

**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:

Pomen talnih lastnosti in mikroklimatskih razmer za proizvodno sposobnost jelke na rastiščih dinarskih jelovo bukovih gozdov  
POVEZOVANJE UKREPOV ZA

2. Šifra projekta:

V4-0541

3. Naslov projekta:

Pomen talnih lastnosti in mikroklimatskih razmer za proizvodno sposobnost jelke na rastiščih dinarskih jelovo bukovih gozdov

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

The significance of soil properties and mikroclimate for productivity of silver fir on Dinaric silver fir-beech forests sites

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

Talne lastnosti, jelka, proizvodna sposobnost, dinarsko jelovo bukovi gozdovi, Slovenija

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

Soil properties, silver fir, productivity, Dinaric silver fir-beech forest sites, Slovenia

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

a) Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Novi trg 2, 1000 Ljubljana; b) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; c) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, odd. za agronomijo

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

10264

dr. Primož Simončič

Datum: 13.september 2010

Podpis vodje projekta:

dr. Primož Simončič

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:

## 2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela<sup>1</sup>:

V raziskovalnem projektu smo prišli do nekaterih ugotovitev, ki bodo prispevale k boljšemu poznavanju rasti in razvoja dinarskih jelovo bukovih gozdov na območju Snežnika in omogočili še ustreznejše sonaravno gojitveno ukrepanje in gospodarjenje z mešanimi gozdovi jelke in bukve. Uporabljena metodologija vrednotenja povezave rastišče - volumska rast drevesa bi lahko postala tudi v Sloveniji nova metodologija vrednotenja rasti drevja v raznodobnih in/ali mešanih gozdovih, kjer prevladuje pestra sestojna zgradba. Podatek o podzemni biomasi ter razmerje med nadzemnim in pozemnim delom drevja je pomembna informacija o zalogah ogljika po posameznih "poolih" v jelovo bukovih gozdovih, ki se nahajajo v največjem pretežno strnjenem kompleksu gozdov v srednji Evropi.

Projekt smo zaradi interdisciplinarnosti razdelili v tri ločene sklope, ki pa se vseeno med seboj do določene mere prepletajo. Sklopi so sledeči:

- I. SKLOP: Dendrometrija, razvoj sestojev in položaj drevesnih vrst v sestojih
- II. SKLOP: Gozdna ekologija s poudarkom na gozdnih tleh in mikroklimatskih razmerah
- III. SKLOP: Dejavniki rasti jelke na visokem krasu

V prvem sklopu smo (a) ocenili nadzemno in podzemno dendromaso in določili njuno razmerje za jelko, (b) analizirali smo pretekli razvoj sestojev v GGE Leskova dolina ter poiskali nekatere vzroke sprememb drevesne sestave, (c) ocenili položaj drevesnih vrst v sestojih ter (d) preverili možnosti uporabe LIDAR snemanja za oceno zgornje višine sestojev in oceno lesne zaloge v gozdovih s pestro sestojno zgradbo mešanih in raznodobnih gozdov.

V drugem sklopu smo (a) podrobneje preučili talne razmere v dinarskih jelovo bukovih gozdovih, (b) ocenili količino organskega ogljika v gozdnih tleh, (c) analizirali mikroklimatske razmere v vrtačastem svetu visokega krasa, (d) preverili kako močno odražajo rastline mikroklimatske in talne razmere ter (e) ocenili preskrbljenost drevja s hranili.

V tretjem sklopu smo uporabili ugotovitve prvih dveh ter tako natančneje preučili (a) povezavo tla – rast drevesa, povezavo (b) pritalna vegetacija – rast drevesa in (c) izvedli primerjavo dveh načinov vrednotenja rasti.

- I. SKLOP: Dendrometrija, razvoj sestojev in položaj drevesnih vrst v sestojih
- II Nadzemna in podzemna dendromaso in njuno razmerje za jelko

V GGE Snežnik, oddelek 46, je jeseni 2008 veter izruval 15 jelovih dreves, DBH 29 – 85 cm. Terenska dela za oceno razmerja med nadzemnim in podzemnim delom dreves smo opravili spomladi 2009. Na terenu smo s sekcijsko izmero izmerili volumen debla, stehali maso krošnje in stehali maso koreninskega sistema, katerega smo predhodno očistili

<sup>1</sup> 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.

zemlje in skal. Iz panja, debla in krošnje smo odvzeli vzorce za izračun gostote lesa.

Na podlagi rezultatov je mogoče o masi koreninskega sistema z zelo veliko natančnostjo sklepati na podlagi podatkov o nadzemnih dimenzijah drevesa: DBH, višina in volumen. Zlasti zveza med maso koreninskega sistema in volumnom drevesa je zelo tesna ( $R^2 = 0.94$ ). Koreninski sistem predstavlja 17-25% celotne biomase drevesa, masa krošnje pa 6-15%. Rezultati tega segmenta razlikovalnega projekta so bili predstavljeni v prispevku z naslovom "Above and below ground dendro biomass of Silver Fir (*Abies Alba Mill.*) – case study" (Kobal s sod., 2010).

## I.II Razvoj sestojev v GGE Leskova dolina

Razvoj sestojev smo ocenili na dveh prostorskih nivojih: (a) na nivoju trajnih raziskovalnih ploskvah v dinarskih jelovo bukovih sestoji velikosti 2 ha in (b) na nivoju GGE Leskova dolina. Uporabili smo arhivske podatke o merjenju dreves na trajnih raziskovalnih ploskvah, velikih 2 ha, ter arhivske podatke o polni premerbi sestojev v GGE Leskova dolina za leto 1954.

### I.II.a Razvoj sestojev na trajnih raziskovalnih ploskvah

Ocenili smo, da je razvoj sestojev v obdobju 1951-2003 na ploskvah potekal do neke mere podobno, opazne pa so tudi razlike v razvojni dinamiki, kar lahko deloma pojasnimo tudi z rastiščnimi razmerami, ki prevladujejo na posamezni ploskvi. Zgradba gozdnih sestojev na vseh trajnih raziskovalnih ploskvah se je v zadnjih 50 letih spremenila: (a) na vseh treh ploskvah je za obdobje propadanja jelke opazen upad njene temeljnice in ponovni dvig po meritvah letu 1988, (b) uveljavitev bukve na ploskvi, ki leži na rastišču subasociacije *Abieti-Fagetum dinaricum omphalodetosum verna*, (c) uveljavitev smreke na ploskvi, ki leži na rastišču subasociacije *Abieto-Calamagrostidetosum goodyeretosum*, ter (d) le neznatno spreminjanje Shannonovega indeksa, ki predstavlja pestrost tako vrstne (H'DV) kot debelinske (H'DBH) zgradbe sestojev. Rezultati tega segmenta raziskave so podrobneje predstavljeni v prispevku z naslovom "Stand diversity in the Dinaric fir-beech forests" (Kobal in Hladnik; 2009).

### I.II.b Sprememba drevesne sestave

Neposredno spremembo drevesne sestave smo ocenili na nivoju odseka ( $n = 119$ ) v GGE Leskova dolina. Naredili smo model sprememb drevesne sestave in poiskali nekatere vzroke sprememb. Uporabili smo metodo analize kompozicij, kar drevesna sestava nedvomno je, saj jo izrazimo z deležem posamezne drevesne vrste v skupnem številu, ali temeljnici ali lesni zalogi. Omenjena metodologija je bila v gozdni ekologiji uporabljena prvič, zato smo jo v prispevku "Changes in forest species composition in the last 50 years on the Snežnik area in Slovenia studied by compositional data approach" (Kastelec, Kobal, Eler; 2009) podrobneje predstavili.

Kot glavni razlog spremembe drevesne sestave se je pokazala sama zgradba sestojev leta 1954, ekološki dejavniki na nivoju posameznega odseka (nadmorska višina, lega, naklon)

v modelu niso bile statistično značilne spremenljivke. Z modelom smo pojasnili 55% variabilnosti v spremembi drevesne sestave ( $R^2 = 0,55$ ). V gozdnih odsekih, kjer je bila manjša povprečna debelina smreke, je bila sprememba deleža smreke največja. Nasprotno, v odsekih, kjer je bila smreka debelejša, pa se je relativno bolj povečal delež bukve. V gozdnih odsekih z večjo povprečno debelino jelke je zlasti opazno relativno zmanjšanje deleža te drevesne vrste, povečal pa se je delež tako bukve kot jelke. Večje relativno povečanje deleža smreke je bilo prisotno v gozdnih odsekih z debelejšo bukviijo. Razmerje med sanitarnim in rednim posekom iglavcev ima vpliv tako na relativno povečanje deleža smreke kot bukve. V primeru nizke vrednosti razmerja, se je relativno povečal delež smreke, medtem ko je pri višji vrednosti razmerja opazno relativno povečanje delež bukve. Rezultati tega segmenta raziskave smo predstavili v prispevku z naslovom "Temporal changes of forest species composition studied by compositional data approach" (Kobal s sod., poslano v tisk).

### I.III Položaj drevesnih vrst v sestojih

Položaj jelke, smrek in bukve smo ocenili za območje GGE Leskova dolina na podlagi podatkov kontrolne vzorčne metode. Uporabili smo metodologijo medsosedskih odnosov in sicer za prostorsko razmestitev mešanosti drevesnih vrst in ocene za dominantnost drevesne vrste. V analizo smo zajeli le drevesa, debelejša od 29 cm ( $DBH \geq 30$  cm).

Ocenili smo, da se smreka in jelka pojavljata posamič oz v skupini dveh dreves, medtem ko se bukev pogosteje pojavlja v večjih skupinah po 3 oz. 4 drevesa. Med gozdnogospodarskimi razredi nismo odkrili večjih razlik, izjema je GRGE mešani gozdovi na rastiščih *Omphalodo-Fagetum lycopodietosum*. Glede dominantnosti drevesne vrste je jelka še vedno dominantna v vseh 4 GRGE, pogosto pa se kot dominantna drevesna vrsta pojavlja tudi smreka, zlasti v GRGE mešani gozdovi na rastiščih *Omphalodo-Fagetum lycopodietosum* in GRGE mešani in raznomerni gozdovi na rastiščih *Omphalodo-Fagetum homogynetosum*. Bukev zaenkrat v dinarskih jelovo bukovih gozdovih na Snežniku ostaja drevesna vrsta, ki še ni dominantna, oz je dominantna le redko. Rezultati tudi tega segmenta raziskave so podrobneje predstavljeni v prispevku z naslovom "Stand diversity in the Dinaric fir-beech forests" (Kobal in Hladnik; 2009).

### I.IV Možnosti uporabe LIDAR snemanja za oceno lesne zaloge v gozdovih s pestro sestojno zgradbo

Opravili smo LIDAR snemanje terena za pretežni del GGE Leskove doline in del GGE Snežnik s skupno površino cca. 45 km<sup>2</sup>. Za oceno možnosti ocenjevanja lesne zaloge tako za potrebe gozdnogospodarskega načrtovanja kot potrebe izračuna zalog ogljika, smo na detajlnem raziskovanem objektu v GGE Leskova dolina, oddelek 34, postavili 65 krožnih ploskev (površina 2000 m<sup>2</sup>) na sistematični vzorčni mreži. Vsem drevesom na ploskvi smo izmerili polarne koordinate, drevesno vrsto, določili socialni položaj ter izmeri DBH in višino. Z uporabo dvovhodnih volumenskih funkcij smo na vsaki ploskvi izračunali lesno zalogo.

Za potrebe obdelave podatkov LIDAR snemanja smo v programu R razvili lastno kodo izračuna digitalnega modela reliefa ter digitalnega modela višin krošenj. Razvili smo tudi

kodo določevanja položajev posameznih dreves na podlagi algoritmov iskanja lokalnega maksimuma. Rezultati kažejo, da lahko v pestri, tako vertikalni kot horizontalni, zgradbi jelovo bukovich gozdov razmeroma natančno ocenimo lesno zalogo na podlagi podatkov o višini strehe sestoja, pridobljenega z LIDAR snemanjem. Največ variabilnosti v lesni zalogi pojasnimo z izračunom povprečne višine strehe sestoja ( $R^2 = 0,80$ ) na ploskvi, manj pa z maksimalno višino strehe sestoja ( $R^2 = 0,50$ ). Število dreves, ki jih lahko na posamezni ploskvi izločimo na podlagi modela strehe sestoja v modelu ni bila statistično značilna spremenljivka. V pripravi je članek z delovnim naslovom "Growing stock estimation based on LIDAR data in uneven-aged mixed forests"

II. SKLOP: Gozdna ekologija s poudarkom na gozdnih tleh in mikroklimatskih razmerah

### II.I Talne razmere v dinarskih jelovo bukovich gozdovih

Talne razmere smo prav tako preučili na detajlnem raziskovanem objektu v GGE Leskova dolina, oddelek 34. Na 65 krožnih ploskvah sistematične vzorčni mreži smo na horizontalni projekciji izbrane dominantne jelke opravili 12 sondaž tal, skupno torej 780. Ocenil smo debelino organskih in mineralnih horizontov. Organske podhorizonte smo med seboj ločili glede na razkrojenost rastlinskih tkiv oz. opada ter prisotnosti micelijev gliv ali talne favne. Kriteriji za ločevanje mineralnih horizontov so bili zlasti barva tal, struktura in tekstura. Eluvijalni E in iluvial Bt horizonta smo ločili glede na primerjavo teksture in strukture, kambični Bw horizont pa glede na teksturo in barvo. Ocenili smo tudi skelet.

Na podlagi podatkov sondiranja tal smo za prevladujoče talne tipe na ploskvi izkopali reprezentativne talne profile ( $n = 21$ ) in odvzeli vzorce tal. Za opisovanje lokacije profila, posameznih morfoloških in fizikalnih lastnosti talnih vzorcev, ter za vzorčenje tal je bila uporabljena mednarodna FAO. Laboratorijske analize kemijske in fizikalnih lastnosti tal so bile opravljene v laboratoriju za gozdno ekologijo LGE na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Vzorce tal smo zračno posušili, presejali skozi 2 mm sito in v njih določili naslednje kemijske in fizikalne parametre: pH v kalcijevem kloridu, vsebnost C in N s suhim sežigom, karbonate in tekstura tal s sedimentacijsko metodo in pipeto po Köhnu.

Prevladujejo plitva tla s skupno globino do 20 cm. Tla, kjer so se neposredno na matični podlagi razvili le organski podhorizonti (Ol in/ali Of in/ali Oh) so se pojavila na 13% vseh sondaž, medtem ko se tla, kjer je poleg organskega horizonta razvit tudi humusno-akumulativni mineralni Ah horizont pojavijo na 44% vseh sondaž tal. Globlja tla, z razvitim kambičnim Brz horizontom so bila prisotna na 36% sondaž, medtem ko smo tla s prisotnim izpranim E in iluvialnim Bt horizontom našli na 7% vseh sondaž. Slednja se pojavljajo zlasti na dnu vrtač. Prevladujoča debelina organskega O horizonta in humusno-akumulativnega Ah horizonta je bila 0-5 cm oz. 0-10 cm. Kambični Brz horizont, izprani E horizont ter iluvialni Bt horizont so bili debeli do 80 cm, povprečna debelina pa je bila sledeča: Brz = 20 cm, E = 22 cm in Bt = 28 cm. Ocenjena površinska skalovitost je 30%.

Glede na prisotnost genetskih horizontov smo talne profile razvrstili v tri skupine tal; rendzine ( $n = 5$ ), rjava pokarbonatna tla ( $n = 9$ ) in izprana tla ( $n = 7$ ). Tla na raziskovalnem objektu so meljasto glinene teksture z majhnim deležem peska. Vrednost pH se v povprečju giblje med 4,7 do 6,9, kationska izmenjalna kapaciteta je v povprečju

med 14,8 cmol(+)/kg do 137,0 cmol(+)/kg, nasičenost za bazami pa je povsod, razen v izpranem E horizontu, večja kot 90%. V humusno-akumulativnem Ah horizontu je zlasti zaradi visoke vsebnosti organskega ogljika (> 10%) in gline (> 35%) kationska izmenjalna kapaciteta največja. Eluvialni-ilvualni procesi se kažejo v Ah in E horizontih izpranih tal, kjer je pH vrednost najnižja, zaradi izpiranja pa je tako vsebnost gline kot organske snovi zmanjšana. Posledično je vsebnost gline največja v Bt horizontu. V mineralnem delu dal je razmerje C/N v povprečju povsod pod 20. Razmerje C/N v organskem delu tal pada s stopnjo razgradnje organske snovi iz 41,8 v opadu na 18,3 v humusnem Oh horizontu. Rezultati tudi tega segmenta raziskave so podrobneje predstavljeni v prispevku z naslovom "Contributions of soil properties to silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in Dinaric Mountains" (Kobal s sod., v recenziji).

## II.II Ocena količine organskega ogljika v gozdnih tleh

Tako vzorčenje tal, kot sama analiza njihovih fizikalnih in kemijskih lastnosti, je običajno izvedbeno zahtevna, časovno potratna ter zahteva drage merilne naprave. Domnevno je ravno "nedostopnost" nekaterih pedoloških podatkov, hkrati pa velika potreba po le-teh, pospešila razvoj novih metod, s katerimi je mogoče iz cenejših in lažje merljivih parametrov tal, sklepati na določene, vendar težje dostopne lastnosti. Razvite so bile t.i. pretvorbene funkcije tal, s pomočjo katerih na podlagi različnih statističnih modelov pri določeni stopnji tveganja in z dovolj veliko natančnostjo sklepamo na težko merljiv talni parameter.

## II.III Analiza mikroklimatskih razmere v vrtačastem svetu visokega krasa

Analiza mikroklimatskih razmere smo prav tako preučili na detajlnem raziskovanem objektu v GGE Leskova dolina, oddelek 34. Za potrebe spremljanja temperatur smo vseh 65 ploskvah opremili z merilci vlage in temperature zraka DL-120TH. Osnova merilca je senzor SHT11 Proizvajalca Sensirion (Natančnost: RH +/-3.0%, T +/-0.4°C). Interval snemanja smo nastavili na 10 minut. Vsi merilci so bili predhodno izpostavljeni istim temperaturnim pogojem v posebnem inkubatorju. Med njimi nismo zaznali večjih ali sistematičnih temperaturnih odstopanj od predpisanih v tehnični specifikaciji. Merilce smo pred škodljivimi okoljskimi vplivi in v izogib nerealnim meritvam zaradi direktnega sončnega sevanja zaščitili s posebnim zaklonom bele barve.

Rezultati merjenja temperature in vlage kažejo, da ima raziskovalni objekt značilnost mrazišča, saj z naraščajočo nadmorsko višino povprečna temperatura narašča. Hladen zrak se očitno dalj časa zadržuje na dnu vrtač in s tem vpliva na pojavljanje rastlinskih vrst in pomlajevanje drevesnih vrst. Primerjava minimalnih, povprečnih in maksimalnih temperatur glede na lego merilca v prostoru (dno vrtače, pobočje, greben) kaže statistično značilne razlike ( $p < 0,05$ ). Največje razlike med oblikovanimi skupinami so med povprečnimi temperaturami merilnih mest. V povprečju so temperature najnižje na dnu vrtače, sledijo jim temperature izmerjene na pobočju, najvišje temperature pa smo izmerili na vrhu grebenov.

Med absolutnimi maksimalnimi temperaturami merilnih mest ni statistično značilnih razlik glede na lego merilnega mesta. Vzrok temu lahko iščemo v gozdni zgradbi naše



raziskovalne ploskve. Sestoji so namreč že prešli v obnovo in so na nekaterih mestih že močno presvetljeni. Na določenih mestih se pojavljajo bolj ali manj velike vrzeli. Delež direktnega sončnega sevanja je tako v nekaterih sestojih, še posebno tistih z južno ekspozicijo, močno povečan. Tako so merilna mesta, ki prejmejo več direktnega sončnega sevanja v povprečju toplejša. Na takih točkah se pojavljajo tako imenovane sončne lise, ki lahko odločilno vplivajo na procese v tleh ter posledično na razvoj mladja in s tem uspešnost pomlajevanja.

V pripravi je članek z delovnim naslovom "Prostorska in časovno gibanje temperature in relativne zračne vlage v vrtačastem svetu visokega krasa".

#### II.IV Kako močno odražajo rastline mikrorastiščne razmere?

Na mestih izkopa talnih profilom, smo pred izkopom le teh, popisali vegetacijo na ploskvi velikosti  $1 \times 1$  m. Podatek o klimatskih spremenljivkah (temperatura in relativna zračna vlaga) smo povzeli po najbližjem merilcu, saj smo profile praviloma izkopali v neposredni bližini postavljenih merilcev DL-120 TH. Povezavo med ekološkimi dejavniki in pritalno vegetacijo smo analizirali z uporabo kanonične korespondenčne analize (CCA) in logistične regresije.

Od 76 popisanih rastlin se jih je 15 izkazalo kot indikatorskih. Od tega je 9 višjih rastlin in 6 mahov. Na nižjo pH vrednost kažejo *Abies alba*, *Dicranum scoparium*, *Mnium thomsonii*, *Rhytidiadelphus triquetrus* in *Vaccinium myrtillus* ter *Picea abies*, visoko pH vrednost pa nakazujejo *Acer pseudoplatanus*, *Cardamine trifolia*, *Ctenidium molluscum* in *Mercurialis perennis*. Na nižjo kationska izmenjalno kapaciteto tal (KIK) nakazujejo *Mnium thomsonii*, *Carex sylvatica* ter *Calamagrostis varia*, ki nakazuje tudi na nižjo nasičenost tal z bazami. Na tla, revnejša z dušikom nakazujejo *Cardamine trifolia*, *Carex sylvatica* in *Galium odoratum*, medtem ko na tla, bogatejša z dušikom nakazujejo *Dicranum scoparium*, *Picea abies*, *Rhytidiadelphus triquetrus* in *Vaccinium myrtillus* ter *Ctenidium molluscum*, ki kaže tudi na nižje C/N razmerje. Obratno, na višje C/N razmerje kažejo naslednje rastline: *Galium odoratum*, *Hypnum cupressiforme*, *Picea abies* in *Vaccinium myrtillus*. Na večje koncentracije organskega ogljika v tleh nakazuje *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme*. Na veliko nasičenost tal z bazami nakazuje *Fissidens dubius*. Kot indikatorji talnih razmer so se zlasti izkazali mahovi.

#### II.V Preskrbljenost drevja s hranili

Na posekanih dominantnih jelkah smo nabrali enoletne in dvoletne foliarne (iglice) vzorce za določitev preskrbljenosti drevja s hranili. Iglice smo posušili in jih v laboratoriju za gozdno ekologijo na GIS (LGE GIS) analizirali. V iglicah so bila določena hranila dušik (N), fosfor (P), kalij (K), kalcij (Ca), Mg (magnezij), določen pa je bila tudi vsebnost C (ogljik) ter masa iglic (m pop = 4,075 g z. s.). Glede dušika so jelke razmeroma dobro preskrbljene (Npop = 1,398%), pomanjkanje smo zaznali le pri treh drevesih. Zaradi karbonatne matične podlage so vsebnosti kalcija (Cpop = 10,75 g/kg), magnezija (Mgpop = 1,55 g/kg) in kalija (Kpop = 5,67 g/kg) velike, fosforja pa je malo (Ppop = 1,02 g/kg). Zanimivo je, da so vsebnosti žvepla relativno velike, vendar v primeru obravnavanega

razsikovalnega objekta ne gre za antropogene imisije žvepla ( $S_{max} = 0,227\%$ ). Vsebnosti ogljika so pričakovane ( $C = 54,04\%$ ).

### III. SKLOP: Dejavniki rasti jelke na visokem krasu

#### III.I Povezava tla – rast drevesa

Vpliv tal na rast dominantnih jelk smo prav tako preučili na detajlnem raziskovanem objektu v GGE Leskova dolina, oddelek 34. Na 65 krožnih ploskvah sistematične vzorčne mreže smo izbrali dominantno jelko, jo posekali in odvzeli kolute ( $n = 992$ ) za debelne analize. V programskem jeziku R smo izdelali lastno kodo za izračun debelne analize. Kot merilo rasti drevesa, smo izračunali specifični volumenski prirastek (SVI) za zadnjih 5 let. Talne razmere za vsako jelko smo ocenili, kot smo opisali v poglavju II.I.

Rezultati so pokazali, da ima globina tal na SVI statistično značilen pozitiven vpliv, medtem ko značilnega vpliva debeline horizontov na prirastek nismo potrdili. V nadaljevanju tega segmenta raziskave smo oblikovali skupine dreves s podobnimi talnimi lastnostmi, med katerimi smo potrdili statistično značilen razlike med oblikovanimi skupinami. Najnižji prirastek imajo drevesa, kjer prevladuje O-A-C talni profil (rendzina), sledijo drevesa, ki uspevajo na tleh s pretežno O-A-Brz-C talni profil (rjava pokarbonatna tla), največji prirastek, ki pa ni statistično značilno višje od prirastka drevesa na rjavih pokarbonatnih tleh, imajo tla, ki rastejo na tleh, kjer prevladuje O-A-E-Bt-C talni profil. Znotraj posamezne skupine dreves smo preverili še vpliv debeline posameznega talnega horizonta. V skupini dreves na rendzinah debelina A horizonta nima statistično značilnega vpliva ( $p > 0,05$ ), v skupini dreves na rjavih pokarbonatnih tleh ima debelina Brz horizonta mejno statistično značilen pozitiven vpliv ( $p = 0,076$ ), v skupini dreves na pretežno izpranih tleh pa ima debelina izpranega E horizonta statistično značilen negativen vpliv ( $p < 0,05$ ). Zaključimo lahko, da ima zlasti prisotnost Brz in E horizonta pomemben vpliv na volumski prirastek drevesa. Rezultati tega segmenta raziskave so podrobneje predstavljeni v prispevku z naslovom "Contributions of soil properties to silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in Dinaric Mountains" (Kobal s sod., v recenziji) ter v prispevku "Relationships between some soil properties and growth of silver fir on high Karst area of Snežnik mountains" (Kobal s sod., 2010).

#### III.I Povezavo pritalna vegetacija – rast drevesa

Po srednjeevropski metodi (Braun-Blanquet 1964) smo popisali vegetacijo (grmovno, zeliščno in mahovna plast) in vseh 65 ploskvah in popise vnesli v bazo FloVegSi. Skupno smo na ploskvah določili 128 semenk, 17 praprotnic in 27 mahov in lišajev. Stalnost 50 % in več ima 40 semenk, 5 praprotnic in 9 mahov. V fitocenološko tabelo smo popise uredili s hierarhično klasifikacijo in pri tem uporabili programski paket SYN-TAX. Povezavo med pritalno vegetacijo in rastjo drevesa (specifični volumenski prirastek) smo preverili na osnovi kanonične korespondenčne analize (CCA) in povezavo med osmi ordinacije in SVI.

Popisi so si floristično precej podobni, posebej se grupirajo nekateri popisi v kraških vrtačah oz. na njihovem skalnatem obrobju. (kjer se pojavljajo nekatere vrste, ki jih

drugje nismo popisali). S podatki vegetacijskih popisov smo pojasnili 12% variabilnosti ( $R^2 = 0,12$ ) rasti drevesa. V razmeroma homogenih rastiščnih razmerah (nadmorska višina, geološka podlaga, oblika površja, krajevno podnebje) vegetacijski popisi, narejeni po Braun-Blanquetovi metodi (torej z ocenjevanjem in ne natančnim štetjem ali drugačnim podrobnejšim vrednotenjem rastlin) ne kažejo vedno na posebnosti mikrorastišč in takšni popisi niso dovolj natančno orodje, s katerim bi lahko prepoznali mozaičnost talnih tipov. V pripravi je članek z delovnim naslovom "Can understory vegetation accurately predict specific volume increment?"

### III.II Model rasti jelke

V tem segmentu raziskave smo skušali pojasniti volumenski prirastek jelke (SVI) z kompeticijo in izmerjenimi talnimi razmerami na nivoju posameznega drevesa. Uporabili smo koncept "model rasti drevesa", kjer na podlagi (a) kompeticije med drevesi, (b) dimenzij drevesa in (c) rastišča napovemo (debelinski, višinski, volumenski) prirastek drevesa. Ker smo kot odvisno spremenljivko v model vključili specifični volumenski prirastek, ki je neodvisen od starosti in dimenzij drevesa (predstavlja razmerje med prirastkom drevesa zadnjih  $n$  let in površino kambija, kjer nov les nastaja), smo kot pojasnjevalne spremenljivke v model vključili le kompeticijske in talne razmere.

Kompeticijo smo opredelili z od razdalje odvisnim Hegyijevim indeksom kompeticije. Pred tem smo v okolici vsake posekane dominantne jelke v radiu 25,23m (2000 m<sup>2</sup>) izmeril vsem drevesom na ploskvi polarne koordinate, drevesno vrsto, določili socialni položaj ter izmeri DBH in višino.

Glede na enačbo za izračun Hegyijevega indeksa kompeticije imajo debelejša drevesa večji vpliv na velikost indeksa kompeticije, tanjša drevesa pa manjši. Prav tako je iz enačbe lahko sklepamo, da imajo bližnja drevesa večji vpliv, bolj oddaljenega pa manjši. Za določitev maksimalne oddaljenosti med obravnavanim drevesom in konkurenti, do koder je med drevesoma še prisotna kompeticija, smo uporabili metodologijo, ki predpostavlja, da kompeticija poteka do take medsebojne oddaljenosti dreves, da je koeficient korelacije med rastjo drevesa in indeksom kompeticije največji. Tako smo v izračun indeksa kompeticija postopoma vključevali drevesa na določeni oddaljenosti od obravnavane jelke, relativno glede na njene dimenzije, in spremljali koeficient korelacije med prirastkom drevesa in indeksom kompeticije.

Podobno smo določili tudi premer drevesa, nad katerim je drevo že konkurent, kjer smo v izračun indeksa kompeticija postopoma vključevali drevesa nad določenim premerom, relativno glede na dimenzije obravnavane jelke, in spremljali koeficient korelacije med prirastkom drevesa in indeksom kompeticije. Hegyijev indeks kompeticije smo najprej izračunali za vse drevesne vrste skupaj, nato pa ločeno za jelko in ločeno za ostale drevesne vrste, predvsem smreko in bukev.

Rezultati so pokazali, da se največji koeficient determinacije med SVI in Hegyijevim indeksom kompeticije pojavi pri vključevanju dreves nad premerom, ki je enak  $0,34 \times$  DBH obravnavane jelke, ter do razdalje, ki je enaka  $33 \times$  DBH obravnavane jelke. Drugače povedano, drevo je drevesu konkurent, če presega 34 % njegove debeline, konkurenčna drevesa pa se pojavijo na oddaljenosti do  $33 \times$  njegove debeline. Za jelko debelo 50 cm (DBH = 50 cm) so konkurentje vsa drevesa, ki so debelejša od 17 cm (DBH > 17 cm),

pojavnjajo pa se na oddaljenosti do 16,5 m.

V nadaljevanju smo najprej smo z uporabo multiple regresije modelirali SVI v odvisnosti od kompeticije ter morfoloških lastnosti tal, kot so skupna globina, debelina humsno-akumulativnega horizonta ter globina humusne plasti (Of + Oh + Ah), pozneje pa smo izdelali še regresije po stratumih, ki jih predstavljajo združbe tal, v katere smo uvrstili analizirane jelke.

S specifičnim volumenskim prirastkom jelke je najbolj povezana kompeticija, in sicer je povezava negativna: višja kompeticija, nižji volumenski prirastek. Kompeticija, ki je izražena z indeksom kompeticije pojasni 51,7% variabilnosti SVI. Kot drugo pojasnjevalno spremenljivko (poleg indeksa kompeticije) smo v model vključili povprečno globino tal, katero smo izračunali na podlagi sondiranja tal v okolici vsake preučevane jelke. Povezava med SVI in povprečno globino tal (ob kontorli kompeticije) je pozitivna ( $r = 0,259$ ,  $p = 0,047$ ), regresijski model pa smo z vključitvijo podatka o globini tal statistično izboljšali ( $p = 0,047$ ). V naslednjem koraku smo v regresijski model namesto podatka o globini tal vključili podatek o debelini Ah horizonta in s tem smo pojasnili 59,7% variabilnosti SVI. Povezava med debelino Ah horizonta (ob kontorli kompeticije) in SVI je negativna ( $r = -0,214$ ,  $p = 0,001$ ). Kot zadnjo spremenljivko, ki je bila v regresijskem modelu statistično značilna ( $p < 0,05$ ) smo testirali še skupno debelino humsnih horizontov. Povezava med SVI in skupno povprečno debelino Of, Oh in A horizontov je (ob kontorli kompeticije) negativna ( $r = -0,171$ ,  $p < 0,001$ ). Model pojasni 60,9% variabilnosti SVI.

Nato smo naredili regresijo po stratumih (združbah tal) in med seboj primerjali učinek kompeticije na SVI; vrednost odsekov na ordinati in naklone premic. Vsi trije nakloni premic se med seboj statistično razlikujejo ( $p < 0,001$ ), kar pomeni različen učinek kompeticije na zmanjševanje prirastka jelke. Odseka na ordinati med prvim (SA1) in drugim (SA2) stratum se statistično ne razlikujeta ( $p = 0,798$ ), ostale razlike so statistično značilne ( $p < 0,05$ ). Z modelom smo pojasnili 66,8% variabilnosti SVI. Rezultati tega segmenta raziskave so podrobneje predstavljeni v prispevku z naslovom "Growth response of silver fir (*Abies alba* Mill.) to competition along an environmental gradient in the Dinaric Mountains" (Kobal s sod., v recenziji).

### III.III Primerjava dveh načinov vrednotenja rasti

Med seboj smo primerjali v slovenskem gozdarstvu že tradicionalni rastiščni indeks SI100, ki predstavlja zgornjo višino sestoja pri določeni starosti, običajno 100 let. Ker je bil rastiščni indeks razvit za določanje proizvodne sposobnosti čistih in enodobnih sestoje (monokulture iglavcev), se je v raznodobnih in mešanih sestojih izkazal kot manj primeren. Namesto SI100 so se razvili t.i. modeli rasti drevesa, kjer je osnovna enota opazovanja posamezno drevo in ne več sestoj. Prirastek drevesa napovedujemo na podlagi podatka o kompeticiji, dimenzijah drevesa in rastišču. V tem segmentu raziskave smo za potrebe primerjave obeh načinov vrednotenja rasti izračunali še višino vseh 65-ih jelk pri starosti 100 let in naredili primerjavo z podatki specifičnega volumskega prirastka. Izračunali smo Pearsonov koeficient korelacije med rastiščnim indeksom pri starosti 100 let in specifičnim volumenskim prirastkom zadnji 5 let. Dobili smo statistično značilno negativno povezavo ( $r = -0,333$ ,  $p = 0,007$ ), iz česar sledi, da dajeta omenjeni metodi popolnoma različne rezultate. Na nek način je tak rezultat pričakovan, saj jelka zaradi

sencozdržnosti dolgo časa preživi pod streho sestaja in tako rastiščni indeks ne odraža dejanskih rastiščnih razmer. V nadaljevanju smo zato preverili še korelacijo med specifičnim volumenskim prirastkom zadnji 5 let in višinskim prirastkom jelk zadnjih 100 let. Pearsonov koeficient korelacije je v tem primeru visoko statistično značilen in pozitiven ( $r = 0,549$ ,  $p < 0,001$ ). Preverili smo tudi povezavo med višinskim prirastkom dreves prvih 100 let (SI100) ter zadnjih sto let. Povezava med rastiščnim indeksom in višinskim prirastkom jelk zadnjih 100 let je mejno statistično značilno negativna ( $r = 0,222$ ,  $p = 0,07$ ). Na podlagi primerjave med različnimi načini vrednotenja rasti lahko sklepamo, da se je rastiščni indeks tudi v primeru dinarskih jelovo bukovih gozdov izkazal za manj primerno metodo določanja proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč.

S posebno analizo smo oblikovali možnost za primerjavo nove metode vrednotenja in dosedanjih raziskovanj o kakovosti rastišč. Primerjali smo volumenski prirastek jelk v petletnem obdobju pri 100 letih in dosegli pozitivno korelacijo s tabličnim rastiščnim indeksom SI100 ( $r=0,56$ ). Podobno smo ocenili tudi pri starosti 160 let, kar je zgornja starostna meja tabličnih podatkov SI100. S tem preizkusom smo sicer oblikovali povezavo z dosedanjimi raziskovanji gozdnih rastišč, vendar je za operativno delo doba zastrtosti v raznodobnih gozdovih prevelika, da bi se še naprej lahko opirali zgolj na klasični rastiščni indeks SI100. V naši raziskavi so bile razlike med dejanskimi višinami in modelnimi višinami za SI100 tudi do 11 m, pri večini dreves nižje od modelnih višin pri 100 letih. V nadaljnjih raziskovanjih raznodobnih in mešanih gozdov je vsekakor treba preiti na modele rasti posameznih dreves.

### 3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen<sup>2</sup> 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.

---

<sup>2</sup> Označite lahko več odgovorov.

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

Rezultati naloge prispevajo k boljšemu poznavanju rasti in razvoja dinarskih jelovo bukovih gozdov na območju Snežnika, kar bo potencialno omogočilo še ustrežnejše sonaravno gojitveno ukrepanje in gospodarjenje z mešanimi gozdovi jelke in bukve v dinarskem svetu. Podrobnejše poznavanje interakcij rastiščnih dejavnikov lahko omogočilo še ustrežnejše sonaravno gojitveno ukrepanje in gospodarjenje s temi gozdovi, nekateri izsledki pa o mogočajo podrobnejše bonitiranje teh gozdov in so pomemben pripomoček za vrednotenje gozdnih zemljišč. Rezultati bodo pomemben pripomoček pri opredeljevanju gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih ciljev

Podatki o nadzemni in podzemni biomasi in deležih dendromase ter v 46 oddelku GGE Snežnik, oddelek 46, kjer je veter izruval 15 jelovih dreves (DBH 29–85 cm), ter na osnovi izmerjenih podatkov na raziskovalnem objektu v GGE "Leskova dolina" (ogljik v opadu in mineralnem delu tal, nadzemna biomasa), so pomembna dopolnilna informacija glede zalog ogljika za štiri izbrane zalogovnike ogljika (nadzemna, podzemna dendromasa, ogljik v mineralnem delu tal in opadu) za jelovo bukove gozdove, ki se nahajajo v dveh največjih pretežno strnjenih kompleksih gozdov pri nas. Rezultati naloge bodo lahko služili kot manjša dopolnilna nacionalna ekspertiza za pripravo letnega nacionalnega poročila NIR, ki ga mora Slovenija vsako leto oddati v skladu z zahtevami Kyotskega protokola in Konvencije UNFCCC (EU in Konvenciji) za obdobje 2008-2012.

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

Dolgoročni rezultati naloge so doprinos k razvoju in izboljšanju ter nadaljnem razvoju različnih metod, analitskih postopkov in (potencialno) uvajanje novih tehnologij v gozdarski stroki (LIDAR, modeli rasti drevja, uporaba in razvoj specifičnih kod za program R, ...). Iz aktivnosti izhaja predvsem potreba po povezovanju strokovnjakov različnih strok in področij s sinergijo znanj pridobiti in nadgraditi obstoječe raziskovalne metode in analitska orodja. Nujno moramo nadaljevati s temeljnimi (!) in aplikativnimi raziskavami v perspektivnem in nacionalno pomembnem področju gozdarstva. Zaradi sodobne potrebe bo hitrem načinu pridobivanja znanj se ne sme pozabiti na temeljne raziskave.

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?

Glede na čas trajanja projektne naloge (24 mesecev) in dejstvo, da trenutno potekajo štiri recenzijski postopki prispevkov za revije ter doktorska naloga, ki so nastali na osnovi rezultatov projektne naloge, predvidevamo, da bodo rezultati zanimivi in uporabni za sodelavce Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS), ZGS OE Postojna (GGE Snežnik), ARSO

ter skupino nacionalnih poročevalcev, ki pripravlja NIR za sektor LULUCF za KP in Konvencijo UNFCCC, za pripravo preglednega prispevka o izračunih ogljika v tleh za evropske gozdove (po regijah) v okviru WP3 COST akcije FP0803 Belowground carbon turnover in European forests (primer uporabe lokalne in PTF za izračun gostote tal za tla v jelovo bukovih gozdovih, ugotavljanje podzemne mase/volumna korenin jelk, metoda uporabe kvarcnega peska za določitev volumna vzorcev tal za kvantitativne analize etc.). Za podobne namene sodelavci projektne naloge sodelujejo s kolegi ICP Forest, FSCC pri pripravi in obdelavi podatkov EU monitoringa gozdnih tal (BioSoil modul Soil; Program Forest Focus, FutMon Life+ in ICP Forest).

Za namen predstavitve rezultatov naloge in predstavitve možnosti uporabe LIDAR snemanja za oceno lesne zaloge v gozdovih s pestro sestojno zgradbo načrtujemo v naslednjem letu (2011) skupaj s sodelavci ZGS pripraviti manjšo enodnevno delavnico. Žal takšne delavnice ni bilo mogoče zaradi časovnih omejitev načrtovati oz. izvesti v času trajanja projektne naloge.

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

V raziskovalno nalogo je bil intenzivno vključen MR Milan Kobal, ki bo v mesecu septembru 2010 oddal doktorsko nalogo. Poleg MR sta bila v nalogi solelovala dva študenta BF, Oddelka za obnovljive vire; Alvaro Montesinos Valera z diplomskim delom (visokošolski strokovni študij) "Distribution of above and below ground woody biomass in silver fir (Abies Alba Mill.) and its significance for carbon dioxide sequestration and biodiversity of forest stands in Dinaric forest of Slovenia". Diplomiral je v juniju 2010. Študent BF () Bor Kranjc bo iz tematike ekologije jelovo bukovega gozda in izbranih talnih lastnosti v Leskovi dolini zagovarjal svoje diplomsko delo v novembu oz. decembru letos. Študent A. Martinčič, BF, Oddelek za lesarstvo, visokošolskega strokovnega študija v bil projekt vključen (posredno) z obdelavo problematike variabilnosti gostote lesa debla, vej in korenin jelk s Snežniškega območja, nalogo bo zagovarjal v septembru 2010.

## 4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

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

- BOKU, Dunaj, Avstrija; Prof. K. Katzensteiner (sodelovanje pri zasnovi projektne naloge in razprava glede obdelave in vrednotenja podatkov);  
- Šumarski Institut Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, HR-10450 Jastrebarsko, Hrvaška; dr. Nenad Potočić (obdelava podatkov in sodelovanje pri pripravi ter oddaja prispevka);  
- Research Institute for Nature and Forest, Gaverstraat 4, B-9500 Geraardsbergen, Belgija; dr. Bruno De Vos (obdelava podatkov in sodelovanje pri pripravi ter oddaja prispevka);  
Poleg sodelovanja s tujimi raziskovalnimi organizacijami je v okviru projektne naloge potekalo in poteka sodelovanje pri analizah in vrednotenju podatkov in pripravi prispevkov za tuje in domače revije med raziskovalci GIS in raziskovalci Univerze v Ljubljani, Biotehniške fakultete, Oddeleka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Oddeleka za agronomijo in Oddeleka za lesarstvo ter predstavniki SAZU in ZGS (centralna enota in OE Postojna).



#### 4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Rezultati tovrstnega sodelovanja pomenijo veliko za izmenjava in hiter prenos znanj in s tem interdisciplinarni pristop predvsem na področjih, ki jih v matični RO ne razvijajo, uporabe novih statističnih metod za obdelavo podatkov (primer metode analize kompozicij).

#### 5. Bibliografski rezultati<sup>3</sup> :

*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.*

---

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

## 6. Druge reference<sup>4</sup> vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

- Predstavitev izbranih rezultatov na mednarodnem srečanju COST akcije FP0803 v Ljubljani, 1-4. september 2010; Kobal M. et al., "Above and below ground dendro biomass of Silver Fir (*Abies Alba* Mill.) – case study" in Kobal M. et al.: "Organic carbon and bulk density estimation for forest soils – development of PTF" (poster); aktivno sodelovanje in predstavitev raziskav projekta v okviru WP3 Soil C stocks and turnover;
- Del rezultatov je bil predstavljen na 5. Slovenskem Simpoziju o ratalinski biologiji (6.-9. september Ljubljana; Vilhar, U., Simončič, P.; "Carbon dynamics of a beech stand after man-made disturbances", predavanje na mednarodni znanstveni konferenci, predstavitev prispevka Vilhar, U., Simončič, P.: "Changes of carbon stock in beech stand in SE Slovenia: effect of forest management practice" na mednarodnem IUFRO srečanju na Bledu: Small scale forestry in a changing world: opportunities and challenges and the role of extension and technology transfer, 6.–12. junij 2010; predstavitev na znanstvenem srečanju "Gozd in Les" z javno okroglo mizo, GIS, Ljubljana, 27.05.2010; Vilhar s sod.: "Dinamika ogljika v gozdnih ekosistemih : študija primera za bukov gozd v JV Sloveniji".
- Kraigher, H., Simončič, P.: "Več moramo dvedeti o dogajanju v tleh; Dinamika ogljika v gozdnih ekosistemih; Delo, znanost, 2. september 2010;

V okviru naloge so bile izvedene sodobna snemanja z LIDAR-sko tehniko. Narejen je bil razvoj lastnih kod v statističnem programu R za različne obdelave (npr. LIDAR psonetkov, rasti drevja idr.), ter primerjava nekaterih standardnih postopkov, kot je rastiščni indeks z novejšimi, npr. modeli rasti drevja.

- Interne predstavitve na GIS.

Predstavitve za naročnika/e oz. sofinancerje projekta bodo predvidoma sledile po zaključku projekta, kot so že v okviru že izvedenih predstavitev diplomskih nalog oz. izvedenih v prihodnosti. V naslednjem letu načrtujemo tudi izvedbo delavnice skupaj s sodelavci ZGS "Možnosti uporabe LIDAR snemanja za oceno lesne zaloge v gozdovih s pestro sestojno zgradbo".

Prispevki, ki povzemajo rezultate naloge in so v recenzijskem postopku so:

- "Growth response of silver fir (*Abies alba* Mill.) to competition along an environmental gradient in the Dinaric Mountains" (Kobal s sod.);
- "Pedotransfer functions for bulk density estimation of forest soils" avtorjev M. Kobal, M. Urbančič, N. Potočić, B. De Vos, P. Simončič;
- "Contributions of soil properties to silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in Dinaric Mountains" (Kobal s sod., v recenziji)
- "Relationships between some soil properties and growth of silver fir on high Karst area of Snežnik mountains" (Kobal s sod., 2010).

<sup>4</sup> 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.

