kvantitativne talne vzorce (z znano maso in prostornino). Talnim vzorcem so bile v laboratoriju GIS določene standardne fizikalne, kemijske in vodno zračne lastnosti.

V Laboratoriju za gozdno ekologijo Gozdarskega inštituta Slovenije smo nekvantitativne vzorce tal posušili na zraku, jim odstranili korenine in skelet. Nato smo jih presejali skozi 2 mm sito in zmleli v krogličnem mlinu s cirkonijevimi kroglicami. Tako pripravljenim vzorcem smo določili naslednje lastnosti:

- Vrednost pH: potenciometrično v suspenziji tal z deionizirano vodo (H₂O) in s kalcijevim kloridom (CaCl₂);
- vsebnosti skupnega ogljika (C), dušika (N) in žvepla (S), po suhem sežigu vzorcev pri 1350°C z aparaturo LECO CNS-2000;
- vsebnost CaCO₃ v vzorcih s pH vrednostjo v CaCl₂ večjo od 5,5. Meritve smo izvedli s Scheiblerjevim kalcimetrom;
- vsebnosti rastlinam dostopnih kalijevih (K₂O), fosforjevih (P₂O₅) spojin in magnezija (Mg) v talnih vzorcih, po CAL metodi. Vsebnosti K₂O in Mg so bile določene z AAS, vsebnosti P₂O₅ pa s spektrofotometrom (Carry 50);
- vsebnosti izmenljivih kalcijevih, magnezijevih, natrijevih, kalijevih, aluminijevih, železovih in manganovih kationov (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Al³⁺, Fe³⁺, Mn²⁺) z atomsko absorpcijsko spektroskopijo po ekstrakciji talnih vzorcev z 0,1 M BaCl₂. Koncentracijo izmenljivega H⁺ določimo iz pH vrednosti ekstrakta vzorca z 0,1 M BaCl₂;
- sestave tal po velikosti delcev. Vzorci so bili pripravljani z natrijevim pirofosfatom in analizirani s pipetiranjem po Kohnu. Teksturni razredi so bili določeni z ameriškim teksturnim trikotnikom in poimenovani po navodilih v Ur. l. SRS 36/1984. Po teh navodilih smo tudi vrednotili reakcije tal in lastnosti drugih parametrov.

Računsko smo določili še:

- vsebnosti mineralnega ogljika ($C_{min} = CaCO_3 \times 0.12$),

- vsebnosti organskega ogljika ($C_{org} = C - C_{min}$),
- razmerja med organskim ogljikom in celokupnim dušikom (C/N),
- količino organske snovi (humus = $C_{org} \times 1,724$) v tleh,
- kationsko izmenjalno kapaciteto ($KIK =$ vsota vseh izmenljivih kationov),
- vsoto izmenljivih bazičnih kationov ($SB =$ vsota Ca, Mg, K, Na kationov),
- stopnjo nasičenosti tal z izmenljivimi bazami ($V = (SB/KIK) \cdot 100\%$).

Ugotavljali smo naslednje vodno zračne lastnosti tal:

- maksimalno kapaciteto tal za vodo (θ_{mc}) - neporušenim tlem v Kopeckyjevih valjih; po metodi Schlichting in Blume, 1966: z vodo nasičena tla se odcejujejo 2 uri na pesku, nato se ugotovi njihova vlažnost;

- vsebnosti vlage v predhodno z vodo zasičenih vzorcih tal po izpostavitvi različnim pritiskom: 0,1 bara, 0,33 bara - vlažnost tal, izpostavljenih temu pritisku, smo izbrali za poljsko kapaciteto tal za vodo (ang.: field capacity - FC), 0,5 bara, 1 bara, 2 barov, 3 barov, 5 barov, 6,3 bara - pri tem pritisku smo ugotavljali lentokapilarno vlažnost tal (LT - velja za mejo med rastlinam lahko in težje dostopne vode), 10 barov, 15 barov - količina vode, ki jo tla vežejo pod tem pritiskom, se imenuje stalna točka venenja (ang.: permanent wilting point - PWP). Ti pritiski odgovarjajo sledečim vrednostim pF: 2; 2,5; 2,7; 3; 3,3; 3,5; 3,7; 3,8; 4; 4,2 (vrednost pF je logaritem višine vodnega stolpca, izražena v cm, katerega masa je enaka pritisku, s katerim je voda vezana na tla); v Richardovih tlačnih loncih s poroznimi keramičnimi ploščami; na osnovi teh podatkov smo izdelali desorpcijske pF krivulje;

- kapaciteto tal obravnavanih plasti za rastlinam dostopno (razpoložljivo, fiziološko aktivno) vodo (ang.: available water capacity - AWC); računsko, iz razlike med vsebnostjo vlage v tleh pri poljski kapaciteti in pri točki venenja: $AWC = FC - PWP$

- polna (maksimalna) vodna kapaciteta (MWC) - po metodi Schlichtinga in Blumeja (1966) z vzorci tal v neporušenem stanju, odvzetimi s Kopeckyjevimi valji ;

Barve talnih plasti smo določali z Munsellovim barvnim atlasom.

Rezultati analiz preiskovanih talnih vzorcev z rastišč črnega topola ob reki Soči, Savi in Muri so pokazali, da črni topoli rastejo na obvodnih rastiščih s precej različnimi talnimi razmerami. Na rastiščih črnega topola prevladujejo obrečna tla (fluvisoli). Kot pionirji se pojavljajo na večinoma plitvih, nerazvitih obrečnih tleh, ki so pod vplivi pogostih poplav, naplavljanj, vodne erozije in/ali oglejevanja zaradi visoke podtalnice ter so slabe rodovitnosti.

Staroste črnih topolov pa praviloma rastejo na globokih, dobro razvitih obrečnih tleh (fluvisolih), ki so le malokdaj poplavljeni ali pa (npr. zaradi hidromelioracij) niso več v območju poplav, s sprsteninasto obliko humusa, z dobro razvitim humusno akumulativnim A horizontom, z evtričnimi lastnostmi, večinoma so karbonatna, imajo slabo kislo do alkalno reakcijo, veliko fiziološko globino, so neoglejena do globoko oglejena (v globini nad 70 cm), imajo ilovnato do mivkasto teksturo in v zgornjem delu le malo skeleta ter so zelo dobre rodovitnosti.

Del obrečnih tal ogrožajo neposredni človekovi vpliv kot so: onesnaženost vodotokov, hidromelioracije, odlaganje smeti, gradnja hidroelektrarn ter prometne in turistične infrastrukture, kemizacija v poljedelstvu in industriji, širjenje urbanizacije idr. Obrečnim tlem najboljšo zaščito praviloma nudi vegetacijska odeja z naravno ohranjeno rastlinsko sestavo in sestojno zgradbo. V ogrožene obrečne gozdove posegamo le s sečnjami nizke intenzitete, da ohranimo ali uspostavimo naravno zmes (mešani sestoji vlagoljubnih

listavcev) za izboljšanje stanja sestoja ter talnih in mikroklimatskih razmer.

TALNI ORGANIZMI

V okviru delovne skupine za analizo ektomikorize smo glede na ekološke razmere na rastiščih opredelili transekte za standardizirano vzorčenje zemlje in odvzeli vzorce enkrat letno v obdobju začetka poletja. Na širšem območju rastišč črnega topola smo opravili tudi več priložnostnih popisov trosnjakov ektomikoriznih vrst gliv in zabeležili več vrst: *Amanita strobiliformis*, *Peziza* sp. (toplejša rastišča), *Hebeloma sinapizans* (cf) in *Hebeloma* sp. (kontinentalna rastišča). Na nekaterih lokacijah smo zasledili tudi relativno visoko pojavljanje hipogejih (podzemnih) gliv, med katerimi smo identificirali vrste *Tuber magnatum*, *Balsamia vulgaris*, *Tuber rufum* in *Melanogaster broomeanus*, slednji dve vrsti najverjetneje vezani na grmovne vrste, ki so rasle v bližini topolov. Analiza tipov ektomikorize je pokazala relativno nizko pestrost tipov, z nekaj dominirajočimi vrstami, kar je glede na lastnosti rastišč in dvolično naravo topolov (vrsta lahko tvori tako ektomikorizo, kot arbuskularno mikorizo, glede na razmere na mikrolokacijah) tudi pričakovano. Gliv, ki tvorijo arbuskularno mikorizo nismo določevali, molekularna identifikacija ektomikorize, predvsem pa identifikacija vrst, katerim očiščene korenine v vzorcih tal pripadajo, je v zaključnih fazah.

MORFOLOGIJA

Črni topol (*Populus nigra* L.) je v Sloveniji avtohtona drevesna vrsta, ki najpogosteje raste ob velikih rekah s poplavno dinamiko. Kanadski topol *Populus × canadensis* je križanec, v Evropi pogosto sajen za pridelavo industrijskega lesa. Črni topol ogrožajo številni dejavniki: spremenjena dinamika rek in izsuševanje zemljišč zaradi gradnje hidroelektrarn ter širjenja urbanizacije, prekomerno izsekavanje avtohtonih črnih topolov, sadnja hitrorastočih hibridov, zaradi česar se pojavlja introgresija genov, težavno pomlajevanje ter onesnaževanje tal, rek, zraka in spreminjanje podnebja. V evropskih državah je stanje črnega topola zelo različno; ponekod avtohtonega črnega topola sploh nimajo več, drugod so njegove populacije vitalne in se razmnožujejo.

Z raziskavo smo želeli ugotoviti kako je z ohranjenostjo sestojev črnega topola v Sloveniji, kakšna je njihova struktura (spolna, debelinska) in kakšno je pomlajevanje teh sestojev. Z morfometrijsko analizo listov dveh populacij črnega topola v Sloveniji in z njuno primerjavo s hibridom smo želeli oceniti znotraj in med populacijsko genetsko variabilnost.

Na podlagi georeferenciranih dreves črnega topola in podatkov o debelinski strukturi, ki nam jih je posredoval vodja projekta, smo si ogledali vsa drevesa na raziskovanem območju. Raziskovalne ploskve smo postavili na reki Savi (v Ljubljanski kotlini) in Muri (od Malih Bakovcev do Veržeja), kjer smo nabirali črni topol, v analizi obravnavan hibrid *Populus × canadensis* 'Imperial Carolina' ('DN-34') pa je bil nabran na Ljubljanskem barju na saniranem smetišču.

Za prepoznavanje vrst smo uporabili splošne določevalne ključe, spolno strukturo smo določevali glede na prisotnost semen na drevesih, debelinsko strukturo pa z merjenjem prsnega premera dreves. Za potrebe morfometrijske analize smo iz 33-tih dreves črnega topola in 5-tih dreves hibrida nabrali po 100 listov iz vsakega drevesa. Meritve na listih

smo izvedli s pomočjo programa WinFOLIA Pro 2005 of Regent Instruments Inc. Dobljene podatke smo uredili v programu Excel, statistično iz vrednotenje pa smo izvedli s pomočjo programa SPSS for Windows in STATISTICA (version 6.0).

Rezultati so pokazali, da so sestoji črnega topola v Sloveniji v primerjavi z večjim delom Evrope dobro ohranjeni. V sestojih prevladuje črni topol, znakov introgresije ali križanja s hibridnimi topoli ni. V poplavnem logu ob Savi pri Ljubljani smo ugotovili 38 % moških dreves, 40 % ženskih dreves ob 21 % nedoločljivosti, ki je posledica ne cvetenja posameznih dreves zaradi zdravstvenega stanja in zastrtosti njihovih krošenj. Spol smo določili, ker je eden izmed dejavnikov ogroženosti črnega topola v širšem evropskem prostoru tudi neprimerna spolna struktura osebkov v populaciji in s tem posledično oteženo naravno razmnoževanje. Ugodno spolno razmerje v kombinaciji z ustreznimi lokacijami za kalitev semena bi omogočalo dolgoročno ohranjanje populacij črnega topola v Sloveniji. Pogled v debelinsko strukturo pa pokaže na prevladujoči delež debelejših drevesa, ki s svojimi krošnjami preprečujejo dotok svetlobe v nižje stratume in s tem zmanjšujejo možnosti naravnega pomlajevanja. Drugi razlogi za slabo pomlajevanje vrste so med drugim tudi bujna zeliščna plast, pomanjkanje razgaljenih peščenih tal ter dejavniki povezani z ekološkimi spremembami rastišč in hidrološkimi posegi v širšem zaledju rek.

Morfološka analiza je pokazala, da obstaja variabilnost tako znotraj vrste *Populus nigra*, kot med omenjeno vrsto in vrsto hibridnega topola *P. × canadensis* 'Imperial Carolia'. Za razlikovanje omenjenih vrst so se kot najboljši znaki pokazali tisti, ki opisujejo obliko listne ploskve in dolžino listnega peclja. Značilna razlika med vrstama je tudi v velikosti listov, vendar se zdi, da je znak kot tak, nezanesljiv. Kot najboljši in hkrati tudi najuporabnejši razlikovalni znak med vrstama se je pokazala dolžina listnega peclja, ki je strogo omejena med 2-6 cm (FITSCHEN 2002, ROLOFF/BARTELS 2006). Sredina omenjenega znaka se pri populacijah črnega topola iz Save in Mure nahaja vedno pod 6-timi cm, medtem ko je dolžina pri hibridnem večja od 6-tih cm. Kljub navedenemu priporočamo hkratno uporabo različnih morfoloških lastnosti, še posebno kvalitativnih, kot so prisotnost žlez, število loput na glavici ploda, ter če je mogoče, uporabo molekularnih metod.

Z metodo glavnih komponent (PCA) smo želeli dobiti vpogled v osnovne vzorce porazdeljevanja in grupiranja posameznih dreves. Ugotovili smo, da je skupina petih dreves hibridnega topola, glede na morfološke znake, zelo homogena in malo variabilna, kar je razumljivo, saj je vseh pet dreves pripadalo istemu klonu. Populacija črnega topola na Savi kaže manjšo morfološko variabilnost od populacije na Muri. Eden od možnih razlogov za večjo homogenost populacije na Savi je v velikosti raziskovalne ploskve. Leta je bila nekoliko manjša kot na Muri. Druga možna razloga je, da vsebuje populacija črnega topola na Savi manjšo genetsko variabilnost. Razlog za to lahko iščemo v vegetativnem izvoru populacije po večji povodnji ali pa v večji prostorki izolaciji obravnavane populacije. Populaciji Sava in Mura se med seboj značilno razlikujeta v številnih morfoloških znakih, vendar med njimi ni takšnega, ki bi z veliko zanesljivostjo razlikoval med njima. Oddan je izvorni znanstveni prispevek za objavo v angleškem jeziku.

GENETIKA

V okviru populacijsko genetskih raziskav smo izbrali raziskovalne objekte obrežnih in poplavnih gozdov z domnevno visoko stopnjo avtohtonosti črnih topolov ob reki Soči, Savi in Muri, ter v zimskem obdobju pa smo izvedli vsa predvidena vzorčenja testnih populacij. Testne objekte smo izbrali na Soči (Volarje - Tolmin), Savi (Šobec - Podnart, Ljubljana Tacen - Gameljne), Muri (Bakovci - Doljna Bistrica). Introgresijo hibridnih genov v avtohtoni genski sklad črnega topola smo proučevali v mladih razvojnih fazah subpopulacij črnega topola na njegovih naravnih rastiščih ob Savi (Tacen) in Muri (Melinci), ter na sekundarnem rastišču na robnem predelu Ljubljanskega barja (Rudnik).

Z odraslih dreves smo v zimskem času s posebnimi škarjami z višine 5-7 m odvzeli enoletne odganjke s spečimi popki. Za zagotovitev primerjalne vrednosti genetskih analiz domačih populacij črnih topolov smo v sodelovanju z Gozdarsko fakulteto Univerze v Zagrebu pridobili tudi dodatni vzročni material iz Hrvaške, in sicer iz lokacij ob Savi, Dravi, Muri. V vzorec smo zajeli 150 dreves iz 7 lokacij v Sloveniji (Soča, Sava, Mura, sekundarno industrijsko zemljišče na Ljubljanskem barju) ter 76 dreves, ki uspevajo na 3 lokacijah ob rekah in v ex-situ genskih bankah črnega topola na Hrvaškem.

V genetskem laboratoriju Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS) smo izvedli ekstrakcije DNA iz mladih listov nabranega vzorčenega materiala (enoletni odganjki iz debla). Za ekstrakcije smo uporabili Plant DNeasy mini kit (Qiagen). Ekstrakte smo do septembra hranili v zmrzovalni skrinji pri temperaturi - 85 C, nato pa smo jih z DHL pošto posredovali v genetski laboratorij Nacionalnega raziskovalnega inštituta za naravo in gozd Belgija (INBO), ki ima vrhunsko opremljen laboratorij za populacijsko genetske analize in monitoring introgresije hibridnih genov v naravne populacije drevesnih vrst. V genetskem laboratoriju belgijskega nacionalnega raziskovalnega inštituta za naravo in gozd (INBO) v Geraardsbergenu smo pod vodstvom mednarodno priznane raziskovalke dr. An Vanden Broeck izvedeli vse genetske laboratorijske analize vzorčenega materiala z uporabo metode analize kodominantnih mikrosatelitov SSR / simple sequence repeats. Analizirali smo 6 polimorfni jedrni genski lokusov, ki so jih za črni topol opisali Van der SCHOOT et al. (2000) in SMULDERS et al. (2001) in so navedeni v Poplar Molecular Genetics Cooperative SSR Database (PMGC). Ti so: WPMS09 (z alelnim območjem 233-298 bp), WPMS14 (200-300 bp), WPMS16 (128-167 bp), WPMS18 (197-253 bp), WPMS20 (220-270 bp) in PGMC14 (188-277 bp). Vzorce smo analizirali s flourescenčno označenimi primerji po metodi CERVERA et al. (2001) na aparatu za sevenciranje ABI3700. Osnovne podatke smo nato analizirali s programom Genescan (Applied Biosystems). Izbrana kombinacija diagnostičnih markerjev z opisanimi vrstno specifičnimi aleli za *Populus deltoides* in *Populus nigra* nam je poleg spoznavanja populacijsko genetskih značilnosti populacij omogočila genetski monitoring introgresije genov topolov tujih vrst v avtohton genski sklad črnega topola ter detekcije genetsko identičnih osebkov, ki so v populacijah nastali z vegetativnim razmnoževanjem.

Rezultati populacijsko genetskih raziskav črnega topola nakazujejo veliko genetsko variabilnost znotraj lokalnih populacij vzdolž večjih rek v Sloveniji (Soča, Sava, Mura) in s tem na obstoj velikega evolucijskega prilagoditvenega potenciala črnega topola na tem delu njegove naravne razširjenosti v Evropi, ki ga je nujno potrebno dinamično ohranjati in zavarovati.

V povprečju ne ugotavljamo večje genetske diferenciranosti med populacijami črnega topola v Sloveniji in na Hrvaškem ($F_{st} = 8,9 \%$). Rezultati raziskav nakazujejo na ohranjeno stanje genofonda črnega topola na območju preučevanja v Sloveniji in na obstoj naravne povezave med populacijami, ki omogoča medsebojne prenose genov med njimi.

Drevesa, ki smo jih vzorčili po morfoloških kriterijih in ključih za prepoznavanje črnega topola v Sloveniji, so genetsko čista. Genetske polucije nismo odkrili niti na sekundarnem rastišču na industrijski coni Rudnik v Ljubljani. Tudi to dejstvo nakazuje na prisotnost dovolj velikega števila zrelih dreves črnega topola s sposobnostjo opravevanja in semenitve v okolici in s tem na ugodnejše stanje v primerjavi z drugimi evropskimi državami.

Z analizo črnih topolov pridobljenih iz ex-situ genskih bank na Hrvaškem smo z uporabljenim metodo specifičnih mikrosatelitov dokazali obstoj genov hibridnih topolov, ki so sicer bili napačno deklarirani in arhivirani za genotipe avtohtone črne topole.

Z genetsko analizo smo dokazal pojav klonskih dreves črnega topola v obrežnem gozdu ob Savi in poplavnem logu ob Soči. Na lokaciji Sava / Potoče smo identificirali matično drevo in njegov klon (genetsko identično drevo) nizvodno. Dva enaka klona brez identifikacije matičnega drevesa pa smo ugotovili v logu Soče ob Tolminu. Omenjena dejstva nakazujejo na naravno zakoreninjanje odnešenih odganjkov starejših dreves pri visokih vodah in njihovo odlaganje v poplavnih obvodnih logih kot življenjsko prilagoditev vrste za preživetje in obnavljanje.

GEOGRAFSKI INFORMACIJSKI SISTEM

Namen dela na sklopu informacijski sistem je bila vzpostavitev geografskega informacijskega sistema, v katerega bi združili vse podatkovne sloje, ki bi lahko pomembno prispevali k novim spoznanjem o razširjenosti, ogroženosti in ohranjanju črnega topola v Sloveniji. Cilj je bil preučevane lokacije črnih topolov umestiti v širši prostor, kar pomeni, da nas ne zanimajo več le detajlne informacije o posameznem drevesu na določeni lokaciji, temveč tudi primerjava z ostalimi lokacijami vzdolž istega vodotoka kot tudi širše z ostalimi populacijami črnih topolov v Sloveniji. Namen takšnega pristopa je, da predmet preučevanja – črni topol analiziramo iz popolnoma drugačnega zornega kota, kot smo bili navajeni do sedaj. Dosedanje raziskave so bile namreč osredotočene na pridobivanje natančnih informacij o vsakem preučevanem drevesu in lokaciji, na kateri se nahaja, populacijsko genetskih značilnostih, kakor tudi podrobnih opredelitev rastiščnih razmer. Vzpostavitev geografskega informacijskega sistema nam omogoča nadgradnjo teh z novimi, sicer manj natančnimi, a za preučevanje razširjenosti in vzročno-posledičnih povezav pri ohranjanju populacij črnega topola v Sloveniji prav tako pomembnimi podatki.

Na terenu posnete GPS koordinate preučevanih dreves črnega topola, ki nam jih je posredoval vodja projekta, smo s pomočjo programskega orodja MapSource pretvorili iz koordinatnega sistema WGS84 v Gauss-Krügerjev koordinatni sistem. Sledil je izvoz točk in njihovih koordinat (X, Y in Z) v tekstovno datoteko, ki smo jo nato s pomočjo orodja ArcGIS spremenili v format »shape«. S tem smo vsako drevo, ki je bilo posneto z GPS-om na terenu, umestili v prostorski model in omogočili nadaljnjo GIS analizo. Vsako drevo

smo zaradi nadaljnjih analiz označili z večmestno kodo, ki jo sestavljajo podatki o nahajališču (ime vodotoka), subpopulaciji (številka subpopulacije poplavnega loga ali obrežnih dreves v smeri od izvira proti izlivu) in drevesni vrsti.

Poleg lokacij posameznih dreves smo v GIS vključili še naslednje podatkovne sloje:

- Karte TTN 10 in 5,
- digitalni ortofoto - velikost slikovnega elementa 0,5 m,
- karta višinskih pasov,
- karta povprečnih letnih količin padavin,
- karta povprečnih letnih temperatur,
- pedološka karta,
- geološka karta,
- karta rabe tal,
- karta območij Natura 2000,
- karta vodotokov.

Pri vzpostavitvi GIS-a smo uporabljali programska orodja Arc View 3.2 in Arc Map, karta višinskih pasov pa je bila izdelana v programu Idrisi Andes. Geografski informacijski sistem nameravamo v bodoče nadgrajevati z novimi podatkovnimi sloji, pomembnimi za preučevanje in ohranjanje poplavnih logov in populacij črnega topola v Sloveniji.

VARSTVO GOZDNIH GENSKIH VIROV

Velik del obrečnih in poplavnih gozdov in krajin v Sloveniji je od leta 2004 v območjih evropske mreže Natura 2000. Območja SAC in SPA Natura 2000 so opredeljena na osnovi evropsko pomembnih ogroženih kvalifikacijskih rastlinskih in živalskih vrst in habitatnih tipov določenih v evropski Habitatni direktivi (1992/43/EGS) in v Ptičji direktivi (1979/409/EGS). Posebno varstvo teh gozdnih ekosistemov in krajin določa tudi Resolucija o nacionalnem gozdnem programu Slovenije (Ur.l. RS 2007/111), ki temelji na 7. členu Zakona o gozdovih (Ur.l. RS 1993/30) in 12. členu Zakona o divjadi in lovstvu (2004/2008) ter 109. členu Poslovnika državnega zbora Republike Slovenije (2007). Mnoge od redkih in ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v specifičnih obrečnih gozdnih ekosistemih in krajinah so zavarovane že po Uredbi o zavarovanju redkih in ogroženih vrst iz leta 1993 (Ur. l. RS 1993 /57). Vsak poseg v območja Natura 2000 zahteva celovito presojo vplivov na okolje (CPVO), ki jih opredeljuje Zakon o ohranjanju narave (1996/2004), izvaja pa jih Zavod za varstvo narave RS na osnovi Zakonodaje: Zakona o varstvu okolja (Ur.l. RS, št. 39/06; ZVO-1-UPB1), Uredbe o okoljskem poročilu in podrobnejšem postopku celovite presoje vplivov izvedbe planov na okolje (Ur.l. RS, št. 73/05; uredba), Pravilnika o presoji sprejemljivosti vplivov izvedbe planov in posegov v naravo na varovana območja (Ur.l. RS, št. 130/04, 53/06; Pravilnik).

Čeprav je velik del obrečnih in poplavnih gozdov zakonsko zavarovan, so poplavni gozdni ekosistemi, v katerih ima pomemben delež avtohtoni črni topol, dandanes le še fragmentirano ohranjeni in zaradi pogoste kanalizacije vodotokov, poglobitev strug, zmanjšanega režima poplavljanja in razlivanja vode v obrečne rokave, večinoma tudi ogroženi. Za ohranitev vitalnosti populacij drevesnih vrst – graditeljic občutljivih ekosistemov - je potrebno poleg poznavanja lokalnih značilnosti populacij in značilnosti dinamike rek, razviti učinkovito čezmejno povezovanje in vzpostaviti ekosistemski pristop v konsenzu z uporabniki prostora. Ohranjanje avtohtone vegetacije poplavnih gozdov je specifična, ki v Sloveniji odstopa od gospodarjenja z gozdovi gospodarsko

pomembnih drevesnih vrst (smreka, bukev, jelka ipd) z uspešnim naravnim pomlajevanjem in zahteva večplastno povezovanje.

Z namenom ozaveščanja javnosti o pomenu teh gozdov, ki so življenjski prostor redkih rastlin in habitat številnih gliv, ptic in drugih živih bitij ter dragocen element krajine s pomembno varovalno vlogo pred erozijo in divjanjem hudournikov, smo v okviru projekta organizirali prvo omizje o obrežnih in poplavnih gozdovih z mednarodno udeležbo (Tolmin, 17.09.2008, 29 udeležencev). Na omizje smo povabili različne inštitucije, da lahko predstavijo njihovo delo na tem področju in s tem aktivno prispevajo k ozaveščanju širše javnosti o pomenu poplavnih gozdov in gospodarjenja z njimi. S tem prispevajo tudi k izmenjavi mnenj in predlogov za njihovo ohranitev. Predstavitve so imeli Edo Kozorog, vodja odseka za GGN ZGS OE Tolmin (Načrtovanje in gospodarjenje s poplavnimi in obrežnimi gozdovi v porečju reke Soče), dr. Igor Dakskobler, fitocenolog, ZRC SAZU (Fitocenološka in floristična oznaka logov v Posočju), dr. Raffaella Zorza, biologinja, Univerza Videm (Vegetazione del fiume Natisone), Mihej Urbančič, pedolog, Gozdarski inštitut Slovenije (Talne lastnosti rastišč črnega topola) in dr. Gregor Božič, populacijski genetik in odgovorni nosilec projekta, GIS, ki je posvet in razpravo tudi vodil. Predaval jeo pomenu poplavnih logov in prodišč za naravno obnovo in dinamično varovanje genskih virov črnega topola in-situ.

Sklepne misli z iztočnicami za nadaljnje delo so sledeče:

- Na obrežne gozdove se nanašajo številni občinski in državni akti, ki so večinoma že upoštevani v prostorskih planih, ključna zemljišča so tudi v državni lasti, zato večina še prisotnih problemov lahko izhaja tudi iz (ne)izvajanja predpisov.
- Poplavni logi imajo velik ekološki in socialni pomen, saj opravljajo številne funkcije.
- Velikokrat le še fragmentarno ohranjeni logi so življenjski prostor redkih rastlin in habitat številnih gliv, ptic in drugih živih bitij ter dragocen element (pod)gorske krajine s pomembno varovalno vlogo pred erozijo in divjanjem hudournikov. Moramo jih varovati in ohraniti pred številnimi negativnimi (in nepotrebnimi) človekovimi vplivi.
- Na rastiščih črnega topola prevladujejo obrečna tla (fluvisoli). Del teh tal ogroža vodna erozija, naplavljanje, oglejevanja in poplavljanje, del pa neposredni človekovi vpliv kot so: onesnaženost vodotokov, hidromelioracije, odlaganje smeti, gradnja hidroelektrarn, prometne in turistične infrastrukture, kemizacija v poljedelstvu in industriji, širjenje urbanizacije idr. Obrečnim tlem najboljšo zaščito praviloma nudi vegetacijska odeja z naravno ohranjeno rastlinsko sestavo in sestojno zgradbo.
- V sestojih poplavnih logov ni naravnega pomlajevanja črnega topola. Zaradi striktnega svetloboljubnega značaja in reproduktivne biologije vrste je za naravno obnovo potrebna dinamika vodotoka v času in prostoru, ki nenehno zagotavlja pogoje ustrezne ogolele površine in prodišča, za odlaganje mivke in peska in s tem zagotavlja ustrezne površine za njegovo naravno pomlajevanje in-situ.
- V Sloveniji je črni topol ranljiva drevesna vrsta poplavnih logov in zaradi ogroženosti njenega življenjskega prostora ter površin primernih za naravno obnovo tudi potrebna posebnega varovanja.
- Dinamično ohranjanje obrežnih gozdov in prodišč z varovanjem in revitalizacijo poplavnih logov, v katerih pomemben delež predstavljajo črni topoli, zagotavljajo ohranitev naravne genetske dediščine in prilagoditveno sposobnost drevesnih vrst, redkih rastlin in drugih živih bitij za preživetje v spreminjajočih se razmerah njihovega

življenjskega okolja.

- Razvojno delo in raziskave so usmerjene v spoznanja, na katerih bomo lahko temeljili vsa prizadevanja v zvezi z ohranjanjem življenjskih pogojev za naravno obnavljanje in revitalizacijo poplavnih gozdnih ekosistemov.
- Zaradi mednarodnih razsežnosti je nujno mednarodno sodelovanje tudi v znanstveno raziskovalnem delu.

Gozdarska naravovarstvena prizadevanja za ohranitev naravne genetske dediščine je potrebno usmeriti predvsem v osnivanje in dopolnjevanje mreže »gozdnih genskih rezervatov« in drugih površin s pomembno biotsko pestrostjo, posameznih izjemnih dreves, kakor tudi v ohranjanje posebno ogroženih drevesnih populacij in vrst z osnovanjem t.i. ohranitvenih živih arhivov ex-situ in na druge načine.

Pomembno je predpisati tudi gojitvene ukrepe s sadnjo in pospeševanjem avtohtonega črnega topola na njegovih naravnih rastiščih, ki so bila v preteklosti spremenjena v intenzivne nasade topolovih križancev. V teh gozdnih območjih ne bi smeli več saditi hibridnih topolov ali drugih eksot.

Potrebno je sooblikovanje in usmerjanje trajnostnega upravljanja s vodami in poplavnimi gozdnimi (obvodnimi) ekosistemi.

Neposredne uporabne raziskave in razvojno delo je potrebno usmerjati v opredelitev in analize življenjskih procesov za potrebe ohranjanja in varovanja poplavnih gozdnih ekosistemov z dobro ohranjeno naravnostjo in avtohtonostjo. V primeru denaturiranih območij pa za zagotavljanje njihove revitalizacije.

Cilj naravovarstvenih prizadevanj vidimo v izboru poplavnih gozdnih ekosistemov z dobro ohranjeno naravnostjo z možnostjo nastajanja novih ogolelih površin in prodišč za naravno obnavljanje vrste in avtohtonostjo, ki bodo namenjeni ohranjanju strateškega genetskega prilagoditvenega potenciala populacij črnega topola in sposobnosti preživetja vrste v spreminjajočih se razmerah njihovega življenjskega okolja, kakor tudi izboru poplavnih gozdnih ekosistemov, ki so v procesih spreminjanja zaradi antropogenih vplivov z možnostjo njihove postopne revitalizacije.

Mednarodno sodelovanje:

Za dopolnitev mednarodne (EUFORGEN) genske banke črnega topola ex-situ v Evropi smo na Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Unita di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta CRA-PLF, Casale Monferato, Italija, posredovali 5 genotipov črnih topolov (100 enoletnih odganjkov vejic), ki smo jih nabrali s 5 dreves ob rekah v različnih klimatskih območjih Slovenije in sicer: ob rekah Dragonji, Reki, Soči in Muri.

Na osnovi analize stanja in rezultatov naših proučevanj smo v EUFORGEN mrežo strateških genskih ohranitvenih enot (Gene Conservation Units) avtohtonega črnega topola v Evropi predlagali tudi uvrstitev populacije črnega topola ob Muri (Bakovci – Melinci), ki se nahaja v območju Nature 2000.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvo, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjevanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Na podlagi analize smo ugotovili ekološke razmere, kjer uspevajo topoli. Poleg tega pa smo ugotovili, da se topol na teh rastiščih ne pomlaja, kar pomeni, da bodo topoli postopoma izginili iz naše krajine in je potrebno zato nemudoma ukrepati.

Podatki so zelo pomembni za iskanje potencialnih rastišč topola, saj ga moramo saditi na zanj ugodnih rastiščih, če želimo, da bo uspeval.

Z uporabo sodobnih metod molekularne analize DNA z izbranimi mikrosateliti smo v znanstveno raziskovalno delo GIS uvedli sodobno metodo, ki omogoča odkrivanje prenosa genov iz umetno vnesenih ameriških in hibridnih topolov (nastalih s spolnim razmnoževanjem) v avtohtono vegetacijo črnega topola na proučevanih rastiščih. Analogen sistem bi namreč lahko omogočal tudi odkrivanje morebitnega prenosa genov iz GS = genetsko spremenjenih topolov na naravno vegetacijo.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Razvojno delo in raziskave so usmerjene v spoznanja, na katerih bomo lahko temeljili vsa prizadevanja v zvezi z ohranjanjem življenjskih pogojev za naravno obnavljanje in revitalizacijo poplavnih gozdnih ekosistemov.

Testirali smo metodo, ki omogoča, da na podlagi popisov okoliških gozdov in talnih značilnosti določimo potencialna rastišča izbrane vrste. Tako smo na primerjavi s popisi, detaljnimi analizami vodne bilance in talnih značilnosti na transektu na rečnem bregu določili rastiščne razmere topola in zakonitosti njegovega pojavljanja. Ta način bi lahko uporabili tudi za druge, ogrožene drevesne vrste. Poznavanje biologije in ekologije nam bo dolgoročno omogočilo, da bomo ohranili črni topol v naših gozdovih in tako ohranili njegovo gensko diverzitetu.

V Sloveniji imajo populacije črnega topola še vedno ohranjen velik genetski evlucijski prilagoditveneni potencial in so zato pomembene za zaščito in dinamično ohranjanje strateških genskih rezerv vrste v Evropi.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Rezultati so zanimivi tudi za strokovno javnost na področju gozdarstva, naravovarstva in rastlinske ekologije. Prav tako so podatki o ogroženi rastlinski vrsti pomembni za države organe (Ministrstvo za okolje, Zavod za varstvo narave, Zavod za gozdove) in mednarodno strokovno javnost za zaščito gozdnih genskih virov v Evropi. Podatki so pomembni tudi za poznavanje narave dediščine in za zainteresirano širšo javnost.

Inštitucije, ki so zainteresirane za rezultate raziskav so: Zavod za gozdove Slovenije, Zavod za varstvo narave, Inštitut za vode RS, Društvo vodarjev Slovenije, Naravoslovni center Tolmin, Fakulteta za znanosti o okolju, Univerza v Novi Gorici, Gozdarska fakulteta v Zagrebu, Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, Unita di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta CRA-PLF, Casale Monferato, Italija, Federal Research Centre for Forestry, Dunaj, Avstrija, INBO - Nacionalni inštitut za naravo in gozd, Belgija, EUFORGEN - Scattered broadleaves Network in International Poplar Commission.

3.7. Število diplomantov, magistrrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

1 diplomant / Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

Bilateralni projekti.

- Southwest Turkey Forest Research Institute, Antalya
- Analiza sukcesije in strukturnih sprememb med obnovo vegetacije na rastišču gozdov Pinus brutia Agronomski fakultet, Beograd
- Biodiverziteteta plevelne flore in vegetacije in spremembe agroekosistema Šumarski fakultet, Zagreb
- Primerjava brezovih gozdov in njihove sindinamike v Sloveniji in na Hrvaškem (bilateralni projekt med Slovenijo in Hrvaško)
- Primerjava nekaterih gozdnih in negozdnih ekosistemov v Sloveniji in na Hrvaškem Prirodoslovno-matematički fakultet, Skopje
- Vegetacija suhih travnišč v južnem delu Balkanskega polotoka Enoletne rastlinske vrste na pašnikih na prehodu med evrosibirsko-severnoameriško in mediteranski
- FRANGUSAVA-Variabilnost in ohranjanje genskih virov ostrolistnega jesena v porečju reke Save;SLO/SČG
- FRANGUSAVA-Variabilnost in ohranjanje genskih virov ostrolistnega jesena v porečju reke Save;SLO/Hrv
- Genske raziskave avtohtonih populacij Hrvaške Sibireje; SLO/BiH
- Populacijsko-genetske raziskave smreke na območju Dinaridov;SLO/BiH

EU- projekti:

- Inventarizacija izbranih rastlinskih vrst na območju Trbojskega jezera, (Interreg IIIA "Doživetja narave ob jezeru."
- Center odličnosti FABRICA
- Increased biomass production with fast-growing tree species in short-rotation forestry: impact of species and clone selection and socio-economic impacts (ASO, Research Cooperation and Networking between Austria and South Eastern Europe), 2008-2009
- EUFGIS (Establishment of a European Information System on Forest Genetic Resources); Pogodbena vrednost iz EU: sprejet junija 2006 – dec. 2008;
- CASIROZ - 5. OP EU: Pogodbena vrednost iz EU; Trajanje 2002 – 2005 (podaljšan v 2006)
INTERREG III B program za območje Alp; Trajanje: 2004 – 2006
- FOREST FOCUS ; EU IM-GE v okviru programa Forest Focus; Trajanje: 2004-2006 (prva faza)
- ALPENENERGYWOOD; INTERREG IIIB; Trajanje: 2003 – 2006
- BIOSOIL (sofinanciranje ARSO, MKGP v letu 2005, EU - sofinanciranje v letu 2006) Trajanje: 2005-2007;
- SYNTHESYS (The European Union-funded Integrated Infrastructure Initiative grant) ES-TAF-1729: Identification and diversity assessment of native Tuber species from Slovenia compared to material from herbaria and setting up a protocol for identification of species from various sources. 2006 Real Jardin Botanico, Madrid.

Druga sodelovanja:

- EUFORGEN: European programme for conservation of forest genetic resources
- IUFRO Unit 2.02.11; 2006-2010
- COST 631 - UMPIRE; 2001 - 2006
- COST E38 - Woody root processes ; 2004 – 2008
- COST E28 - GenoSilva; Trajanje: 2001 - 2006
- COST E43 - Trajanje: 2004-2008
- COST E52 - Evaluation of beech genetic resources for sustainable forestry; 2006 -2010
- COST FP0601 – FORMAN - Forest Management and the water cycle; 2007-2011

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

V sodelovanju v mednarodnih projektih se ukvarjamo z raziskavami dinamičnega ohranjanja prilagoditvenega potenciala drevesnih vrst v spreminjajočih se razmerah njihovega življenjskega okolja, preučevanju soodvisnosti gozda, talnih organizmov in kroženja vode v ekosistemu, sprememb ekologije gozdov, spoznanja in metode pa lahko vključimo v naše delo na projektih. Poznavanje širšega območja pripomore k razumevanju razmer v Sloveniji in umestitev raziskovalne problematike v širše okvirje, prav tako pa lahko izmenjujemo izkušnje s kolegi na drugih inštitucijah in tako poenotimo metodologijo raziskav.

Na primeru raziskav gozdov, kjer se pojavlja črni topol in smo si pomagali z izkušnjami pridobljenimi v sodelovanju z Gozdarsko fakulteto iz Zagreba. V okviru tega sodelovanja smo obdelovali podobne, poplavne habitate ob Dravi in Donavi in si tako pridobili poznavanje tovrstnih habitatov. Za širše ovrednotenje populacijsko genetskih rezultatov raziskav črnega topola vzdolž rek, smo s sodelovanjem z Gozdarsko fakulteto v Zagrebu

pridobili tudi testni material hrvaških populacij črnega topola ob reki Savi, Dravi in Muri. V sodelovanju z Nacionalnim inštitutom za naravo in gozd v Belgiji (INBO) smo se študijsko izpopolnjevali in izvedli molekularne analize vzorčenih populacij z izbranimi mikrosateliti (SSR genski označevalci), ki imajo preverjen diagnostični pomen za odkrivanje drugih vrst in križancev med evropskim in ameriškim črnim topolom v genofondu avtohtonega črnega topola. Študijsko izpopolnjevanje v genetskem laboratoriju nam je omogoča neposredno primerjavo rezultatov študij s stanjem v širšem evropskem arealu njegove naravne razširjenosti, kakor tudi pridobitev novih znanj in prenos novih metod dela v znanstveno raziskovalno prakso Gozdarskega inštituta Slovenije.

O izvajanju raziskovalnega dela, ki poteka v okviru projekta CRP, smo seznanili raziskovalce v tujini (Avstrija, Hrvaška, Belgija) in EUFORGEN za ohranjanje gozdnih genskih virov v Evropi (Scattered broadleaves Network). Odgovorni nosilec projekta dr. G. Božič je z vabljenim predavanjem za raziskovalce na Nacionalnem inštitutu za naravo in gozd v Belgiji (INBO Bruselj in INBO Gerrardsbergen, 4. in 5. dec. 2007) predstavil problematiko ohranjanja črnega topola v Sloveniji in raziskovalno delo na projektu.

Dr. U. Vilhar je postala nacionalna koordinatorica za Slovenijo v COST Akciji FP0601 – Forest Management and the water cycle (FORMAN). S predstavitvijo na srečanju delovnih skupin projekta smo napovedali prispevek Slovenije v WG2 za natis v skupni publikaciji in sicer prispevek z naslovom: "Future perspectives for lowland flood forests of autochthonous European black poplar (*Populus nigra* L.) ecosystem on climate gradient in Slovenia". Prispevek bomo pripravili v soavtorstvu: G. Božič, T. Grebenc in U. Vilhar.

Sodelovali smo pri prijavi 4 mednarodnih evropskih projektov povezanih s topoli. Prijavili smo se na razpis Flamske vlade za vzpostavitev znanstvenega sodelovanja s Slovenijo in na razpis SEE-ERA-NET projektov. Prijava v konzorciju sosednjih držav / INTAS Ref.Nr.06-1000031-10361 z naslovom »Towards cross-border genetic conservation along European rivers – A Feasibility study regarding native poplars along Mura and Drava rivers« in prijava v konzorciju 9 držav / INTAS Ref.Nr.06-1000031-10861 z naslovom »A geographical information system database for identification of native poplars along SE European rivers«. Sprejet je projekt v okviru Research Cooperation and Networking between Austria and South Eastern Europe (ASO) z naslovom »Increased biomass production with fast-growing tree species in short-rotation forestry: impact of species and clone selection and socio-economic impacts» v katerem sodelujejo raziskovalne skupine iz 7 držav.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Brus. R., Javornik B., Debeljak M., Žigo Jonozovič A., Jarni K., Galien U., Kolar U. 2006. Ocena tveganja za okolje in upravljanje s tveganjem pri potencialnem sproščanju gensko spremenjenih dreves v Sloveniji. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 176 str.

Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša, BOŽIČ, Gregor. Soil conditions on sites of autochthonous European black poplar in Slovenia. V: BLUM, Winfried E. H. (ur.), GERZABEK, Martin H. (ur.), VODRAZKA, Manfred (ur.). Eurosoil 2008 : University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria, August 2008-08-04 : book of abstracts. Vienna: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 2008, str. 362.

GLOBEVNIK, Lidija, BOŽIČ, Gregor, VILHAR, Urša. Linkage between river hydromorphological characteristics and ecological status of *Populus nigra* - development of a modeling framework for riverain ecosystem. Geophys. res. abstr., 2008, vol. 10, [2 str.].

Znanstveni prispevek (v pripravi za tisk):

Galien U., Jarni K., Božič G., Brus R. Morphological study of two European black poplar (*Populus nigra* L.) populations in Slovenia: 18 str. (v pripravi za tisk)

Božič G., Urbančič M., Dakskobler I. Značilnosti nahajališč črnega topola (*Populus nigra* L.) izrednih dimenzij v Sloveniji. 7 str. (v pripravi za tisk).

Prispevek na radiu

Božič G., 2008. Je črni topol ogrožen? Zvočni zapis. Alpski val, 17.09.2008.

Predavanja

Čarni A., Košir P., Marinček L., Marinšek A., Šilc U., Zelnik I. 2007. Gozdna vegetacija Pomurja na vegetacijski karti. Pomurska akademska avtocesta, 5. Znanstvena konferenca PAZU, Murska Sobota, 30. 11- 1. 12. 2007.

Čarni A., Košir P., Marinček L., Marinšek A., Šilc U., Zelnik I. 2007. Forest vegetation along the Mura-river in SE Slovenia. Symposium on Vegetation in SE Europe, Eastern Alpine and Dynaric Society for Vegetation Ecology, Priština 4-6. 7 2007.

Božič G. 2008. Črni topol (*Populus nigra* L.) - pomen območja projekta BIOMURA za

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

ohranjanje genskih zalog v Evropi. Regionalna delavnica v okviru projekta "Varstvo biodiverzitete reke Mure v Sloveniji", Ljutomer, 15.5.2008.

BOŽIČ, Gregor. 2007. Population genetic studies and sites investigations of autochthonous *Populus nigra* L. population in Slovenia : [presentation for researchers of INBO - Research Institute for Nature and Forest in Brussels on 4th December 2007]. Brussels; Instituut voor natuur-en bosonderzoek, 2007.

BOŽIČ, Gregor. 2007. Population genetic studies and sites investigations of autochthonous *Populus nigra* L. population in Slovenia : [presentation for researchers of INBO - Research Institute for Nature and Forest in Garaardsberger on 5th December 2007]. Brussels; Geraardsbergen: Instituut voor natuur-en bosonderzoek, 2007.

Z vabljenim predavanjem smo na Nacionalnem inštitutu za naravo in gozd v Belgiji - INBO / Bruselj, 4. 12. 2007 in INBO / Geraardsbergen, 5. 12. 2007, predstavili problematiko ohranjanja črnega topola v Sloveniji, interdisciplinarno raziskovalno delo na projektu CRP-V4-0355 in mednarodno sodelovanje za ohranitev genetskega prilagoditvenega potenciala proučevane vrste v Evropi.

BOŽIČ, Gregor. 2008. Pomen poplavnih logov in prodišč za naravno obnovo in dinamično varovanje genskih virov črnega topola in-situ : omizje o obrežnih in poplavnih gozdovih, 17. septembra 2008 v Knjižnici Cirila Kosmača. 2008.

URBANČIČ, Mihej. 2008. Talne lastnosti rastišč črnega topola : omizje o obrežnih in poplavnih gozdovih, 17. septembra 2008 v Knjižnici Cirila Kosmača. 2008.

Diplomsko delo

Vaupotič U., Brus R. 2006. Ogroženost genofonda črnega topola (*Populus nigra* L.) v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 90 str.

Pripravniško delo

Galien U., Brus R. 2007. Morfološka analiza dveh populacij črnega topola (*Populus nigra* L.) v Sloveniji. Pripravniško delo. Ljubljana. Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 7 str.

Tiskovna konferenca ob Svetovnem dnevu voda

Nosilec projekta dr. G. Božič se je na povabilo odgovorne nosilke projekta BIOMURA, ki poteka okviru LIFE Natura, dr. L. Globevnikove, udeležil tiskovne konference (TV AS, dnevnik Večer in lokalni mediji) ob Svetovnem dnevu voda, v Murski Soboti, 22. marec 2008. V povezavi s dinamiko reke Mure je predstavil projekt CRP-V4-355 in osvetlil problematiko ogroženosti populacij črnega topola v srednjeevropskem arealu njegove naravne razširjenosti, v Sloveniji ter konkretno ob reki Muri. Predstavili smo ukrepe za njegovo ohranitev v povezavi z dinamiko reke Mure z ustvarjanjem naravnih (danes sicer že močno ogroženih) razmer za njegovo naravno obnovo. Sicer opažamo, da naravna regeneracija izostaja že 40 let.

Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom

Dr. G. Božič in M. Urbančič sta sodelovala na skupnem sestanku vodstva Zavoda za gozdove (strokovni direktor ZGS in vodja sektorja za gojenje gozdov) z nosilci projekta Biomura. Opravljen je bil terenski ogled raziskovalnih objektov ob Muri in predstavljena problematika ogroženosti črnega topola, ki za razliko od drugih drevesnih vrst potrebuje specifične razmere dinamike reke in nastajanja prodišč z odlaganjem mivke in postopno, z rastjo korenin, sorazmerno povezano zniževanje podtalne vode, omogoča naravno obnovo vrste. Vodstvenim predstavnikom ZGS in projekta BIOMURA smo pokazali edino mesto (manjše površine) ob Muri, kjer se še ustvarjajo potrebni pogoji za naravno obnovo vrste in kjer še lahko poteka naravna obnova.

V tem smislu smo se neformalno vključili tudi v projekt "BIOMURA – Varstvo biodiverzitete reke Mure v Sloveniji", ki ga vodi Inštitut za vode RS v okviru projekta LIFE (BIOMURA LIFE06NAT/SI/000066). Pri aktivnostih za varstvo Mure smo izpostavili dejstvo, da tu rastejo avtohtone vrste dreves, ki so gensko pomembne ne le za Slovenijo, temveč tudi za Evropo. Menimo namreč, da lahko aktivnosti vseh podpornikov projekta BIOMURA pomagajo tudi pri ohranitvi črnega topola in drugih avtohtonih drevesnih vrst poplavnega gozda ob Muri.

Organizacija in vodenje mednarodnega omizja

Božič, G. 2008, Organizacija in vodenje mednarodnega Omizja »Obrežni in poplavni gozdovih«, 17. september, 2008, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove OE Tolmin, NAC - Naravoslovni center Tolmin, Tolmin, Slovenija. Opis: mednarodni posvet je bil organiziran z namenom predstavitve rezultatov projektne naloge »Raziskave populacijsko genetskih in rastiščnih značilnosti avtohtonega črnega topola (*Populus nigra* L.) na obrežnih in poplavnih območjih ter usmeritve za njegovo ohranitev« domači in mednarodni strokovni javnosti ter financerjem naloge (MKGP, ARRS) in izvedba javnega omizja za predstavitev dela različnih inštitucij na tem področju za ozaveščanje širše javnosti o pomenu poplavnih gozdov in gospodarjenja z njimi, ter izmenjavi mnenj in predlogov za njihovo ohranitev.

Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja

Na nacionalnem raziskovalnem inštitutu za naravo in gozd (INBO) v Belgiji se je dr. G. Božič (december 2007) izpopolnjeval v tehniki analize DNA z mikrosateliti. Analizirali smo testne populacije črnega topola v Sloveniji in na Hrvaškem. Študijsko izpopolnjevanje je omogočilo pridobitev novih znanj in prenos novih metod dela v znanstveno raziskovalno prakso Gozdarskega inštituta Slovenije.