

ZAKLJUČNO POROČILO

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

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

POVEZOVANJE UKREPOV ZA DOSEGANJE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

2. Šifra projekta:

CRP V4-0492

3. Naslov projekta:

Pomen gozdov za biotsko raznovrstnost na ekosistemski, vrstni in genski ravni v luči blaženja podnebnih sprememb in prilagoditve gospodarjenja z gozdovi glede na

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Pomen gozdov za biotsko raznovrstnost na ekosistemski, vrstni in genski ravni v luči blaženja podnebnih sprememb in prilagoditve gospodarjenja z gozdovi glede na pričakovane spremembe

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

The importance of forests for biodiversity at ecosystem, species and gene level in scope of forest contribution to buffering of climate changes and its future management

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

Gozd, biotska raznovrstnost, indikatorji biotske raznovrstnosti, ekosistemska raven, vrstna raven, genska raven, habitat, vegetacija, glive, mikoriza, bakterije, arheje, prostoživeče živali, pedofavna, gozdni genski viri, tla, klimatske spremembe, načrtovanje gospodarjenja z gozdom, bukev

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

Forest, biodiversity, biodiversity indices, ecosystem level, species level, gene level, habitat, vegetation, fungi, mycorrhiza, bacteria, archaea, free-living animals, pedofauna, forest genetic resources, forest soil, climate changes, forest management planning, beech

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Gozdarski inštitut Slovenije

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Biotehniška fakulteta (več oddelkov)

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

21242

Tine Grebenc

Datum: 15.09.2011

Podpis vodje projekta:

Dr. Tine Grebenc

Podpis in žig izvajalca:

Dr. Mirko Medved, direktor

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:

Cilje projekta smo v prijavi oblikovali glede na predlagane delovne skupine, torej 7 delovnih skupin, vsaka s po enim do tremi cilji. Tekom projekta smo v manjši meri spremenili oziroma glede na potek projekta prilagodili. Tako smo delno spremenili cilje:

C2.1.3 - Historična študija možnega vpliva spremembe klime v zadnjem stoletju, vezana na podatke o danes predvidoma izginuli populaciji gorskega jelena v Sloveniji, kjer bomo ugotavljali vplive naseljevanja in gojenja agresivnejših (in na današnje razmere bolj prilagojenih podvrst jelena in posledično zmanjševanje preživetvene sposobnosti populacije gorskega jelena. Pri omenjenem cilju smo se omejili samo na zbiranje podatkov o pojavljanju potencialnih gorskih jelenov in materialih za molekularne analize, nismo pa ugotavljali morebitnih medvrstnih vplivov na preživetja populacij.

C2.3.1 - Določitev pomena in diverzitete saproksilne raznolikosti (vrstna raznolikost in pogostnost organizmov, ki so odvisni od odmrle ali odmirajoče lesne mase ali od drugih saproksilov), v gozdovih bukve in jelke. Zaradi preobsežno zastavljenega cilja, smo se pri izboru saproksilnih vrst omejili samo na vrste, ki zajedajo izbrane vrste gliv (in ne lesa), ter s tem bistveno zožali nabor vrst za identifikacijo, ter hkrati olašali statistično obdelavo podatkov. Hkrati smo odvzem vrst razširili z gozdov bukve in jelke na vse sestoje, ki so potencialni nosilci izbranih glivnih vrst.

C5.1 Indikatorji biotske raznovrstnosti. Cilje, predlagane v okviru delovne skupine 5 smo spremenili v smislu analize manjšega števila indikatorjev, saj se v zadnjem letu trajanja projekta delovno mesto in projektno skupino zapustil odgovorni sodelavec omanjene delovne skupine.

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

ZAKLJUČNO POROČILO CRP projekta

»Pomen gozdov za biotsko raznovrstnost na ekosistemski, vrstni in genski ravni v luči blaženja podnebnih sprememb in prilagoditve gospodarjenja z gozdovi glede na pričakovane spremembe«

Uvod

Slovenija je ena najbolj gozdnatih držav v Evropi z visoko stopnjo pestrosti flore in favne, kot posledico delovanja klimatskih vplivov, geološke pestrosti in ne nazadnje delovanja človeka. Resolucija o nacionalnem gozdnem programu nas usmerja k ekosistemskemu pristopu in trajnostni razvoj gozdov s poudarkom na analizah in ohranjanju biotski raznovrstnosti gozda. Ta mora zaobjemati celotno biokomponento ekosistema, na vseh ravneh, saj je le tako zagotovljeno izvajanje ekoloških, gospodarskih in socialnih funkcij gozda vključno z ozaveščanjem ljudi o pomenu in funkcijah gozda. Na področju ocenjevanja biotske raznovrstnosti smo v preteklosti opravili že več nalog, predvsem za rastlinstvo in živalstvo, v manjši meri pa tudi za druge skupine (glive, mikroorganizmi). Bistveni namen končanega projekta je bil zbrati obstoječe podatke in metodologijo, dopolniti podatke o biotski pestrosti sestojev z pomembnimi drevesnimi vrstami v Sloveniji na več organizacijskih nivojih. Podatke zbrane na ekosistemskem, vrstnem in genskem nivoju smo interpretirali v smislu ekoloških lastnosti sestojev, njihovo umestitev v ekosisteme in habitatne tipe ter jih uporabiti pri prikazu stanja in predvidenih sprememb sestojev v luči predvidenih sprememb in človekovega delovanja, predvsem klimatskih sprememb. Poseben poudarek pri delu je bil na gozdnih tleh.

Pristopi

V projektu smo na več organizacijskih ravneh analizirali izbrane vrste gozdnega živalstva (izbrane vrste gozdne divjadi, pedofavna, žuželke), rastline ter njihovo pestrost, izbrane funkcionalne skupine gliv in talnih mikroorganizmov. Z eksperimentalnim pristopom smo preverjali tudi od klime odvisno dinamiko nekaterih bistvenih procesov, ki potekajo v gozdnih tleh (dinamika razgradnje opada, dihanje trosnjakov gliv). Pri vseh skupinah smo se ukvarjali z pestrostjo genskih virov in njihovo prilagodljivostjo na potencialne spremembe v okolju in na osnovi izbranih klimatskih gradientov sklepali na morebitne prilagoditve vezane na spreminjanje klime. Vprašanja raznovrstnosti smo za živalsko komponento (divjad, nekatere fungikolne žuželke) in glive ugotavljali na vseh predvidenih ravneh, torej ekosistemski / habitatni, vrstni, genski ravni. Ostale skupine smo analizirali glede na potrebe nadaljnjih metod analiz. Moderne tehnološke pristope, predvsem genetske analize in tako pridobljene podatke, smo prilagodili za rutinsko in poenostavljeno uporabo ter predlagali dopolnitve trenutno uporabljenih pristopov pri ugotavljanju in podajanju biotske raznovrstnosti. Vse metode smo zbrali v obliki standardnih operativnih postopkov (SOP) v laboratorijih GIS. Za delo smo primarno

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.

izbrali podnebni in ekološki gradient od submediterana proti alpskem in proti področju s kontinentalno klimo, del analiz pa je potekalo tudi na specifičnih rastiščih izbranih vrst (divji petelin) ali skupin organizmov (podzemne glive). Osredotočili smo se na gozdove z bukvi ter pretežno na že obstoječe raziskovalne objekte/ploskve/semenske objekte GIS.

Splošni nameni naloge

Z nalogo smo želeli pridobiti široka izhodišča, modele in protokole dela za sonaraven in trajnostni razvoj gozdne krajine v skladu z Resolucijo ter zagotoviti podporo neposredno in posredno vpletenim inštitucijam pri oblikovanju in izvajanju načrtovanja delovanja in politik le teh. V večji meri smo izhajali obstoječih in uporabljanjih postopkov in indikatorjev biotske raznovrstnosti za ocene pestrosti in ustrezno nadgradili predvsem z uporabo modernih tehnoloških rešitev in vključevanjem do sedaj spregledanih, a z ekosistemskega stališča pomembnih skupin organizmov. Projekt je bil organiziran v sedem delovnih skupin, ki so s svojimi hipotezami, metodami in objekti analiz delovale samostojno in medsebojno komplementarno. Vsaka delovna skupina si je v začetku zastavila enega do nekaj raziskovalnih, razvojnih ali organizacijskih ciljev, ki smo jih v času trajanja v celoti ali vsaj v večji meri uspeli doseči. Izvedbo zastavljenih ciljev ocenjujemo kot uspešno, kar se kaže tudi pri količini in kvaliteti dobljenih končnih rezultatov (vključno s publiciranjem).

Cilji, doseženi rezultati in sklepi dela po delovnih skupinah

Delovna skupina 1 se je ukvarjala s pestrostjo habitatnih tipov in vegetacije. Delo je izhajalo iz Resolucije o nacionalnem gozdnem programu (Ur. l. RS 111/2007) in je bilo usmerjeno v zagotavljanje trajnostnega razvoja gozdov v smislu njihove biotske raznovrstnosti ter vseh njihovih funkcij. Pri tem je poseben poudarek na ohranjanju biotske raznovrstnosti gozdov na ekosistemski (habitat, rastišče) ravni, saj je stanje gozdnega habitatnega tipa (Habitatna direktiva 1992), eden od ključnih kazalcev ustreznosti gospodarjenja z gozdovi. Ena od najpomembnejših zahtev Nature 2000 je vzdrževanje habitatov v ugodnem ohranitvenem stanju. Prizadevanje za ohranjanje habitatnih tipov v ugodnem stanju so lahko uspešna le, če dobro poznamo njihovo razširjenost in značilnosti. Do sedaj za posamezne gozdne habitatne tipe iz Aneksa I Habitatne direktive (npr. 9110, 9180*, 91D0* 91E0*, 91F0, 91K0, 91L0, 91R0, 9410, 9530*) nismo imeli ustreznega podatka o vrednostih indikatorjev ugodnega stanja ohranjenosti in biotske pestrosti.

Cilj 1.1: Cilj tega sklopa raziskave je vrednotenje raznolikosti rastlinskih vrst, vegetacije in gozdnih habitatnih tipov ter analiza sprememb »avtohtone«
biodiverzitete in evidentiranje potencialnih degradacijskih vplivov na rastlinsko vrstno sestavo ter na habitatne tipe.

V okviru raziskovalne naloge smo se ukvarjali z analizo posameznih segmentov biotske raznolikosti na ekosistemskem in vrstnem nivoju.

V raziskavi smo obravnavali predvsem dva sklopa:

A) ohranitveno stanje, značilnosti in ogroženost EU gozdnih habitatnih tipov v Sloveniji

(Natura 2000),

B) dejavnike ogrožanja avtohtone biotske raznolikosti s poudarkom na problematiki tujerodnih in invazivnih vrst v naših gozdovih.

A1)

Raziskava se je osredotočila na gozdne habitatne tipe (Habitatna direktiva 1992), ki so bili pomembna podlaga za oblikovanje omrežij območij Nature 2000 in so obravnavani v okviru sistema gozdnogospodarskega načrtovanja. V raziskavi smo zajeli vse EU habitatne tipe. Habitatni tipi so bili opredeljeni na osnovi predhodnih fitocenoloških študij gozdnih združb (npr. Košir et al. 1974, 2003, Zorn 1975). Gozdne združbe, ki so bile opisane in detajlno kartirane po gozdnih odsekih (informacijska baza Zavoda za gozdove Slovenije), so bile uvrščene v hierarhični sistem EU habitatnih tipov (Habitatna direktiva 1992, EC-DG Env-Interpretation Manual 2007).

Namen tega dela raziskave je bila analiza stanje EU gozdnih habitatnih tipov (Habitatna direktiva 1992, NATURA 2000) v Sloveniji. Analizo stanja smo opravili s pomočjo gozdno-specifičnih indikatorjev (MCPFE), kot so velikost habitatnega tipa, lesna zaloga, odmrli les, struktura in drevesna sestava. Kot vir informacij za presojo ohranitvenega stanja smo uporabili predvsem obstoječe sisteme spremljanja gozdov (gozdna inventura v okviru gozdnogospodarskega načrtovanja, monitoring na ravneh I in II v okviru programa ICP Forests).

Seznam obravnavanih gozdnih in grmiščnih habitatnih tipov (Aneks 1 Habitatna direktiva 1992) (prioritetni/prednostni habitatni tipi so označeni z *):

- 4070* Ruševje (Mugo-Rhododendretum hirsuti)
- 9110 Srednjeevropski kisloljubni bukovi gozdovi (Luzulo-Fagetum)
- 9180* Javorjevi gozdovi v grapah in na pobočnih gruščih (Tilio-Acerion)
- 91D0* Barjanski gozdovi
- 91E0* Obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)
- 91F0 Poplavni gozdovi doba in drugih listavcev ob večjih rekah (Ulmenion minoris)
- 91K0 Ilirski bukovi gozdovi (Aremonio-Fagion)
- 91L0 Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi (Erythronio-Carpinion)
- 91R0 Jugovzhodni evropski gozdovi rdečega bora (Genisto januensis-Pinetum)
- 9410 Kisloljubni smrekovi gozdovi od montanskega do subalpinskega pasu
- 9530* (Sub-) mediteranski gozdovi črnega bora

EU gozdni habitatni tipi predstavljajo približno tretjino celotne gozdne površine v Sloveniji. Med njimi prevladujejo 91K0 Ilirski bukovi gozdovi (76 % površine obravnavanih habitatnih tipov), 9110 Srednjeevropski kisloljubni bukovi gozdovi (9 %) in 91L0 Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi (7 %). Površinski delež minoritetnih habitatnih tipov, kot so na primer 9180* Javorjevi gozdovi v grapah in na pobočnih gruščih, 91D0* Barjanski gozdovi in 9530* (Sub-)mediteranski gozdovi črnega bora, ne dosega 0,3 % celotne površine habitatnih tipov.

Na podlagi rezultatov meritev gozdne inventure (59.250 odsekov) smo ugotovili, da povprečna lesna zaloga po habitatnih tipih leži med 84 m³/ha (4070* Ruševje (Mugo-Rhododendretum hirsuti)) in 331 m³/ha (9410 Kisloljubni smrekovi gozdovi od montanskega do subalpinskega pasu). Povprečna vrednost lesne zaloge za preučene habitatne tipe znaša 276 m³/ha, povprečna lesna zaloga vseh gozdov v Sloveniji pa je po uporabljenih podatkih 269 m³/ha.

Na osnovi analiz 30.351 stalnih vzorčnih ploskev smo ocenili v povprečju 11,4 m³/ha

odmrle lesne mase na habitatne tipe. Najmanjšo količino odmrle lesne mase smo na osnovi razpoložljivega števila stalnih vzorčnih ploskev ugotovili v habitatnem tipu 9180* Javorjevi gozdovi v grapah in na pobočnih gruščih (1,8 m³/ha), največjo pa v 9530* (Sub-)mediteranski gozdovi črnega bora. V povprečju delež odmrle lesne mase predstavlja 4,1 % od lesne zaloge in se giblje od 0,6 % do 13,2 % po habitatnih tipih.

Na 39 ploskvah sistematične mreže 16×16 km (raven I) in 11 ploskvah za Intenzivno spremljanje gozdov (raven II), vse z enako popisno površino, smo popisali 102 lesnati rastlini in med njimi je bilo 46 drevesnih vrst. Najpogostejši drevesni vrsti sta bili navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.) in navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karst.), ki se pojavljata na 39 ploskvah obeh ravni monitoringa (78 %). Med najbolj pogostimi vrstami je tudi gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), ki smo ga popisali na 37 ploskvah, večinoma v zeliščni in grmovni plasti (v drevesni plasti je bil prisoten na 21 ploskvah). Druge pogostejše evidentirane vrste so bile: graden (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.; 21 ploskev), češnja (*Prunus avium* L. var. *sylvestris*; 20 ploskev), navadna ali bela jelka (*Abies alba* Mill.; 19 ploskev), navadni beli gaber (*Carpinus betulus* L.; 18 ploskev), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.; 17 ploskev), jerebika (*Sorbus aucuparia* L.; 17 ploskev), navadni mokovec (*S. aria* (L.) Cr.; 16 ploskev), evropski pravi kostanj (*Castanea sativa* Mill.; 15 ploskev) in mali jesen (*Fraxinus ornus* L.; 15 ploskev). Na popisnih ploskvah smo popisali od 2 do 36 različnih lesnatih rastlin in povprečno $14,8 \pm 7,0$ vrst na ploskev.

Habitatni tipi, ki imajo večje vrednosti številčnosti lesnatih rastlin in Shannonovega indeksa pestrosti, kot je povprečje za vse ploskve (N vseh lesnatih rast. = 14,8 in $H = 2,55$, $N = 50$), so 91K0 Ilirski bukovi gozdovi (16,7; 2,75; $n = 23$), 9180* Javorjevi gozdovi v grapah in na pobočnih gruščih (15,0; 2,59; $n = 2$) in 91L0 Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi (17,0; 2,83; $n = 1$). Nadpovprečne vrednosti parametrov smo ugotovili tudi v skupini drugih ploskev ($n = 8$), ki jih nismo mogli uvrstiti v kakšnega od razpoložljivih habitatnih tipov. Za mnoge izmed teh ploskev je značilno, da imajo izrazito prehodni značaj med dvema različnima tipoma (združbama), kar pomembno prispeva k njihovi vrstni raznolikosti. V povprečju pa so bile vrstno najbolj revne ploskve habitatnega tipa 9410 Kislojubi smrekovi gozdovi od montanskega do subalpinskega pasu.

Kot ugotavlja že Golob (2006), je v sistemu gozdnogospodarskega načrtovanja v Sloveniji vključena večina ustreznih indikatorjev za spremljanje stanja ohranjenosti gozdnih habitatnih tipov, in sicer ne glede na lastništvo gozdov (71 % gozdov v zasebni lasti, 3 % v lasti lokalnih skupnosti in drugih organizacij, 26 % v državni lasti, Lesnik / Matijašić 2006).

Odmrla in živa lesna masa igrata pomembno vlogo pri kopičenju CO₂, ki je rezultat različnih človekovih dejavnosti, in s tem pri blaženju učinkov podnebnih sprememb (FAN et al. 1998, Hamilton et al. 2002, Nabuurs / Schelhaas 2002, Gutrich / Howarth 2007, Piškur / Krajnc 2007), zato je povečanje količine lesa pomemben cilj gospodarjenja z gozdovi. V raziskavi smo potrdili, da je lesna zaloga obravnavanih habitatnih tipov razmeroma velika, kot je tudi lesna zaloga vseh slovenskih gozdov, poleg tega pa količina konstantno narašča (Perko 2004, FAO 2005, Lesnik / Matijašić 2006).

Odmrla lesna masa je glede na polifunkcionalno vlogo v gozdnih ekosistemih (Harmon et al. 1986, Franklin et al. 1987, Bormann / Likens 1994, Peterken 1996, Crites / Dale 1998, Kraigher et al. 2002) med najpomembnejšimi indikatorji MCPFE. Tudi v okviru gozdnogospodarskega načrtovanja je bila odmrta lesna masa sprejeta kot eden izmed ključnih elementov stabilnih gozdov (Papež et al. 1997), hkrati pa pomemben dejavnik biotske pestrosti (npr. Kutnar et al. 2002, Ódor / Van Doort 2002, Piltaver et al. 2002). Čeprav je količina odmrle lesne mase v gospodarskih gozdovih (Kirby et al. 1998, Fridman / Walheim 2000, Marage / Lemperiere 2005) precej manjša kot v

negospodarjenih gozdnih rezervatih (Hahn / Christensen 2004), je ta kljub vsemu pomemben funkcionalni element gozdnih ekosistemov. Količina odmrle lesne mase, ocenjene v obravnavanih gozdnih habitatnih tipih, znaša 11,4 m³/ha in je primerljiva s podatki drugih študij (npr. Kirby et al. 1998, Fridman / Walheim 2000, Marage / Lemperiere 2005). Ocenjeno razmerje med odmrlo lesno maso in lesno zalogo (povprečno 4,1 % na habitatni tip) je večje kot so ga predlagali PAPEŽ in sodelavci (1997). Po njihovi oceni naj bi bila odmrta lesna masa v slovenskih gozdovih med 0,5 in 3 % lesne zaloge. Drevesna sestava je pomemben element gozdnih ekosistemov (MCPFE 2002) in izguba biotske raznolikosti in njegovih komponent, kot je npr. vrstna raznolikost, je globalna skrb, s katero se ukvarjajo mnoge svetovne pobude (npr. CBD, IUCN, SEBI2010). Primerjava z gozdovi drugih držav, ki za spremljanje stanja uporabljajo isto ICP Forests-metodologijo (npr. Dobremez et al. 1997, De Vries et al. 2003b, Fabiánek 2004, Seidling 2005, Soriano et al. 2005), je pokazala visoko stopnjo ohranjenosti in pestrosti dendroflor slovenskih gozdov.

Glede na neposredne vplive človeka in pričakovane učinke podnebnih sprememb so poplavni in drugi nižinski gozdovi (npr. 91E0* Obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja, 91F0 Poplavni gozdovi doba in drugih vrst ob večjih rekah, 91L0 Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi) med bolj ogroženimi habitatnimi tipi v Sloveniji. Poleg teh so že zaradi majhne površine potencialno ogroženi tudi 9180* Javorjevi gozdovi v grapah in na pobočnih gruščih, 91D0* Barjanski gozdovi in 9530* (Sub)mediteranski gozdovi črnega bora. Kljub številnim dejavnikom, ki ogrožajo slovenske gozdove, pa so obravnavani gozdno-specifični kazalniki v veliki meri potrdili ugodno ohranitveno stanje EU gozdnih habitatnih tipov v Sloveniji, zato lahko domnevamo, da so ustrezno obravnavani v okviru obstoječega sistema gozdnogospodarskega načrtovanja. Kljub vsemu pa je še večjo pozornost treba nameniti prioritetnim in manjšinskim gozdnim habitatnim tipom.

A2)

Čeprav za gozdne habitatne tipe (Habitatna direktiva 1992, Natura 2000) veljajo določene splošne značilnosti, pa zaradi lokalnih in regionalnih posebnosti (npr. podnebje, matična podlaga, način gospodarjenja) lahko na njihovem celotnem arealu prihaja do določenih razlik. Namen tega dela raziskave je bil na osnovi pripadajočih gozdnih združb primerjati značilne elemente prevladujočih EU gozdnih habitatnih tipov pri nas in hkrati analizirati vrstni nivo znotraj teh habitatov.

V okviru tega smo v primerjalno analizo zajeli prevladujoče gozdne habitatne tipe (91K0-Ilirski bukovi gozdovi, 9110-Srednjeevropski kisloljubni bukovi gozdovi in 91L0-Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi), ki smo jih opredelili na osnovi pripadajočih združb po Gozdnovegetacijski karti Slovenije (Košir in sod., 1974, 2003, 2007) in njihovih splošnih značilnosti. Razlike oz. podobnosti med tremi EU habitatnimi tipi pri nas smo analizirali na osnovi 38 izbranih parametrov (fitogeografsko območje (6 parametrov), višinski pas (3), geološka matična podlaga (3) in značilne drevesne vrste (26)). Za karakterizacijo in opis gozdnih združb smo uporabili različno fitocenološko literaturo. Z uporabo programskega paketa PC-ORD smo ugotavljali indikatorsko vrednost posameznega parametra.

Po analizi indikatorske vrednosti fitogeografskih območij smo ugotovili, da je za habitatni tip 9110 statistično značilno alpsko območje. Razmeroma visoko indikacijsko vrednost, vendar statistično neznačilno, ima za ta habitatni tip tudi predalpsko in preddinarsko območje. Podobno pa je dinarski element nekoliko bolj značilen (nesignifikanten) za habitatni tip 91K0, medtem ko se habitatni tip 91L0 pogoste pojavlja v subpanonskem in

prededinarskem območju.

Habitatni tip 91L0 se značilno razlikujejo od drugih dveh habitatnih tipov, da se pojavljajo v nižjih nadmorskih višinah. Združbe habitatnega tipa 9110 najdemo pretežno v višinah med 501-1000 metrov n. v.. Združbe, uvrščene v habitatni tip 91K0, pa rastejo v drugem in tretjem višinskem pasu (npr. altimontanska in subalpinska bukovja).

Geološka podlaga ima pomembno indikacijsko vrednost, saj so vse skupine geološke matične podlage statistično značilne. Medtem ko so karbonatne kamnine značilne predvsem za habitatni tip 91K0 in deloma tudi za 91L0, lahko na nekarbonatnih kamninah dobimo predvsem habitatni tip 9110. Habitatni tip 91L0 pa se pogosteje pojavi tudi na mešanih kamninah.

Vrste, ki dobro ločujejo habitatni tip 91L0 od drugih dveh habitatnih tipov, so *Acer campestre*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium* in *Quercus petraea*. Vrstam, ki lahko pripišemo večjo indikacijsko in diferencialno vrednost za habitatni tip 9110 so *Castanea sativa*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris* in *Sorbus aucuparia*.

Vrsta, ki dobro ločuje habitatna tipa bukovij (91K0 in 9110) od Ilirskih hrastovo-belogabrovih gozdov je le bukev. Habitatni tip 91K0 je zelo heterogen, kar se kaže tudi v velikem številu različnih pripadajočih združb. Značilno je, da habitatni tip 91K0 na robu svoje ekološke niše prehaja v druga dva habitatna tipa, zato se lahko v prehodnih združbah pojavljajo skupne vrste obeh mejnih habitatnih tipov.

B1)

Na vrstnem nivoju smo obravnavali predvsem problematike tujerodnih in invazivnih vrst v naših gozdovih ter njihov vpliv na avtohtono vrstno sestavo.

Po pregledu različne literature iz obdobja pred 2. svetovno vojno, še več pa iz povojnega obdobja, smo ugotovili, da je bilo pri nas v gozdove uspešno vneseno večje število tujerodnih vrst, še večje število vrst pa je bilo predvideno za vnos. Že sredi prejšnjega stoletja so pisali o tujih drevesnih vrstah (npr. M. Wraber 1951), ki so jih pospeševali v naših gozdovih. V srednji Evropi so začeli načrtno uvajati eksote v državne gozdove Nemci in Avstrijci že v letih med 1880 in 1890. V tem obdobju so bili osnovani tudi prvi nasadi tujerodnih gozdnih dreves na slovenskih tleh. V nasprotju z nekaterimi, ki so videli predvsem pozitivne učinke uvajanje tujih drevesnih vrst (npr. Potočnik 1939), se je M. Wraber že zavedal nevarnosti pogozdovanja s tujimi drevesnimi vrstami, saj je zelo jasno opozarjal na nevarnosti pri izbiri tujih drevesnih vrst in njihovemu uvajanju na nova rastišča. Močno je poudarjal, da je pogozdovanje s tujimi vrstami kritično in vprašljivo, saj dobro začetno uspevanje še ni vselej dokaz za rastišču ustrezno drevesno vrsto. Kot poseben gozdnogojitveni problem pa smatra nekontrolirano širjenje robinije (*Robinia pseudacacia* L.) v različnih delih Slovenije. Že v tistem obdobju ji pripisuje status invazivne vrste, kar smo potrdili tudi z sodobnejšimi analizami.

Sedanji status tujerodnih in invazivnih vrst smo analizirali po 14 gozdnogospodarskih območjih po Sloveniji. Kot osnovo smo uporabili osnutke gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih območij za ureditveno obdobje 2011-2020. Pri analizi gradiv smo ugotovili, da so različna tuje drevesne vrste, kot npr. robinija, zelena duglazija, japonski macesen, zeleni bor, črni oreh, sitka, različni kloni topolov, še vedno prisotne v naših gozdovih z razmeroma velikim deležem v lesni zalogi. V več gozdnogospodarskih območjih pa je posebej kot problematična izpostavljena robinija (npr. GGO Murska Sobota, Kraško GGO). Robinija je invazivna tuja drevesna vrsta, ki je zelo konkurenčna v primerjavi z domačimi drevesnimi vrstami in v določenih območjih že očitno ovira razvoj gozdov in gospodarjenje z njimi.

Ob uresničitvi napovedi podnebnih sprememb, ki napovedujejo bolj vroče in sušno podnebje, pa lahko na osnovi modelov pričakujemo še večjo ekspanzijo robinije, kar lahko predstavlja resno grožnjo različnim gozdnim ekosistemom v prihodnosti.

Delovna skupina 2 je analizirala biotsko pestrost živalske komponente gozda, pri čemer smo uporabili pristope pestrosti na genetskem in vrstnem nivoju, ter dobljene rezultate interpretirali v smislu ekoloških zahtev vrste in njihovih razširjenosti. Vsebine v okviru DS smo obravnavali populacijsko dinamiko prostoživečih živali v gozdu, talno favno in fungikolne organizme (organizme, ki se hranijo s trosnjaki gliv).

Cilj 2.1.1 Analizirali smo populacijsko in ekološko diverzifikacijo divjega petelina. Divji petelin (*Tetrao urogallus* L.) živi v borealnih tipih gozdov Evrazije. Njegova številčnost po letu 1961 trajno nihajoče upada, zlasti izrazito po letu 1980. Glede na specifično habitatno primernost alpskih in dinarskih gozdov in različno morfologijo divjega petelina (alpski-bolj črn, dinarski-bolj rjavo-siv) domnevamo, da se v Sloveniji na prehodu alpskega v dinarski areala srečujeta dve podvrsti. Poleg vzpostavitve metodologije za molekularne analize divjega petelina, smo s sledenjem genotipov na območju Slovenije in celotne JV Evrope želeli potrditi pomen gradienta dinarski-alpski svet ter pridobiti podrobne informacije o genske pestrosti omenjene vrste.

Analize genetskih markerjev za namen ugotavljanja pestrosti in primernosti metode smo uporabili na predstavnikih divjadi, vrste gozdnega drevja in izbranih vrst podzemnih gliv. Divji petelin (*Tetrao urogallus* L.), ki živi v zmernem pasu Evrope le še v habitatnih gozdovih v gorskih masivih prekinjenih z dolinami, je zaradi vse intenzivnejše rabe in spreminjanja gozdnega prostora ter zaradi spreminjanja iglastih gozdov v bolj listnate zaradi klimatskih sprememb otoplitev in onesnaženja zraka (Čas, 2006), ogrožena živalska vrsta (Ur. L. RS 1993/57). Divji petelin pa je marsikje v Evropi prisoten le še zaradi umetne naselitve. V Sloveniji se pojavljata dve, genetsko še ne opredeljeni populaciji, Alpska populacija, ki jo predstavlja največja podvrsta T.u. major in v manjši meri populacija s področja Dinaridov. Z analizami nukleotidnih zaporedij variabilnih domen (genov) v mitohondrijski DNK smo želeli ugotoviti morebitne razlike med danes ločenima populacijama ter prikazati aplikacijo rezultatov kot praktičen primer izdelave smernic za dolgoročno izboljšanje habitatnih razmer in revitalizacijo populacij. Analize skupin osebkov na pod-vrstnem nivoju nam omogočajo razkritja tudi struktur populacij, iskanje refugij in analize vzrokov za današnjo razprostranjenost (Grebenc et al. 2010).

Ugotavljanje pestrosti na genskem nivoju je sicer v okviru zaključenega projekta vključevala več skupin organizmov z bistveno razliko v velikosti analizirane populacije. Primer prostorsko najširše analizirane vrste za Slovenijo z uporabo genetskih markerjev je divji petelin. Izvirne podatke smo prikazali v Čas (2006) ter Bajc in sod. (2011). Vsak od pristopov, in vsaka skupina analiziranih organizmov ali združb, ima specifične pristope k reprezentativnem vzorčenju kvalitetnih vzorcev, ki omogočajo nadaljnje analize. Za študije genske pestrosti pri divjem petelinu smo vzorčili rastišča na področju celotne Slovenije (Čas, 2006). Vzorčenje beljakovinskih tkiv (iztrebki, odpadla peresa) smo izvedli v spomladanskem času paritve (rastitve) divjega petelina preko Lovskih družin (Lovska zveza Slovenije) in lovišč s posebnim namenom (Zavod za gozdove Slovenije). Predhodne analize genetskih označevalcev so pokazale obstoj dveh genetskih linij divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v Euraziji (Segelbacher in sod., 2003 ; Duriez in sod., 2007;

Rodríguez-Muñoz in sod., 2007). Izsledki teh raziskav so spodbudili obsežnejšo analizo genetske diferenciacije divjega petelina na področju od slovenskih Alp, vzdolž Balkanskega polotoka do bolgarskih Rodopov, ki smo jo opravili na FIGE v obdobju od 2008 do 2010, v kateri smo analizirali preko 400 vzorcev in natančneje opredelili razširjenost in pojavnost obeh genetskih linij ter definirali zahodne kontaktne cone med linijama, ki poteka v centralnem delu Balkanskega polotoka.

Raziskava distribucije in aktivnosti rastišč je v alpskem območju pokazala tri pomembne izolirane sub-populacije (Pohorje, Trnovski gozd, Hrušica) in v dinarskem dve (Snežnik in Kočevsko) (Čas, 2006; Čas in sod., v pripravi). Analiza habitatne primernosti gozdov in distribucije iz leta 2000 je potrdila znane in pokazala nove odločilne parametre habitatov (Čas, 2006). Genske analize znotraj vrstne pestrosti izbranih molekularnih markerjev, opravljene na osnovi zbranih recentnih vzorcev beljakovinskih tkiv divjega petelina iz alpske in dinarske populacije v Sloveniji so pokazala, da je genetska viabilnost in pestrost obeh populacij še stabilna. Vsi analizirani vzorci pripadajo podvrsti *Tetrao urogallus* major L. in v širšem pogledu (Bajc in sod., 2011) predstavljajo nadaljevanja populacij sosednjih pokrajin. Med nekdanj povezanimi alpsko in dinarsko populacijo, ki se na nivoju kontrolne regije mtDNK še ne odraža značilno, saj obe populaciji izražata skupne haplotipe. Dinarska populacija je po številu osebkov in po številu prisotnih haplotipov siromašnejša, skupni aleli (aleli B, C in O) pa so v obeh populacijah dominantno prisotni.

Slika 1: Habitatne krpe alpske in dinarske populacije divjega petelina (*Tetrao urogallus* L.) v Sloveniji – stanje ob popisu leta 2000 (Čas, 2006) (zgoraj) in ugotovljeni prisotni haplotipi kontrolne regije mtDNK v celotni analizirani alpski (levo spodaj) in dinarski (desno spodaj) populaciji (zaradi omjitve možnosti obrazca je slika na voljo pri avtorjih poročila)

Ugotavljamo tudi, da 40 letno obdobje prekinitve alpske in dinarske populacije v Sloveniji še ni vplivalo na genetsko diferenciacijo populacije, kljub temu pa lahko na osnovi dobljenih razlik, poleg bazičnega znanja o biotski pestrosti, izpeljemo bistvene usmeritve za gospodarjenje z vrsto. Predlagamo stabilizacijo populacij s prekinitvijo vrzeli med habitatnimi krpami in z izboljšanjem habitatnih razmer tudi izven območij Natura 2000 ter s tem zagotovitev genetske izmenjave in viabilnosti populacij (Čas, 2010a; Bajc in sod., 2011b). Pomen pristopa bi bil širši, saj Slovenija pokriva evropsko pomembno specifično območje na robu alpske in dinarske distribucije divjega petelina oziroma na prehodu iz optimalnih v robne habitate in ogrožene fragmentirane habitatne krpe starih iglastih in mešanih gozdov. S tem bi zagotovili vzpostavitev migracijskega koridorja na prekinjenem stiku genetske izmenjave med alpsko in dinarsko populacijo, ki sta glede na rezultate trenutnega stanja v robnem območju še viabilni oziroma v ugodnem stanju genetske pestrosti (Čas, 2006; 2010a; Bajc in sod., 2011). Še zadovoljivo stanje pa ogroža vse večja fragmentacija habitatov zaradi številnih dejavnikov zlasti zaradi klimatskih sprememb ter sečnje in spreminjanja gozdov, zaradi nenačrtne ekspanzije gorskega turizma ter zaradi številčnosti populacij plenilcev (Čas, 2010b). Uporabljena metoda se je na primeru divjega petelina pokazala kot primerna in dovolj informativna za potrebe ocenjevanja genetske pestrosti oziroma podobnosti in viabilnosti populacij.

Cilj 2.1.2 zajema razvoj molekularnih metod in njihovo validacijo na malem številu vzorcev z namenom prihodnjega rutinskega sledenja populacijam in ugotavljanja prilagoditvenega potenciala vrst v luči klimatskih sprememb. Predvideli smo delo na ruševcu, gamsu ter potencialno še več vrstami (volk, kozorog, šakal, lisica, srna)

Namen naloge zastavljene v okviru Cilja 2.1.3 je pregledati genetsko pestrost izbranih drugih vrst divjadi in oceniti možnosti in napredovanje genetskih analiz populacij teh vrst v Sloveniji, saj so genetske, filogenetske in filogeografske analize pomemben vir informacij za učinkovito trajnostno upravljanje s populacijami in rastišči divjadi ter ohranjanje ogroženih vrst

Genetske analize populacij gamsa (*Rupicapra* spp.) so na Gozdarskem inštitutu še v začetnih fazah. Trenutno smo zbrali okoli 450 vzorcev tkiv, primerne kvalitete za molekularne analize, ki so v teku. Število in distribucija vzorcev zadostuje za reprezentativno analizo vseh pomembnejših populacij in pod-populacij, tudi izoliranih, v Sloveniji (Čas 2010b, c). Populacije gamsa so v Sloveniji najštevilčnejše v osrednjemu alpskemu habitatu, ki obsega Julijske Alpe, Karavanke z obrobnim hribovjem, Kamniško Savinjske Alpe in Pohorje. Migracijska povezanost v teh območjih predvidoma omogoča dober pretok genov in posledično ohranjanje zadostne genetske pestrosti in viabilnosti. Večje nejasnosti o genetski pestrosti in viabilnosti se potencialno pojavljajo v ločenih in izoliranih populacijah oz. habitatnih krpah npr. v Zasavju, na Krmskem območju in ob Kolpi, kjer so migracijske poti prekinjene z umetnimi pregradami, npr. z avtocestami. V do sedaj analiziranih populacijah gamsa v Sloveniji se izpostavlja predvsem problem zmanjšanja heterozigotnosti kot posledica razdrobljenosti in izoliranosti (Bužan in Kryštufek, 2010). Rezultati do sedaj opravljenih genetskih raziskav gamsov v Evraziji pa nakazujejo, da je današnja diverzifikacija in subspeciacija predvsem posledica krčitve habitata in geografske izolacije v času poledenitev in križanj izvornih genetskih linij v času razširitve habitata ter da delitev rodu na dve vrsti (*Rupicapra pyrenaica* in *Rupicapra rupicapra*) ni povsem jasna in nedvoumna (Rodríguez in sod., 2009; Rodríguez in sod., 2010).

Genetske analize imajo v analizah divjadi široke možnosti uporabe. Rezultati analize divjega petelina jasno nakazujejo na možnost in nujnost ukrepanja za ohranitev trenutne pestrosti populacij in zagotavljanja primernih in ustrezno razporejenih habitatov za povezovanje trenutno ločenih populacij. Pričakujemo, da bomo na osnovi podrobne analize na lokalnem nivoju lahko sklepali tudi na stanje populacij in morebitne ukrepe za gospodarjenje z gamsom, za katerega je značilno, da se v več področjih pojavlja v izrazito osamelih populacijah in izoliranih habitatnih krpah. Nadaljnje možnosti uporabe vpeljanih pristopov so na primer identifikacije povzročiteljev na primeru pobojev drobnice v Sloveniji, ki naj bi jih zagrešili volkovi (Černe in sod., 2010). Molekularni pristopi lahko pripomorejo tudi pri ugotavljanju prisotnosti in razširjenosti genetskih bolezni in povzročiteljev okužb v populaciji. Rutinskih testov za genetske bolezni divjadi se v Sloveniji trenutno še ne izvaja, čeprav so postopki za tovrstne analize za nekatere živali že razviti. Ravno tako molekularni pristopi še niso nadomestili seroloških in klasičnih mikrobioloških preiskav prekuženosti populacij divjadi s povzročitelji različnih bolezni, kot sta na primer steklina in toksoplazmoza, in tudi takih, ki predstavljajo nevarnost prenosa na domače živali in posledično tudi povzročitev gospodarske škode, kot na primer klasična prašičja kuga (Vengust in sod., 2005) in Aujeszkijska bolezen (Capua in sod., 1997; Vengust in sod., 2005). Možnosti za vpeljavo in uporabo molekularnih pristopov je še mnogo, njihova vpeljava pa bo, tako kot na primeru sodelovanja pri analizah divjega petelina in gamsa, nujno vključevala predloge in potrebe več vpletenih institucij in končnih uporabnikov.

C2.1.3 - Historična študija možnega vpliva spremembe klime v zadnjem stoletju, vezana

na podatke o danes predvidoma izginuli populaciji gorskega jelena v Sloveniji, kjer bomo ugotavljali vplive naseljevanja in gojenja agresivnejših (in na današnje razmere bolj prilagojenih) podvrst jelena in posledično zmanjševanje preživetvene sposobnosti populacije gorskega jelena. Pri omenjenem cilju smo se omejili samo na zbiranje podatkov o pojavljanju potencialnih gorskih jelenov in materialih za molekularne analize, nismo pa ugotavljali morebitnih medvrstnih vplivov na preživetja populacij.

Cilj 2.2.1 Raznoverstnost pedofavne gozdnih je v veliki meri slabo ocenjena, podcenjena, podatkov o biotski raznoverstnosti nekaterih skupin tleh pa sploh ni. Opravili smo metaanalize pedofavne na izbranih ploskvah z bukvijo (glej metodologijo) z namenom zapolnitve vrzeli poznavanja celokupne biotske raznoverstnosti različnih taksonomskih in funkcionalnih skupin na vrstnem nivoju, ki se pojavljajo v različnih sestojih bukovih gozdov, glede na klimatske razmere in druge lastnosti tal.

Velik del primarne produkcije gozda ostane v gozdnem ekosistemu in vstopa v razkrojno verigo kot opad. Bistvene sestavine opada so drobni lesni ostanki, listje, debele in drobne korenine ter druge oblike opada vključno s koreninskimi eksudati. Predvsem za večje dele opada je potek razkroja lahko počasen, razen v primeru, da so v razkroj vpleteni organizmi, ki z mehanskim drobljenjem in horizontalnim in vertikalnim mešanjem bistveno pripomorejo k hitrosti dekompozicije in posledično kroženja snovi v gozdnih ekosistemi in tvorbi humusa. Pomembno vlogo pri prvih fazah razkroja ima pedofavna, ki zagotavlja mehansko drobljenje in povečevanje aktivne površine opada, ki ga nato kolonizirajo najprej združbe generalistov, ki izrabljajo enostavne sladkorje in druge komponente opada z nizko molekularno maso. Pedofavna se lahko značilno razlikuje glede na delovanje različnih dejavnikov okolja in predhodno gospodarjenje z gozdom (Grgič in Kos, 2005, Biodiversity and Conservation 14: 1841-1862). V Sloveniji smo v preteklih letih opravili več študij biotske raznoverstnosti pedofavne, ter glivne in bakterijske pestrosti opada v gozdovih z bukvijo. Na več ploskvah z bukvijo v gospodarskih gozdovih in pragozdnem rezervatu Rajhenavski Rog smo ugotavljali različno pestrost centiped glede na način gospodarjenja. Na združbo je bistveno vplivala sukcesijska faza gozda, medtem ko pragozdna značilnost gozda ni bistveno vplivala na pestrost. Najmanjšo vrstno pestrost so ugotovili v golosekih in največjo v zgodnjih fazah regeneracije sestoja. Homogenizacija sestoja z odraščanjem je praviloma zmanjševala vrstno pestrost, kar so potrdili tudi preliminarni rezultati vzorčenja tal, ločevanja ter štetja in identifikacije vrst izbrane skupine pedofavne z raziskovalne ploskve v pragozdnem rezervatu (Grgič in sodelavci, neobjavljeno).

C2.3.1 – Zadnji cilje v delovni skupini 2 smo delno spremenili, glede na razpoložljivost materiala za analize. Namesto analize širše skupine saproksilnih organizmov bukve in jelke, smo se osredotočili na analize izključno fungikolnih vrst insektov (in delno ostalih skupin, ki se prehranjujejo s trosnjaki gliv)

Fungikolne vrste insektov, ali drugih organizmov, so vrste, ki se hranijo na trosnjakih gliv. V okviru projekta smo si zastavili po obsegu skromen cilj analize favne, ki se hranijo z izbranimi skupinami gliv (v našem primeru s trosnjaki gomoljik) in posledično lahko povzročajo tudi gospodarsko škodo. V ta namen smo dve leti v mesečnih razmikih na 4 izbranih ploskvah, kjer v zadostnih količinah uspevajo gomoljike, vzorčili trosnjake gliv

in okoliške prsti, ter iz njih ekstrahirali celokupno favno. Vse skupine smo identificirali po razpoložljivih ključih in ugotovili, da se koj najpogostejša skupina, tako v larvalnih, kot v adultih fazah pojavljajo hrošči iz rodu *Leiodes*. Med ostalimi smo v visokem številu našli še skupine *Diptera*, *Chilopoda*, *Diplopoda* in *Oligochaeta*, ki praviloma ne povzročajo večje gospodarske škode ter nekaj vrst iz skupine *Ichneumonoidea*, ki za razliko od ostalih najdenih skupin nudi potencial biološke kontrole ostalih najdenih skupin (Grebenc T, Mašek A, Daksobler I. 2010, COBISS.SI-ID 3125670). Raziskave na področju fungikolnih gliv se še nadaljujemo.

Delovna skupina 3 Pestrost gliv, ECM in drugih talnih (mikro)organizmov.

Ocena biodiverzitete tal se postopoma vključuje v del ocene trajnostnega gospodarjenja s tlemi in pomembno prispeva k ocenam celokupne biotske raznovrstnosti. Najbolj naseljeni in vrstno pestri so vrhnji horizonti tal, kjer potekajo tudi najbolj intenzivni procesi in z njimi povezane funkcije gozdnih tal: degradacija organskega materiala, kroženje hranil, proizvodnja in poraba plinov, degradacija polutantov ter razvoj in ohranitev fizikalne strukture. Namen dela delovne skupine 3 je bil opredeliti stanje in ohranjenost biotske raznovrstnosti v tleh gozdnih ekosistemov na izbranih ploskvah na vrstni in genski ravni, postavitev enotne metodologije analiz in standardizirane baze podatkov.

Cilj 3.1 Pregled trenutnega stanja in metaanaliza pestrosti mikote, predvsem ektomikoriznih gliv za izbrane raziskovalne ploskve in izdelava sinteze podatkov;

Združbe ektomikoriznih gliv so pomemben člen v dinamiki kroženja hranil v gozdnih tleh in prispevajo k pestrosti gozdnih ekosistemov. Micelij ektomikoriznih gliv in ektomikoriza predstavljata ključno povezovalno komponento med viri in porabniki hranil v gozdnih tleh, drobne korenine pa doprinesejo znaten delež k celokupni količini ogljika, shranjenega v gozdnih tleh (Grebenc, Kraigher, 2009, COBISS.SI-ID 2467750). Navadna bukev je značilna ektomikorizna drevesna vrsta zmernega pasu in je s stališča ektomikorize pri nas dobro preštudirana. V bukovih gozdovih Slovenije je bilo v preteklem desetletju opravljenih nekaj raziskav pestrosti ektomikorize in dinamike drobnih korenin glede na onesnaženost rastišč in glede na različne načine gospodarjenja z gozdom. Na izbranih raziskovalnih ploskvah v Sloveniji smo ugotavljali, ali arbitrarno postavljena starostna kategorija sestoji (odrasel sestoj, mladje, nasad) in način gospodarjenja vpliva na izbrane parametre združbe ektomikoriznih gliv in drobnih korenin pri navadni bukvi in s tem kaže na različne doprinose k celokupni pestrosti gozdnih ekosistemov z navadno bukvijo. Celostni pregled parametrov pestrosti glede na starost sestojne vrzeli, kjer pojav vrzeli pričakovano vpliva na drastično zmanjšanje števila drobnih korenin in vrstne pestrosti tipov ektomikorize.

Pregled razpoložljivih in primerljivih analiz ektomikorize in drobnih korenin na navadni bukvi za Slovenijo je pokazal, da se indeksi pestrosti ektomikorize med kategorijami ne razlikujejo. Značilno večji koeficient izenačenosti v kategoriji »odrasel sestoj« pa kaže, da je število posameznih vrst v teh vzorcih bolj izenačeno kot pri kategorijah »mladje« in »sadike«, kjer med opaženimi tipi ektomikorize prevladuje samo en ali pa manjše število tipov.

Za skupno število drobnih korenin smo v odraslem sestoji v primerjavi z mladjem ugotovili neznačilno manjše vrednosti, razlika pa je postala statistično značilna, če smo

ločeno analizirali samo vitalne ektomikorizne korenine. Manjše število drobnih korenin v starejših sestojih je v soglasju s predhodnimi preglednimi objavami (Finer in sod., 2007). Poleg tega je za bukev značilna strategija intenzivnega zavzemanja razpoložljivega prostora (gozdnih tal) in velika kompetitivnost z morebitnimi ostalimi vrstami v sestoji, predvsem v zgornjih plasteh tal kar potrjuje majhne opažene razlike med sestoji in kategorijami. Prispevek bukve k biotski raznovrstnosti mikoriznih gliv, ne glede na starostno kategorijo sestoja, je nesporen, kar kažejo tudi primerjave z indeksi pestrosti sestojev drugih ektomikoriznih vrst gozdnega drevja.

Cilj 3.2 Utemeljitev ocen biotske raznovrstnosti na ekosistemski, vrstni in genski ravni v smislu aplikacije različnih konceptov pojmovanja vrste ter kako to vpliva na same ocene pestrosti.

Poznavanje pestrosti na vrstnem nivoju je tesno povezano s konceptom vrste, ki ga uporabljamo in je nujen za ločevanje vrst, glede na postavljene kriterije (De Queiroz, 2007). Poznavanje vrst je nujno na primeru uporabe organizmov v indikatorske namene, kot na primer pri mikobioindikaciji, pristopu kjer za potrebe indikacij sprememb v okolju uporabljamo pojavljanje in zabeležene spremembe v združbi (vrstni sestavi in številu posamezne vrste) ektomikoriznih vrst gliv (Kraigher in sod., 1996). Metodologijo lahko uporabljamo tudi za primerjave različnih rastišč in pomena le-teh za biotsko raznovrstnost gozdnih tal. Raziskave pestrosti na genskem nivoju sodijo med moderne pristope z visoko informacijsko vrednostjo. Pestrost biokomponente gozdnih ekosistemov vpliva na delovanje gozda in zagotavlja izvajanje njegovih ekoloških, gospodarskih, socialnih in drugih funkcij. Ocene raznovrstnosti biokomponente gozda (predvsem tal) kažejo na visoko biotsko raznovrstnost na organizacijskih (habitatni, vrstni in genetski) in taksonomskih ravneh, hkrati pa pogostno ne upoštevamo izhodišč., kot je na primer uporabljeni koncept vrste, ki lahko bistveno vpliva na rezultate študije, predvsem, kadar za analize uporabljamo molekularne markerje, kot enakovredne znake ostalim, na primer morfološkim znakom.

V namen analize različnih pristopov smo uporabili rod podzemnih gliv – gomoljik (rod *Tuber*), za katerega imamo v zbirki zadostno število herbarijskih primerkov, ki tudi geografsko pokrivajo širše področje in različne gozdne sestoje (razlike po vrstni sestavi, klimi, nadmorski višini, tipu tal,...). Ugotavljali smo ali morfološka identifikacija (morfologija trosnjakov in spor) pripelje do enakih, primerljivih ali nasprotujočih se rezultatov identifikacije in vrsten pestrosti v primerjavi z pristopom analize informativnih nukleotidnih zaporedij in uporabe filogenetkega koncepta vrste.

S primerjavo filogenetkega in morfološkega pristopa k ločevanju vrst smo ugotovili, da več vrst gliv v rodu *Tuber* kaže znotraj vrstno variabilnost na osnovi analiz genov rRNA. Tako smo ugotovili, da se na področju Evrope, vsaj znotraj morfoloških vrst *T. brumale*, *T. fulgens*, *T. excavatum*, *T. aestivum* in *T. rufum* pojavlja več filogenetskih »vrst« (rezultati analiz in interpretacije so objavljene v Grebenc et al. 2009 (COBISS.SI-ID 2464934), Grebenc et al. 2010 (COBISS.SI-ID 2964390) in Marjanović et al. 2010 (COBISS.SI-ID 3008934). Zato molekularni rezultati zahtevajo ustrezno interpretacijo in previdnost pri neposredni uporabi in primerjavi rezultatov z pestrostjo (absolutno ali indeksi pestrosti), analizirano na morfološkem nivoju. Kljub temu pestrost biokomponente gozdnih tal z različnimi pristopi in monitoring genetske pestrosti nudita pomembne informacije o stanju in delovanju gozdnih ekosistemov, hkrati pa moramo tudi molekularne metode in pristope k spremljanju genetske pestrosti vključiti v rutinsko

spremljanje stanja.

Cilj 3.3 Ugotavljanje biotske raznovrstnosti ektomikoriznih gliv in drugih skupin mikroorganizmov ter hkrati dinamike korenin in mikoriznih partnerjev preko celega leta ter pod vplivi stresa / motenj različnih izvorov in ocena morebitnih fluktuacij na dinamiko ogljika v talnem ekosistemu, na izbranih ploskvah z bukvi ter pestrost gliv na lokacijah z uporabo klasičnih metod popisovanja in identifikacije.

Klasične metode popisovanja in identifikacije tipov ektomikorize ter ugotavljanje biotske raznovrstnosti ektomikoriznih gliv in drugih skupin mikroorganizmov ter hkrati dinamike korenin rutinsko opravljamo na Gozdarskem inštitutu že več desetletij. V okviru projekta smo analizirali večje število standardiziranih vzorcev tal nabranih v sestojih bukve in drugih drevesnih vrst. Biotsko raznovrstnost na medvrstnem nivoju in izpeljane indekse pestrosti smo v okviru zaključenega projekta analizirali na več lokacijah analizirali na primeru pestrosti ektomikorize na bukvi (Grebenc in Kraigher, 2007a, b; Grebenc in sod., 2009; Mašek in Grebenc, 2011). Ektomikorizo smo identificirali na vrstnem nivoju po anatomski metodi in z uporabo molekularnih markerjev. Uporaba molekularnih metod, z ustrezno ločevalno močjo na nivoju vrst pri glivah, tako bistveno dopolnjuje identifikacije tipov ektomikorize na vrstnem in omogoča tudi umeščanje v višje taksonomske enote. S tovrstnim pristopom lahko razširimo nabor znanih taksonov na vrste, katerih ektomikoriza še ni bila opisana (Kraigher, 1996) in posledično omogočimo ustreznejšo interpretacijo dobljenih rezultatov (glej tudi Grebenc in sod., 2009). Molekularni pristopi v tem primeru bistveno doprinesejo k natančnejši oceni biotske raznovrstnosti ektomikorize na izbranem gostitelju. Hkrati, z identifikacijo rastlinskega partnerja v ektomikorizi, molekularni pristopi olajšujejo izločanje taksonov gliv, ki se pojavljajo na koreninah drevesnih vrst, ki niso vključene v študije. Težava uporabe molekularnih metod pri ločevanju na nivoju vrst pa je konflikt konceptov vrste, saj identifikacije (gliv, rastlin, živali) temeljijo v veliki meri na morfološkem konceptu, medtem ko sama metoda molekularnih analiz izhaja iz filogenetskega koncepta vrste. Rezultati obeh konceptov se lahko pri mnogih skupinah razhajajo, kar otežuje interpretacijo tovrstnih rezultatov. Kljub relativnosti dobljenih rezultatov, smo le te uspeli večkrat koristno uporabiti v indikacijske namene (Grebenc in Kraigher 2007a, b (COBISS.SI-ID 1839014, COBISS.SI-ID 1728166);, Železnik et al. 2007, Mašek in Grebenc 2011 (COBISS.SI-ID 3154854)), ali za ugotavljanje ekologije in odzivanja na spremembe v okolju, kot na primer v Grebenc et al. 2009 (COBISS.SI-ID 2417318).

Cilj 3.4 Vpeljava in vključevanje molekularnih pristopov v analize talnih organizmov, priprava enostavnih protokolov za rutinsko ugotavljanje pestrosti (predvsem metoda DGGE) in identifikacije značilnih vrst ob uporabi že obstoječih baz podatkov (RFLP baza na GIS, baze podatkov nuklotidnih zaporedij).

Pestrost biokomponente gozdnih ekosistemov vpliva na delovanje gozda in zagotavlja izvajanje njegovih ekoloških, gospodarskih, socialnih in drugih funkcij. Ocene raznovrstnosti biokomponente gozda (predvsem tal) kažejo na visoko biotsko raznovrstnost na organizacijskih (habitatni, vrstni in genetski) in taksonomskih ravneh, ki jo lahko analiziramo tudi z uporabo molekularnih metod. Z molekularnimi pristopi analiziramo enega ali več genetskih (molekularnih) markerjev, kar nam omogoča

pridobivanje velike količine podatkov uporabnih tudi za namen študije ali ocene pestrosti nekega sistema. Molekularne metode so uporabne tako za analize čistih vzorcev (en vzorec je material ene vrste) in mešanih vzorcev (material je mešanica enega ali več osebkov ene ali več vrst).

Molekularni pristopi analiz temeljijo na nakopičenih spremembah v genomu, so gibalo evolucije in nastanka novih taksonov v najširšem obsegu – od sevov, genetskih linij, vrst, ... do kraljestev in domen. Vsak organizem in vsak taksonomski nivo ima svojevrstne značilnosti dednega zapisa, ki ga ločijo od ostalih. Govorimo o t.i. genetskem, ki omogoča nedvoumno identifikacijo organizma na vseh taksonomskih nivojih, tudi na nivoju osebkov. Metode analize genetskega podpisa se med organizmi različnih kraljestev bistveno ne razlikujejo, nujen je le izbor ustrezno informativnih označevalcev.

Postopki molekularnih analiz se med različnimi skupinami živih bitij bistveno ne razlikujejo. Prvi korak vseh genetskih analiz je vzorčenje ustreznega biološkega vzorca, ki vsebuje nukleinske kisline tarčnega organizma. Vzorčimo lahko kakršen koli razpoložljiv material, primeren za genetske analize. V laboratoriju Oddelka za gozdno fiziologijo in genetiko (FIGE) Gozdarskega inštituta Slovenije smo razvili oziroma prilagodili protokole za ekstrakcijo celokupnih nukleinskih kislin iz najrazličnejših živalskih, glivnih, rastlinskih vzorcev in vzorcev mikroorganizmov. Zmožnost učinkovite ekstrakcije tarčnih nukleinskih kislin je bistvena za uspešnost postopkov. Ekstrakcije DNK smo izvedli z uporabo predpripravljenih kompletov za ekstrakcijo nukleinskih kislin in postopkov prilagojenih tipu vzorca.

Naslednji korak genetskih analiz je pomnoževanje tarčnega nukleotidnega zaporedja, t.i. genetskih označevalcev, v reakciji pomnoževanja s polimerazo (PCR). Izbor genetskega označevalca je odvisen od namena genetskih raziskav. Poleg analiz mtDNK smo v laboratoriju FIGE razvili tudi standardne postopke za analizo drugih regij genoma oz. genetskih označevalcev in tudi drugih skupin organizmov. Pomnožene regije nato ločujemo (elektroforeza, DGGE) ali nadalje analiziramo (RFLP, sekvenciranje). Glede na izbor analitike pomnoženih zaporedij uporabimo ustrezne statistične pristope pri analizah pestrosti.

Molekularne metode so predvsem primerne za analize kompleksnih (mešanih) vzorcev (npr. tla), saj so (časovno) ekonomične in učinkovite in omogočajo ločevanje skupin organizmov, ki jih s klasičnimi pristopi težje sledimo.

Delovna skupina 4 je pripravljala ocene obstoječe prilagodljivosti in potencialne prilagoditvene sposobnosti gozdnega drevja na spremembe v okolju. Globalna klima se je v tem stoletju spremenila in zelo obremenila gozdove na Zemlji, trenda spreminjanja pa še nismo uspeli ustaviti. Gozdne drevesne vrste v močno spremenjenih klimatskih pogojih lahko prenehajo bivati ter počasi naseljujejo za njih bolj ustrezna okolja ali pa v ekstremnih razmerah tudi odmrejo. Nadaljnje ohranjanje vrste v novih, spremenjenih rastiščnih razmerah, bo mogoče le, če bo v populacijah obstajala ustrezna stopnja genetske prilagodljivosti ali če bo to zagotavljala tudi na genetskih vzorcih temelječa fenotipska oziroma prilagoditvena plastičnost, saj je genetska variabilnost osnovni pogoj za preživetje (dela) populacije v spreminjajočih se razmerah okolja. Glede na nepredvidljive spremembe življenjskega okolja v prihodnosti je bistvenega pomena, da prisotno genetsko variabilnost zavarujemo in jo z vidika genetske trajnosti tudi dinamično ohranjamo. V okviru delovne skupine smo ocenjevali pomembne prilagoditvene odzive populacij testnih drevesnih vrst, ki jim omogočajo preživetje v različnih razmerah njihovega življenjskega okolja ter opredeli nevarnosti za ožene njihove prilagoditvene sposobnosti zaradi

negativnih vplivov predvidenih klimatskih sprememb, zmanjšanja in fragmentiranja območij razširjenosti ter s tem povezanih motenj v procesih biološke reprodukcije, razvoju naravnega mladja, ohranjanja vitalnosti in ugodnega zdravstvenega stanja gozdov. V analizo smo zajeli tri drevesne vrste in sicer bukev, smreko in črni topol.

Cilj 4.1 Spoznati pomen genskih izvorov izbranih testnih gozdnih drevesnih vrst za dinamično ohranjanje njihovega prilagoditvenega potenciala populacij in situ v Sloveniji in v širšem območju njihove naravne razširjenosti, ter usmeritve za ohranjanje prilagoditvenega potenciala genetskih virov v spreminjajočih se razmerah njihovega življenjskega okolja.

V testnih objektih mednarodnih provenienčnih poskusov z bukvijo, ki smo jih osnovali v letu 1998 po standardizirani metodologiji na različnih rastiščih in nadmorskih višinah v Evropi (V Sloveniji: Kamenski hrib / Straža pri NM), smo v okviru sodelovanja v COST Akciji E52 ovrednotili prilagojenost ter fiziološko odzivnost provenienc bukve v spremenjenih razmerah njihovega novega življenjskega okolja. Rezultati študije rasti v višino provenienc bukve v slovenskem poskusnem objektu na Kamenskem hribu, Straža pri NM nakazujejo na obstoj značilnih učinkov provenience in značilnih učinkov interakcije GE. Rezultati primerjave časovnega poteka spomladanskega olistanja 29 provenienc bukve (2 slovenski) na 10 testnih objektih (Slovenija, Nemčija (severni in južni del), VB, Danska, Poljska, Češka, Slovaška, Španija), so nakazali na obstoj močne genetske kontrole preučevanega znaka in med populacijskih razlik pri bukvi. Pri bukvi obstaja klinalna variabilnost preučevanih znakov spomladanskega olistanja vzdolž geografskih gradientov in sicer v smeri jug – sever, vzhod-zahod, ter nižinski – visokogorski višinski pas. Rezultati naše raziskave potrjujejo, da v Sloveniji obstajajo genetsko pogojene zgodno in pozno odganjajoče provenience bukve. Testna provenienca P53/Postojna Mašun je zgodaj odganjajoča in v povprečju odganja 3,9 dneva za prvo odganjajočo testno provenienco. Testna provenienca P54/Idrija II/2 je pozno odganjajoča in v povprečju odganja 12 dni za prvo odganjajočo testno provenienco. Provenienca P54 domnevno lahko predstavlja t.i. reliktno populacijo, ki je na območju današnje Slovenije preživela obdobje zadnje poledenitve. Rezultati študije potrjujejo tudi obstoj mikrorefugijev za bukev na območju današnje Slovenije. Matični sesto provenience P54 ima genetsko pogojeno prilagoditveno sposobnost za preživetje dolgih in hladnih zimskih obdobjih zadnje poledenitve. Prvi rezultati meritev okoljskih dejavnikov nakazujejo na zaostrene rastiščne razmere, ki matičnemu sestoju omogočajo stalno ohranjanje te prilagoditvene značilnosti.

Za oceno prilagodljivosti z vidika rasti v višino smo primerjali 12 testnih provenienc bukve, ki hkrati uspevajo na treh poskusnih objektih v gradientu ugodnih rastiščnih razmer v Sloveniji do robnega areala bukve s sušnim omejitvijo na Madžarskem. Testne provenience smo prvič smo ovrednotili na osnovi ekološkega kvocienta (EQ) izračunanega po Ellenbergu (1988). Pri bukvi smo ugotovili obstoj genetsko pogojene makroadaptacije. Rezultati naše raziskave nakazujejo na zmanjševanje učinka fenotipske plastičnosti oziroma odzivne sposobnosti ter vitalnosti bukve pri prenosu različnih provenienc na rastišče v testnem objektu Bucšuta, Madžarska, z manj ugodnimi, bolj sušnimi razmerami. To je v mejno območje naravne razširjenosti bukve v Evropi zaradi t.i. sušne omejitve. Medtem, ko ta vpliv ni bil zaznan v optimalnih razmerah za uspevanje bukve, to je na rastišču testnega objekta Kamenski hrib v Sloveniji. Rezultati raziskave nakazujejo, da prenos gozdnega reprodukcijskega materiala bukve ni enak v različnih

delih areala razširjenosti. V območju podnebnega optimuma, v centralnem območju ter v smeri proti toplotni omejitvi (proti severu) je ta prenos manj kritičen. Priporočena je ločena obravnava za visokogorske populacije (provenience) z nadmorskih višin nad 1000 m, ker se v provenienčnih poskusih v juvenilni rasti obnašajo drugače od drugih. Stresne in neznane razmere na spodnji meji razširjenosti in v sušnih območjih terjajo za uspevanje bukve uporabo strožjih smernic ter strožjih predpisov za uporabo gozdnega reprodukcijskega materiala in ohranjanje gozdov. Rezultate raziskav smo publicirali v tuji znanstveni periodiki in jih predstavili na znanstveni konferenci COST Akcije E52: Genetic resources of European beech (*Fagus sylvatica* L.) for sustainable forestry, Burgos, Španija. Dr. G. Božič je aktivno sodeloval tudi kot podpredsednik COST Akcije E52 in na konferenci kot član znanstvenega odbora.

Kot primer analize drevesnih vrst na ravni genske pestrosti smo preučevali populacije avtohtone bukve, smreke in črnega topola. Z metodo analize izoencimov smo preučevali genetsko strukturo semenskih sestojev bukve z različnih gozdnih rastišč na Gorjancih in genetsko strukturo avtohtone smreke z ekstremnih rastišč na Jelovici in Pohorju. Namen študije je spoznati podobnosti v genetski variaciji med populacijami z različnih gozdnih rastiščih geografsko ožjega območju naravne razširjenosti vrste (primer bukev) ter spoznati podobnosti v genetski variaciji med populacijami, ki so dobro prilagojene na rast in razvoj v zelo zaostrenih razmerah okolja (primer smreka). Pri bukvi smo ugotovili klinarno variabilnost od nizke do visoke stopnje alelnega polimorfizma na 3 od 16 polimorfni genetskih lokusov. Populacija bukve Kozarje, ki raste na rastišču Lamio orvalae-Fagetum nakazuje nekoliko večjo stopnjo genetske pestrosti, večje število učinkovitih alelov na lokus (v), večjo stopnjo opažene heterozigotnosti (Ha) in večjo genetsko variabilnost med osebki znotraj populacije (δT) kot populacija bukve Vrhovo, ki uspeva na nižje ležečem rastišču Hedero-Fagetum. Med populacijske razlike v pojavljanju alelov so statistično značilne pri 5 od 16 lokusov. Rezultati nakazujejo na obstoj možnih genetskih razlik med vzorčenima populacijama bukve z različnih nadmorskih višin na Gorjancih. Čeprav imajo goski bukovi gozdovi Lamio orvalae-Fagetum bolj stabilno strukturo biocenoze v primerjavi z manj ohranjenimi in bolj degradiranimi rastišči gozdov Hedero-Fagetum na območju Gorjancev rezultati raziskave narekujejo večjo previdnost pri prenosu gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) iz višjega v nižji višinski pas na tem območju. Rezultate študije je dr. G. Božič v soavtorstvu z dr. L. Kutnarjem predstavili z referatom na mednarodnem IUFRO simpoziju »Fagus 2010«, ki je na Hrvaškem potekal pod delovnim naslovom "Is there future for beech – changes, impacts and answers". Za oceno pomena genetskih izvorov avtohtone smreke na ekstremnih rastiščih smo dve populacije smreke iz Slovenije primerjali s populacijo smreke v Bosni (Jelovica, Pohorje vs. Nišići). Rezultati nakazujejo na genetsko diferenciranost med dvema populacijama iz Slovenije in populacijo iz Bosni in genetsko podobnost populacije s Pohorja s populacijo iz Nišićev. Možna razlaga za obstoj večje genetske podobnosti slovenske in bosanske smrekove populacije je v delovanju podobnih specifičnih selekcijskih učinkov na primerjanih ekstremnih rastiščih zaradi okoljskih dejavnikov in/ali obstoj podobnosti pri genetskem zdrs v populacijah, ki uspevajo v ekstremnih rastiščnih razmerah njihovega življenjskega okolja. Rezultate študije smo predstavili z referatom na mednarodnem IUFRO simpoziju za smreko na Poljskem.

Z metodo analize šestih genetskih markerjev (WPMS16, WPMS20, WPMS14, PMGC14, WPMS09, WPMS18), ki omogočajo zadovoljivo ločevanje na nivoju populacij in posameznih osebkov (Van der Schoot, 2000, Smulders in sod. 2001) pa smo analizirali genetsko strukturo črnega topola vzdolž izbranih rek. Raziskava genetske strukture črnega

topola vzdolž rek v submediteranskem območju Slovenije nakazuje le na manjši presežek heterozigotov oziroma na manjši primanjkljaj homozigotov v populaciji črnega topola, kar je lahko posledica dinamičnih rastiščnih razmer z močnejšimi selekcijskimi pritiski na JZ območju njegove naravne razširjenosti v Sloveniji. Glede na preučevane genske lokuse menimo, da genetska struktura zrelih dreves črnega topola zagotavlja ohranitev genskih virov avtohtonega črnega topola na njegovih rastiščih v povodju rek Glinščice, Reke, Osapske reke in Dragonje. Morebitna izguba dela genetske raznolikosti na posamezni lokaciji zato še ne bi bila ključna za ogrožanje preživetje črnega topola na tem območju. Kljub ozki geografski razširjenosti analiziranih vzorcev smo lahko značilno potrdili ugodno stanje populacij z izbrano metodo analize genske pestrosti. Pomembno nevarnost za preživetje vrste predstavlja predvsem spreminjanje in uničevanje za črni topol primernih habitatov vzdolž rek, potokov, ter kraških ravnin, ki jih zaznamuje okolje s specifičnimi in dinamičnimi rastiščnimi razmerami. Izsledke študij črnega topola smo predstavili na konferencah v tujini in jih delno publicirali v domači periodiki.

Delovna skupina 5 - Indikatorji biotske pestrosti. Mednarodni procesi (MCPFE, COST E43 in drugi) so v zadnjih letih pripravili mednarodno usklajen nabor kriterijev in kazalcev biotske pestrosti v gozdovih ter trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, ki temeljijo na velikoprostorskih gozdnih inventurah v Evropi in so glavni viri podatkov za presojo stanja in razvoja biotske pestrosti v gozdnih ekosistemih.

Cilj 5.1 Na podlagi študija literature in mednarodnih priporočil, želimo izbrati nekaj kazalcev biotske pestrosti (npr. drevesne vrste, lesna zaloga, odmrta biomasa, sestojna struktura, razvojne faze) in za izbrane na podlagi podatkov velikoprostorskega monitoringa gozdov na vzorčni mreži 4 x 4 km izračunali vrednosti.

Namen naloge je bil opraviti analizo trenutnega stanja velikoprostorskih podatkov in razvoja kazalcev biotske pestrosti na ravni Slovenije v luči sprememb v okolju. Končni rezultat analize so prikaz stanja in razvoja izbranih kazalcev biotske pestrosti na ravni Slovenije. Glede na zastavljene cilje v predlogu projekta, smo dejansko izvedene naloge v okviru delovne skupine 5 smo spremenili v smislu analize manjšega števila indikatorjev, saj se v zadnjem letu trajanja projekta delovno mesto in projektno skupino nenapovedano zapustil odgovorni sodelavec omenjene delovne skupine.

V okviru opravljenih in delno zaključenih analiz indikatorjev biotske pestrosti smo opravili pregled, priprava seznama in analiza kazalnikov biotske pestrosti pomembnejših mednarodnih procesov, kot delni rezultat projekta in kot nadaljnja podpora naštetim procesom (MCPFE, BioSoil, FAO – GFRA, EEA, COST E43, Forest Biota) ter Nacionalnega gozdnega programa. Izdelali smo preglednico, kjer je za kazalnike posameznega mednarodnega procesa navedeno ime kazalnika, definicija kazalnika, potencialne slovenske zbirke podatkov, iz katerih bi bilo mogoče pridobiti ocene stanja kazalnika ter opombe, kjer je nakazana problematika izpeljevanje ocen kazalnikov. Pregledali smo tudi podatkovno bazo sistema Monitoringa gozdov in gozdnih ekosistemov, ki bo v prihodnjih nalogah in procesih služila izračunom vrednosti izbranih kazalcev. Poleg tega smo pripravili izbor najprimernejših kazalcev biotske pestrosti (lesna zaloga, odmrta biomasa, površina gozdov in razmerje iglavci/listavci, razvojne faze, horizontalna in vertikalna sestojna struktura), pripravili metodologijo za izračun vrednosti

kazalcev, izračunali vrednosti izbranih kazalcev biotske pestrosti (lesna zaloga, odmrta biomasa, površina gozdov in razmerje iglavci/listavci, razvojne faze, horizontalna in vertikalna sestojna struktura), za leti 2000, 2007 in pripravili prikaz stanja in razvoja izbranih kazalcev biotske pestrosti na ravni Slovenije.

Delovna skupina 6 Vpliv motenj na biotsko raznovrstnost v tleh.

Gozdna tla predstavljajo pomemben element gozdnega ekosistema, ki s prostorsko pestrostjo s talnimi lastnostmi omogoča veliko pestrost biotske komponente. S svojo blažilno sposobnostjo izboljšujejo oz. ohranjajo kakovost vode, hkrati pa uravnavajo njeno količino in porazdelitev. Prav tako blažijo motnje zaradi abiotiskih in biotskih dejavnikov oz. motenj, ki jih povzroča človek. Spremembe delovanja talnih ekosistemov in interakcij v mikorizosferi uporabljamo kot indikatorje motenj in delovanja gozdnih ekosistemov v kontekstu dinamike ogljika in blaženja klimatskih sprememb. V zmernem podnebnem pasu deluje večina gozdov kot ponor CO₂. V gozdnih ekosistemih se ogljik premešča med drevjem, rizosfero in drugimi zbiralniki. Tokovi, količine in oblike ogljika, shranjene v zbiralnikih ter čas zadrževanja, so vprašanja, na katera želimo odgovoriti v raziskavah dinamike ogljika v gozdnih ekosistemih in v gozdnih tleh, ki služijo tudi vzpostavitvi, preverjanju, izboljšanju modelov in njihovi validaciji v relevantne modele za dinamiko ogljika, hranil in organizmov v ekosistemu za slovenske razmere. Delovna skupine ja vsebinsko in finančno nudila podporo več stalnim meritvam, ki jih izvajamo na GIS ter izpeljavo dveh zaključenih nalog, vezanih na vsebine delovne skupine.

Cilj 6.1 Dopolnjevati baze podatkov, in informacije na področjih vpliv motenj na biotsko raznovrstnost v tleh (vrzel, gospodarjenje z gozdom), dinamiko ogljika v biokomponenti tal (dekompozicija), vodnega režima, simbiotskih organizmov v biokomponenti tal in drugih skupin organizmov (glej DS 4), pridobivati podatke o simbiotskih partnerjih in njihovem potencialnem vplivu na količine ogljika v tleh .

Tekom celotnega trajanja projekta so na več raziskovalnih ploskvah z bukvijo potekale kontinuirana spremljanja meteoroloških in pedoloških podatkov za potrebe dopolnjevanja in izgradnje podatkovnih baz, za podporo in interpretacije ostalim analizam, ki jih opravljamo na ploskvah in predvsem za potrebe modeliranja, ki jih opravljamo na GIS. Podatke bomo med drugim uporabili za zagon in validacijo modelov dinamike ogljika v gozdnih ekosistemih (Yasso07) ali specifično v gozdnih tleh (model ANAFOR), ter nekaterih drugih okoljskih modelih. Del rezultatov DS6 bomo uporabili tudi v ekološkem modeliranju pojavljanja ektomikoriznih vrst gliv, ki smo ga preliminarно opravili na primeru treh vrst gomoljik.

V okviru DS6 smo v preliminarно ali celoti opravili dve nalogi, in sicer »modeliranje pojavljanja ektomikoriznih vrst gliv danes in v prihodnosti, glede na predvidene klimatske spremembe« in »merjenje dihanja zrelih trosnjakov izbranih vrst gliv, kot prispevek k celotni respiraciji gozdnih ekosistemov in gozdnih tal«.

Namen modeliranja pojavljanja ektomikoriznih vrst gliv danes in v prihodnosti, glede na predvidene klimatske spremembe je bil vzpostaviti logičen in na znanju temelječ model z merljivimi okoljskimi kriteriji. Model omogoča zanesljivo (v prihodnje tudi validirano) analizo trenutnega pojavljanja in potencialne razširjenosti izbranih vrst glede na predvidene spremembe v okolji, pri čemer vsi vstopni podatki temeljijo na merljivih in znanstveno pridobljenih podatkih in programih. Delo je potekalo v več korakih:

1. Zbiranje podatkov
2. Rasterizacija podatkov in registracija podatkov v enoten geografski okvir in skupno ločljivost (1 km; za sestojne kart in karte pH pa tudi 100 m)
3. Pretvorba podatkov v GIS Idrisi format in medsebojno povezovanje
4. Agregacija podatkov na ravni km² kvadrantov
5. Vrednotenje vhodnih podatkov glede na primernost posameznega okoljskega faktorja za vsako od analiziranih vrst gomoljik

Vhodni podatki za modeliranje so podani v štirih vrstah digitalnih kart: drevesne vrste so podane kot lesne zaloge drevesnih vrst na ravni gozdnih sestojev v sestojni karti Slovenije (ZGS), talni tipi so podani v pedološki karti Slovenije 1:25.000 (CPVO) na ravni pedokartografskih enot, za vsako od katerih je znan delež do treh pedosistematskih enot, slednje pa so opredeljene s tipi, podtipi tal itd., talni pH za prvi in drugi sloj tal je podan v posebni pedološki karti 1:250.000 (CPVO) in povprečne mesečne in letne temperature in padavine so podane v klimatskih kartah (ARSO). Vse karte smo vrednotili glede na dane vrednotne tabele (podatki iz literature) na ravni km² kvadrantov, in po potrebi izvedli prostorsko agregacijo.

Kot rezultate smo dobili trenutne in potencialne karte razširjenosti, glede na obstoječe podatke. Karta areala posamezne gomoljike je rezultat i) modela, se pravi zaporedja in načina upoštevanja posameznih že v fazi priprave podatkov vrednotenih ekoloških faktorjev in ii) implementacije modela, pri tem ima isti model lahko več različnih implementacij, pri čemer z implementacijo mislim mislimo, katero verzijo vrednotenja ekoloških faktorjev vnesemo v model kot vhodni podatek (na primer različni pragovi za vrednotenje pH ali pa da kot pH lahko privzamemo pH_{1max}, pH_{2avg} ipd). Modeli v naslednjem koraku zahtevajo še validacijo, ki jo bomo ob morebitnem financiranju v okviru drugih prijav projektov na GIS izvedli v prihodnje, karte arealov pa do dokončanja naloge ostajajo neobjavljene.

Naloga merjenja dihanja zrelih trosnjakov izbranih vrst gliv, kot prispevek k celotni respiraciji gozdnih ekosistemov in gozdnih tal je bila po obsegu manjša kor naloga modeliranja. Ravno tako se je nanašala na podzemne glive – gomoljike, kot primer gliv, ki so ekološko dobro raziskane in hkrati pod relativno manjšim človekovim pritiskom nabiranja (z izjemo znanih in komercialni izkoriščanih rastišč). Za potrebe merjenja dihanja trosnjakov smo na GIS (Mitja Ferlan) izdelali zaprt sistem s kontrolirano atmosfero in kontinuiranim merjenjem koncentracije CO₂ v pretočni atmosferi. Namen poskusa je bil ugotoviti ali se dihanje med trosnjaki različnega porekla, pri različnih temperaturah in velikosti razlikuje in koliko. Rezultate naloge bomo vključili v modele dihanja tal in bodo naknadno objavljeni v znanstveni literaturi.

Delovna skupina 7 Koordinacija dela, diseminacija rezultatov in prakse do končnih uporabnikov.

Kljub relativno bazično in eksperimentalno zastavljenem projektu smo želeli zagotoviti čim boljše implementacijo pridobljenih rezultatov tudi v prakso, tako znotraj gozdarske panoge, kot tudi širše. V ta namen smo pripravili in dopolnili manuale za ocene biotske pestrosti za posamezne skupine organizmov (SOP na FIGE GIS) in vključevanja (vsaj dela) postopkov v že obstoječe programe ocenjevanja in spremljanja biotske

raznovernosti, predvsem z vključenjem informativnih a pogosto prezrtih skupin ter dela gozda, ki je zaradi svoje kompleksnosti največkrat prekomerno poenostavljen. Sodelavci na projektu, vključeni v izobraževalni proces, so smiselno vključevali izsledke in rezultate projekta v svoje pedagoško delo. V načrtu smo imeli organizacijo delavnice na temo ocenjevanja biotske pestrosti in njenega pomena za blaženja podnebnih sprememb ter prilagoditve gospodarjenja z gozdovi glede na pričakovane spremembe vendar smo na koncu vsebine, predvidene za delavnico pridružili strokovnem in znanstvenem srečanju Gozd in Les, ki smo ga organizirali na Gozdarskem inštitutu Slovenije v sodelovanju z Biotehniško fakulteto, na katerem smo v obliki predavanj in posterskih predstavitev predstavili vsa področja dela znotraj končnega projekta. V času trajanja projekta smo vsi raziskovalci aktivno predstavljali in objavljali znanstvene in strokovne ugotovitve tudi v najvišje rangiranih mednarodnih revijah (1. kvartil na področju – glej COBISS.SI-ID 3186342) ter aktivno z domačimi in tujini strokovnimi in znanstvenimi inštitucijami ter končnimi uporabniki

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, gradbeništvom, 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 ohranjanje 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?

Bistvo končanega projekta je bila njegova vsebina širina, saj smo si z delitvijo na več delovnih skupin neformalno razdelili tudi skupine obravnavanih organizmov z namenom zaobjetja celotne biokomponente gozdnih ekosistemov in ravni analiz (genska, vrstna, habitatna/ekosistemska) in na ta način na nov pogled analizirali in osvetlili možnosti, ki jih nudi trenutna znanost in znanje za prikazovanje stanja in predvidenih sprememb sestojev v luči predvidenih sprememb in človekovega delovanja, predvsem klimatskih sprememb. Poseben poudarek pri delu je bil na gozdnih tleh ter metaanalizah obstoječih podatkov oziroma dodatnih analizah že zbranih materialov. Med bistvene cilje in pomene rezultatov in sklepov projekta s kratkoročnimi vplivi in uporabnostjo sodijo:

- Dopolnitve materialnih in nematerialnih (podatkovnih) zbirk za uporabo v znanstvene in strokovne namene v gozdarstvu (herbarijske zbirke gliv in rastlin, zbirka živalskih tkiv in obsežna zbirka ekstraktov DNK vse obravnavanih skupin). Zbirke imajo seveda tudi dolgoročni pomen kot shranjeno trenutno stanje biotske raznovrstnosti analiziranih gozdnih ekosistemov
- Priprava standardnih operativnih postopkov za izbrane analize, opravljene v okviru končanega projekta, ki so primarno namenjene standardizaciji dela v laboratorijih GIS, hkrati pa so učno orodje za študente in prihodnje delavce in raziskovalce na področju dela ter nudijo možnosti prenosa znanja v druge laboratorije. Postopki so že v uporabi in jih bomo sproti dopolnjevali glede na potrebe laboratorijev in napredka tehnik in morebitnih sprememb ciljev dela.
- Kratkoročno in dolgoročno uporabnost izkazujejo tudi dobljeni rezultati analiz habitatnih tipov gozdov, saj lahko rezultate neposredno implementiramo kot podlago in dopolnitve pri oblikovanju omrežja območij Natura 2000
- Rezultati v lesni zalogi analiziranih habitatnih tipov ne le potrjujejo pomen le-te kot pomembnega kazalnika ohranjenosti/ogroženosti ampak služijo kot neposredna informacija pri gospodarjenju z gozdom
- Izvirne znanstvene ugotovitve o visoki ohranjenosti dendroflore slovenskih gozdov kažejo na ugodno dosedanje gospodarjenje in nakazuje kako bi lahko z gozdom gospodarili v prihodnje
- Izvirne znanstvene ugotovitve o precejšnji ogroženosti nekaterih habitatnih tipov (konkretno nižinskih poplavnih in obrečnih gozdov) kažejo na nujno takojšnje ukrepanje za njihovo ohranitev in kratkoročno ter dolgoročno vzpostavitev boljših pogojev za njihovo uspevanje
- S stališča gospodarjenja je pomembno tudi, da smo pri analizi gradiv ugotovili, da so različna tuje drevesne vrste, kot npr. robinija, zelena duglazija, japonski macesen, zeleni bor, črni oreh, sitka, različni kloni topolov, še vedno prisotne v naših gozdovih z razmeroma velikim deležem v lesni zalogi. Predvsem robinija je invazivna tuja drevesna vrsta, ki je zelo konkurenčna v primerjavi z domačimi drevesnimi vrstami in v določenih območjih že očitno ovira razvoj gozdov in gospodarjenje z njimi. Ob uresničitvi napovedi podnebnih sprememb, ki napovedujejo bolj vroče in sušno podnebje, pa lahko na osnovi modelov pričakujemo še večjo ekspanzijo robinije, kar lahko predstavlja resno grožnjo različnim gozdnim ekosistemom v prihodnosti
- Molekularne analize genetske pestrosti divjega petelina so pokazale opazne a še ne značilne razlike med dvema fizično ločenima populacijama (dinarsko in alpsko). Pomemben znanstveni rezultat z kratko- in dolgoročnimi posledicami in usmeritvami za gospodarjenje s to pomembno živalsko krovno vrsto gozdnih ekosistemov je, da 40 letno obdobje prekinitve alpske in dinarske populacije v Sloveniji še ni vplivalo na genetsko

diferenciacijo populacije. Kljub temu lahko na osnovi razlik, poleg bazičnega znanja o biotski pestrosti, izpeljemo bistvene usmeritve za gospodarjenje z vrsto. Tako predlagamo stabilizacijo populacij s prekinitvijo vrzeli med habitatnimi krpami in z izboljšanjem habitatnih razmer tudi izven območij Natura 2000 ter s tem zagotovitev genetske izmenjave in viabilnosti populacij

- Nova spoznanja, ki temeljijo na podatkih iz tukajšnjega okolja, so bistvena tudi pri spoznavanju biologije in potenciala gojenja komercialnih vrst gliv. Z molekularnimi analizami podzemnih gliv (gomoljik) smo ugotavljali njihovo pestrost in razširjenost. Dobljeni podatki so neposredno uporabni pri izbiri sadilnega materiala pri morebitnem sajenju z namenov gojenja. Poznavanje pestrosti bo pripomoglo tudi k zanesljivejšim identifikacijam gomoljik, ki jih najdemo v naravi

- Pregled, priprava seznama in analiza kazalnikov biotske pestrosti pomembnejših mednarodnih procesov so rezultati projekta ki neposredno služijo nadaljnji podpori več procesom (MCPFE, BioSoil, FAO – GFRA, EEA, COST E43, Forest Biota) ter Nacionalnemu gozdnemu programu.

- Baze meteoroloških in pedoloških podatkov kot rezultat kontinuiranega spremljanja za podporo in interpretacijo analiz, ki jih opravljamo na ploskvah, predvsem za potrebe modeliranja. Podatke neposredno uporabni za zagon in validacijo modelov dinamike ogljika v gozdnih ekosistemih ali specifično v gozdnih tleh, ter nekaterih drugih okoljskih modelih. Del rezultatov bomo uporabili tudi v ekološkem modeliranju pojavljanja ektomikoriznih vrst gliv

- Rezultati dinamike respiracije zrelih trosnjakov izbranih vrst gliv prispevajo k celotni respiraciji gozdnih ekosistemov in gozdnih tal, hkrati pa imajo na primeru gomoljik velik pomen za poznavanje in možnosti dinamike shranjevanja v zaprtih prostorih.

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

Med dolgoročne rezultate, poleg objav, navedenih pod točko 5 še posebej izpostavljam nekatere vsebine, ki bi lahko imele dolgoročen vpliv tako na razvoj področja dela, specifičnega področja ali imajo potencial za prenos v industrijo ali komercialno uporabo:

- Več rezultatov, omenjenih že med kratkoročnimi vplivi (predvsem zbirke, baze podatkov, ter nova znanja na več področjih, ter z bistvenim dolgoročnim vplivom na ohranjanje biotske raznovrstnosti gozdov na ekosistemski (habitat, rastišče), vrstni in genski ravni.

- Nova in na indikatorjih temelječa spoznanja o ogroženosti habitatnih tipov nam omogočajo ustrezno dolgoročno prilagoditev politik in načinov gospodarjenja z analiziranimi habitatnimi tipi v smislu ohranjanja njihovih bistvenih funkcij

- Na ustrezno gospodarjenje z godnimi ekosistemi, konkretno habitatni divjega petelina, lahko nakazujejo tudi rezultati genetske pestrosti populacij, ki smo jih analizirali na področju celotne JV Evrope, kjer se kaže nujnost po dolgoročni stabilizaciji populacij s prekinitvijo vrzeli med habitatnimi krpami in z izboljšanjem habitatnih razmer tudi izven območij Natura 2000 ter s tem zagotovitev genetske izmenjave in viabilnosti populacij

- Podobne rezultate kažejo tudi do sedaj opravljene genetskih raziskav gamsov v Evraziji. Slednje nakazujejo, da je današnja diverzifikacija in subspeciacija predvsem posledica krčitve habitata in geografske izolacije v času poledenitev in križanj izvornih genetskih linij v času razširitve habitata, medtem ko dokončna da delitev rodu na dve vrsti (*Rupicapra pyrenaica* in *Rupicapra rupicapra*) ostaja ne povsem jasna in nedvoumna kažejo na različne doprinose k celokupni pestrosti gozdnih ekosistemov z navadno

bukvijo. Hkrati ugotavljamo da se analizirani parametri bistveno razlikujejo glede na način gospodarjenja ter tudi na zmeren vpliv polutantov na talno komponento gozdnih ekosistemov. Kljub temu je prispevek bukve k biotski raznovrstnosti mikoriznih gliv, ne glede na starostno kategorijo sestoja, nesporen, kar kažejo tudi primerjave z indeksi pestrosti sestojev drugih ektomikoriznih vrst gozdnega drevja.

- Za metodologije prihodnjih ocenjevanj biotkse raznolikosti je pomemben tudi pristop. Ocene raznovrstnosti biokomponente gozda (predvsem tal) kažejo na visoko biotsko raznovrstnost na organizacijskih (habitatni, vrstni in genetski) in taksonomskih ravneh, hkrati pa pogostno ne upoštevamo izhodišč., kot je na primer uporabljeni koncept vrste, ki lahko bistveno vpliva na rezultate študije, predvsem, kadar za analize uporabljamo molekularne markerje, kot enakovredne znake ostalim, na primer morfološkim znakom. Zato molekularni rezultati zahtevajo ustrezno interpretacijo in previdnost pri neposredni uporabi in primerjavi rezultatov z pestrostjo, analizirano na morfološkem nivoju. Kljub temu pestrost biokomponente gozdnih tal z različnimi pristopi in monitoring genetske pestrosti nudita pomembne informacije o stanju in delovanju gozdnih ekosistemov, hkrati pa moramo tudi molekularne metode in pristope k spremljanju genetske pestrosti vključiti v rutinsko spremljanje stanja.

- Pri vzpostavljanju molekularnih analitskih tehnik v gozdnih ekosistemih, smo potrdili, da so analize na osnovi DNK predvsem primerne za analize kompleksnih (mešanih) vzorcev (npr. tla), saj so (časovno) ekonomične in učinkovite in omogočajo ločevanje skupin organizmov, ki jih s klasičnimi pristopi težje sledimo

V povezavi s pripravami ocen obstoječe prilagodljivosti gozdnega drevja, moramo dolgoročno upoštevati nepredvidljive spremembe življenjskega okolja v prihodnosti. Pri tem je bistvenega pomena, da prisotno genetsko variabilnost dolgoročno zavarujemo in jo z vidika genetske trajnosti tudi dinamično ohranjamo, saj gozdne drevesne vrste v močno spremenjenih klimatskih pogojih lahko prenehajo bivati ter počasi naseljujejo za njih bolj ustrezna okolja ali pa v ekstremnih razmerah tudi odmrejo. Nadaljnje ohranjanje vrste v novih, spremenjenih rastiščnih razmerah, bo mogoče le, če bo v populacijah obstajala ustrezna stopnja genetske prilagodljivosti ali če bo to zagotavljala tudi na genetskih vzorcih temelječa fenotipska oziroma prilagoditvena plastičnost, saj je genetska variabilnost osnovni pogoj za preživetje (dela) populacije v spreminjajočih se razmerah okolja.

- Rezultati vsebinsko prispevajo k pripravi tehničnih smernic varstva in rabe gozdnih genskih virov v Sloveniji

- Na primeru črnega topola smo pokazali, da kljub trenutni ozki geografski razširjenosti analiziranih vzorcev lahko potrdili ugodno stanje populacij z izbrano metodo analize genske pestrosti. Kljub temu pa pomembno nevarnost za preživetje vrste predstavlja spreminjanje in uničevanje za črni topol primernih habitatov vzdolž rek, potokov, ter kraških ravnin, ki jih zaznamuje okolje s specifičnimi in dinamičnimi rastiščnimi razmerami

- Na osnovi priprave izbora kazalcev, priprave metodologije izračuna vrednosti ter prikaza stanja in razvoja izbranih kazalcev biotske pestrosti na ravni Slovenije, dobljene rezultate uvrščamo med dolgoročne cilje z velikim pomenom za nadaljnje usmeritve gospodarjenja z gozdnimi ekosistemi

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 široko zastavljenega projekta so že v času trajanja pritegnili k sodelovanju večje število raziskovalcev iz tujine, s katerimi smo ob smiselnem združevanju pripravili več odmevnih publikacij (glejte izpis COBISS). Med njimi naj omenimo inštitucije kot so: Gozdarska fakulteta v Sarajevu in Zagrebu, Univeza v Sofiji (Bolgarija), Tehnična univerza Zvolen (Slovaška), Univerzav Perugi (Italija), Inštitut za biologijo Univerze Cirila in Metoda v Skopju (Makedonija), INRA (Francija), Inštitut za multidisciplinarne študije, Beograd (Srbija). Poleg raziskovalnih inštitucij so sodelujoči na projektu sodelovali tudi v več mednarodnih projektih ali skupinah, ki bodo delno uprabljale dobljene rezultate (npr. več COST akcij, procesi MCPFE, BioSoil, FAO – GERA, EEA in druge). Med domačimi inštitucijami so interes in sodelovanje izkazovali Lovska zveza Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, Urad RS za varstvo narave, Triglavski narodni park ter večje število posameznikov, predvsem na področju lovstva in gojenja gomoljik.

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

V okviru projekta sta del svojih nalog opravljala dva doktorska študenta (UL BF), magistrant (Uni Zagreb) in diplomantka (UL BF). Nihče od njih še ni formalno zaključil šolanja (zagovor naloge), vendar načrtujejo opraviti tudi to obveznost do konca leta 2011.

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

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

Faculty of Forestry, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina (izmenjava materiala, bilateralno sodelovanje, skupne analize in objave)
Municipality Kupres, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina (izmenjava materiala)
Faculty of Forestry, University of Zagreb, Zagreb, Croatia (izmenjava materiala, bilateralno sodelovanje, skupne analize in objave)
University of Forestry, Sofia, Bulgaria (izmenjava materiala, skupne objave)
Faculty of Forestry, Technical University, Zvolen, Slovakia (izmenjava materiala, bilateralno sodelovanje, skupne analize in objave)
Institut for Multidisciplinary Research, Belgrade, Serbia (izmenjava materiala, skupne prijave projektov, analize in objave)
University of Perugia, Department of Applied Biology, Perugia, Italy (izmenjava materiala, skupne prijave projektov, analize in objave)
Juva Truffle Centre, juva Finland (izmenjava materialov in podatkov, skupne objave)

Baotou teacher's college in Inner mongolia science and technology university, Huhhot, China (skupne analize in objave)
 Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Solos. CCR- Departamento de Solos- UFSM, Brazil (Izmenjava materialov, podatkov, skupne objave in prijave projektov)
 Institute of Biology, Univesity of Skopje (izmejav materialov, obiskov, podatkov, skupne objave, prijave projektov)
 School for Forest Engineers, Faculty of Forest Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences, Skinnskatteberg, Sweden (skupne analize podatkov, objave, terensko delo in razvoj)
 Division of Biology, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA (skupne analize podatkov, objave, terensko delo in razvoj)
 Nacionalni park Sjevorni Velebit (izmenjava materialov, medsebojni obiski in izmenjave znanj s področja upravljanja z viri)
 Park prirode Velebit (zbiranje materialov in analize)

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

V sodelovanju z zgoraj omenjenimi tujimi partnerji smo uspešno objavili več člankov v SCI rangiranih revijah (glejte izpis iz COBISS) ter tudi veliko število ostalih oblik podajanja znanja v več kategorijah po COBISS. Z nekaterimi smo pripravili skupne prijave projektov (SEEERA Net, bilateralno sodelovajne, prijave EU in drugih mednarodnih projektov. Tako prijave, kot skupno objavlanje s koncem projekta ni zaključeno. Kot pomemben rezultat navajamo tudi odpiranje možnosti za pridobivanje raziskovalenga materiala in raziskovalnih ploskev (področij) v drugih državah, s čimer si širimo možnosti nadaljnjega dela in objavlanja v okviru tekočih in prihodnjih projektov.

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:

Vse reference so navedene v izpisu COBISSa (v prilogi)

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.

