

lu = 10409  
ID = 1774502

e 514

**ZAKLJUČNO POROČILO  
O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA  
NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA  
PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2001 – 2006«**

**I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta**

1. Naziv težišča v okviru CRP:

URAVNOTEŽEN REGIONALNI IN PROSTORSKI RAZVOJ TER RAZVOJNA  
VLOGA OKOLJA

2. Šifra projekta:

V4-0985

3. Naslov projekta:

Vpliv klimatskih sprememb na gozdne ekosisteme

4. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Gozdarski inštitut Slovenije

5. Trajanje projekta

1. 9. 2004 do 30. 11. 2006

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

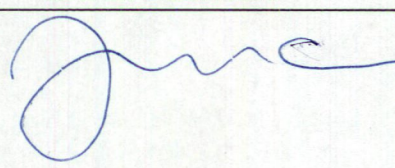
7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

07948 Dušan Jurc

Datum: 22. 11. 2006

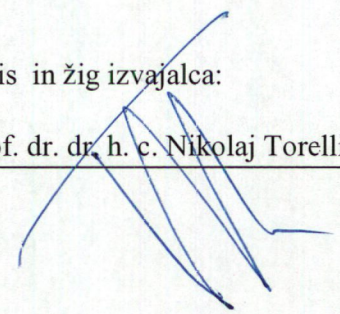
Podpis vodje projekta:

doc. dr. Dušan Jurc



Podpis in žig izvajalca:

Prof. dr. dr. h. c. Nikolaj Torelli





GOZDARSKA KNJIZNICA

GIS K E  
544

GIS BF - GOZD.



22006000231

COBISS •



## 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>:**

Delo je potekalo v šestih delovnih skupinah (v nadaljevanju DS): I. DS KLIMATSKI SCENARIJI, II. DS RANLJIVOST, III. DS RODOVITNOST, IV. DS GOZDNI GENSKI VIRI, V. DS VARSTVO IN GOJENJE GOZDOV, VI. DS PROSTORSKI PRIKAZI. Delo DS I. in VI. je bilo namenjeno podpori dela ostalim štirim skupinam (predvsem preskrbeti elektronske zbirke podatkov o klimi, scenarije za prihodnost in prikazati podatke in rezultate v geografski obliki), zato delo v okviru DS I. predstavljamo okvirno, delo v okviru DS VI. pa sploh ne, ker je integrirano v delo ostalih skupin. DS II-V so publicirale večje število prispevkov, ki jih navajamo v bibliografiji sodelavcev projekta, mnogo rezultatov pa je ostalo še nepubliciranih. Zaključene, najpomembnejše neobjavljene rezultate delovnih skupin II., IV. in V. zato navajamo v tem poročilu, DS III pa je objavila rezultate za macesen (bibliografija T. Levanič) in zbrala podatke za smreko in hraste, ki jih bo objavila kasneje in še niso dokončno urejeni. Vsi še neobjavljeni rezultati bodo pripravljene in in predvidoma objavljeni v zborniku Gozdarskih študijskih dni 2007 (znanstvena monografija), ki bodo obravnavali prav vpliv klimatskih sprememb na gozd in gozdarstvo Slovenije, kar je bila tema te raziskave. Dvodnevno posvetovanje bo predvidoma spomladi 2007, organiziral ga bo Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF.

### **I. Delovna skupina: klimatski scenariji**

Bergant je priredil podatke iz svojih raziskovanj (Bergant in sod., 2006; Bergant in sod., 2005) in naredil napovedi za temperaturo, padavine in evapotranspiracijo. Napovedi so podane kot mesečna povprečja za devet krajev v Sloveniji: Ljubljana, Novo mesto, Maribor, Murska Sobota), Rateče-Planica, Postojna, Slap pri Vipavi, Bilje in Portorož. Temperature so v °C, evapotranspiracija in padavine pa v mm·dan<sup>-1</sup>.

Pri izdelavi modelov za napovedi je Bergant uporabil meritve na izbranih postajah na območju Slovenije za obdobje 1951–2005. Bilje imajo podatke le od leta 1963, zato so podatki za obdobje 1951–1962 interpolirani na osnovi vrednosti preostalih postaj. V Portorožu na Letališču potekajo meritve od leta 1987 naprej, prej so potekale meritve na lokaciji Beli Križ (od leta 1974), še prej pa so potekale meritve v Kopru. Kljub temu da so si vsi trije kraji relativno blizu, ni enostavno združiti njihove podatkovne nize, saj so lokacije z vidika mikroklimе precej različne. Podatki so šli skozi postopek homogenizacije, kjer sta se poenotila povprečje in varianca v prekrivajočem se obdobju meritev, pri čemer se je dnevno količino padavin predhodno transformirala s četrtim korenem, da je bila porazdelitev podatkov podobna bolj normalni porazdelitvi.

Modeli za napovedi so bili narejeni s pomočjo metode glavnih komponent in s pomočjo regresije delnih najmanjših kvadratov. Izdelani so bili ločeno za posamezne letne čase. Pri projekcijah so bili uporabljeni rezultati štirih modelov splošne cirkulacije: HadCM3 (Anglija), ECHAM4-OPYC3 (Nemčija), CSIRO (Avstralija), DOE-NCAR (ZDA). Simulacije so bile narejene na osnovi IPCC SRES A2 in B2 scenarijev emisij, naknadno pa z metodo prirejanja vzorcev priredil še za IPCC SRES A1T, A1FI, A1B, in B1 scenarije

<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.



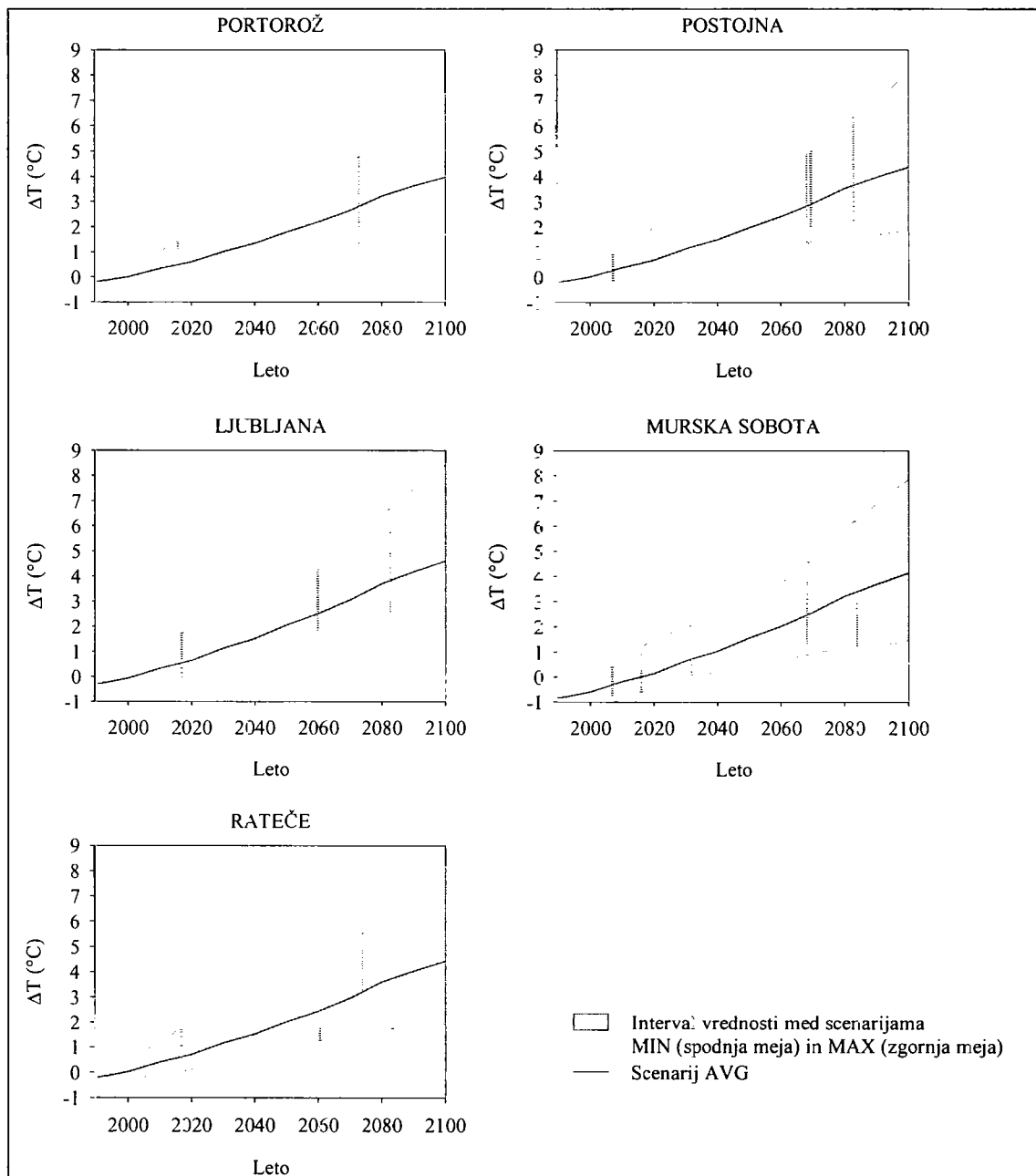
emisij.

V poročilu projekta uporabljamo tri scenarije z oznakami MIN, AVG in MAX. Scenarij AVG predstavlja mečiano vseh napovedi vseh modelov in scenarijev emisij, MAX maksimum in MIN minimum. Z drugimi besedami, vzeli smo srednjo vrednost in maksimalen razpon glede na vse napovedi. Napovedi so podane kot 30 letna povprečja s korakom po 10 let (1961–1990, 1971–2000, ... 2071–2100).

Evapotranspiracija je ocenjena z Blaney-Criddle-jevo metodo. Metoda podceni evapotranspiracijo glede na Penmann-Montieth-a predvsem v mesecih z nizko temperaturo. Prav tako je slabo ujemanje za postaji Slap pri Vipavi in Bilje.

Modeliranje padavin je še kompleksnejše kot modeliranje temperature. Delež pojasnjene variabilnosti rezultatov modelov splošne cirkulacije običajno ne presega 25%, zato je opravičeno dvomiti o njihovi zanesljivosti.

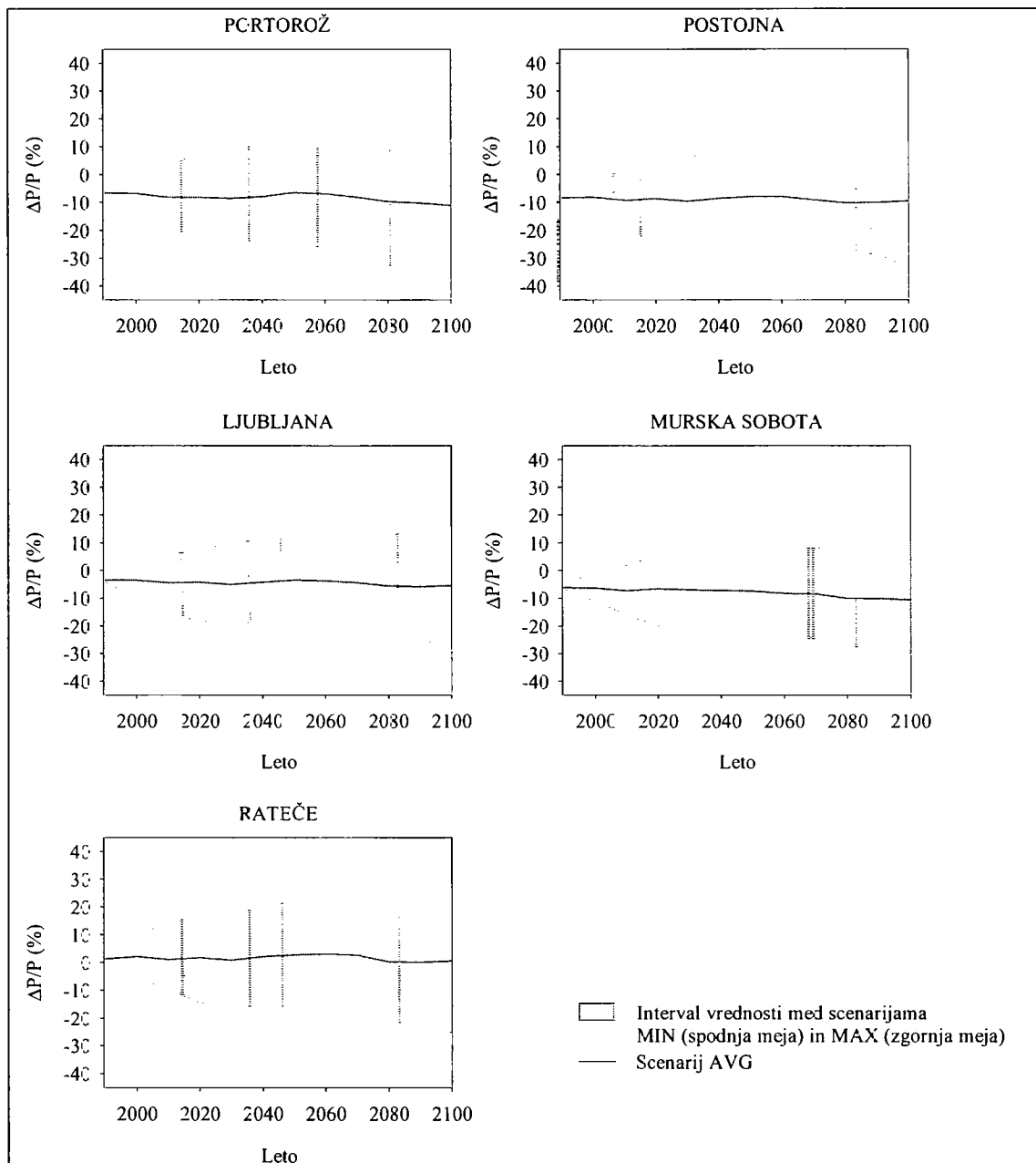
V grafikonih (slika 1, slika 2, slika 3) prikazujemo napoved spremembe padavin, temperature in evapotranspiracije glede na povprečje 1961–1990 za izbranih 5 krajev v Sloveniji. Vsak od petih krajev je izbran kot predstavnik posameznih podnebnih tipov (slika 5), ki nastopajo v Sloveniji: Portorož kot predstavnik submediteranskega podnebja, Postojna kot predstavnik zmernokontinentalnega podnebja zahodne in južne Slovenije, Ljubljana kot predstavnik zmernokontinentalnega podnebja osrednje Slovenije, Murska Sobota kot predstavnik subpanorskega podnebja in Rateče kot predstavnika gorskega podnebja. Razlika med napovedanimi padavinami in evapotranspiracijo pokaže potencialni primanjkljaj padavin in s tem večjo verjetnost za nastop suše (slika 4).



Slika 1: Predvidena sprememba temperature pritalnega zraka zaradi podnebnih sprememb za izbranih 5 krajev do leta 2100

Začetek grafikona (slika 1) prikazuje, kako model dobro napoveduje spremenljivko za sedanje razmere. Če bi bil model točen, se bi grafikon moral začeti pri vrednosti nič. Iz slik vidimo, da je včasoma res temu tako, le pri Murški Soboti je temperatura že na začetku skoraj za 1 °C podcenjena. Iz grafikonov se razbere splošno pravilo napovedovanja, t.j. bolj ko se napoved nanaša na daljno prihodnost, manj je verjetna. Po scenariju AVG bi lahko v obdobju 1971–2100 v Sloveniji pričakovali porast povprečnih letnih temperatur za 4,5 °C, po scenariju MIN za 2 °C in po scenariju MAX celo za 8 °C.

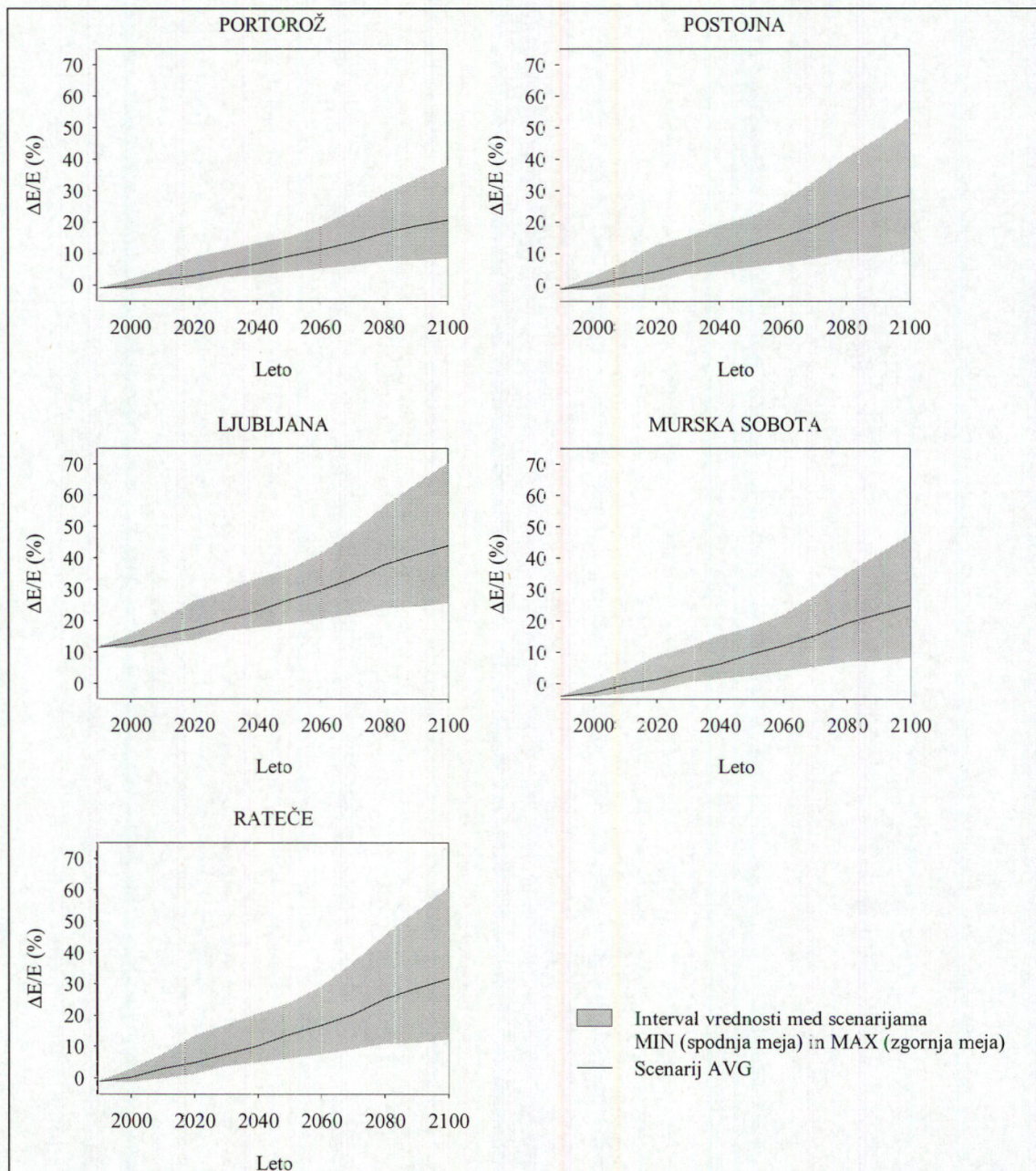




Slika 2: Predvidena sprememba količina padavin (v %) zaradi podnebnih sprememb za izbranih 5 krajev do leta 2100

Slika 2 prikazuje spremembo količine padavin glede na referenčno obdobje 1961–1990. Modelna napoved za obdobje 1990–2000 je skoraj pri vseh krajih podcenjena do 10 %, le pri Ratečah je nekoliko precenjena. Iz grafikonov je razvidno, da se za padavine ne ve čisto točno, ali jih bo več ali manj. Verjetnost napovedi za količino padavin je majhna. Padavin bo verjetno povprečno v Sloveniji po scenariju AVG v obdobju 2071–2100 za približno 8 % manj, po scenariju MIN 31 % manj in po scenariju MAX 14 % več.

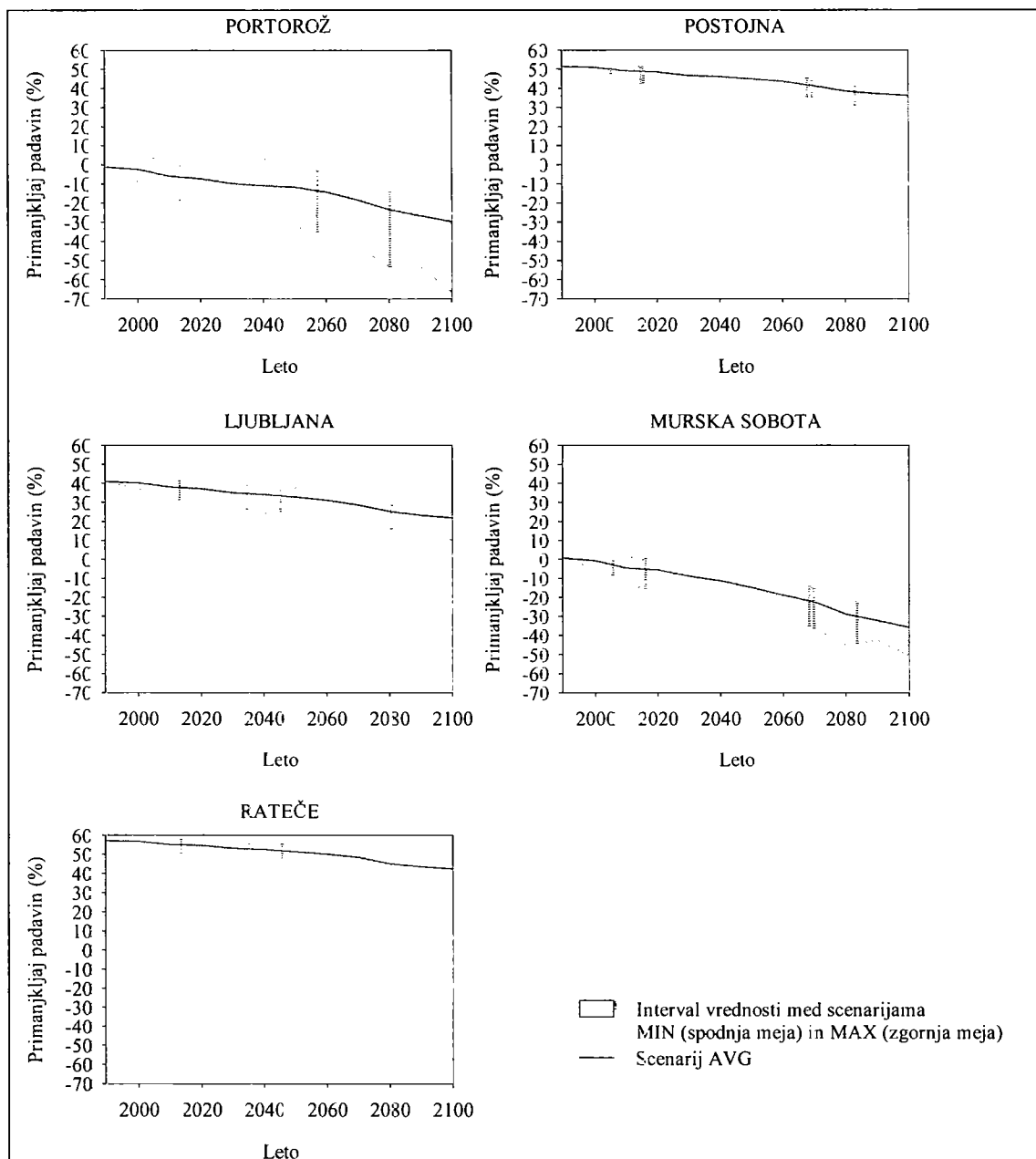




Slika 3: Predvidena sprememba evapotranspiracije (v %) zaradi podnebnih sprememb za izbranih 5 krajev do leta 2100

Ker se bo povprečna temperatura načeloma poviševala (slika 1), se pričakuje višja evapotranspiracija (slika 3). Modelna napoved za merjeno obdobje 1990–2000 se povečini dobro ujema, le za Mursko Soboto je napoved nekoliko podcenjena. Po teh podatkih lahko pričakujemo v Sloveniji po scenariju AVG v obdobju 2071–2100 povprečno 22 % porast evapotranspiracije glede na referenčno obdobje 1961–1990, po scenariju MIN 14 % porast in po scenariju MAX 41 % porast evapotranspiracije.

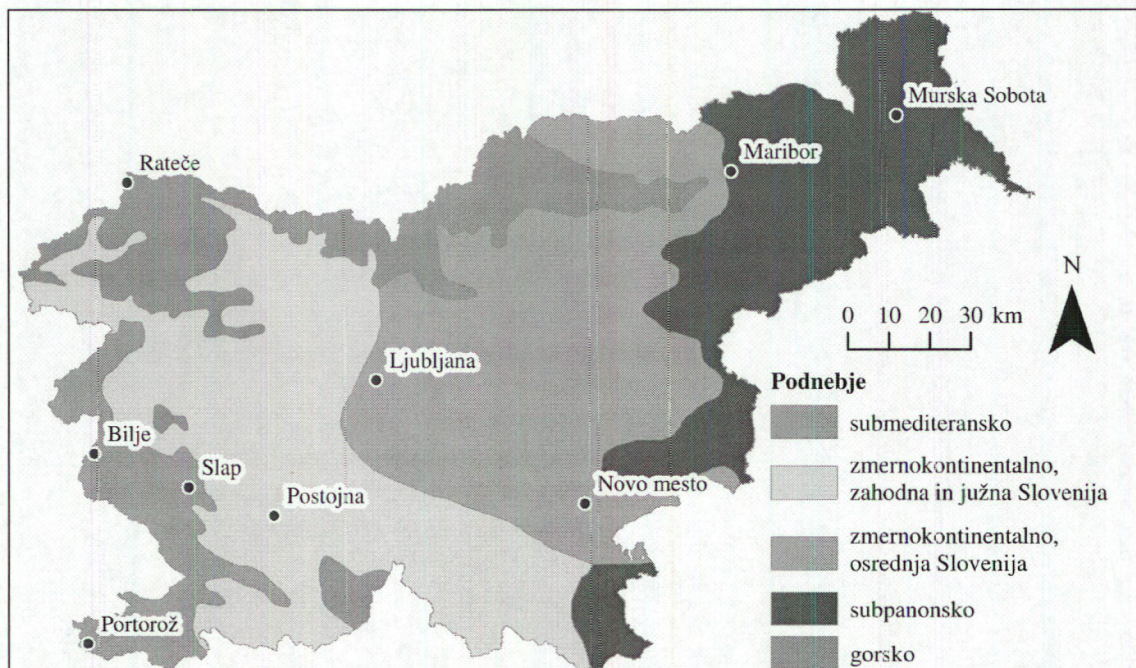




Slika 4: Predviden primanjkljaj padavin zaradi podnebnih sprememb za izbranih 5 krajev do leta 2100

Če odštejemo napovedano potencialno količino padavin in evapotranspiracijo, dobimo predviden primanjkljaj padavin, oz. na nekakšen način verjetnost za nastop meteorološke suše (slika 4). Iz grafikonov je razvidno, da je največja verjetnost za nastop meteorološke suše v submediteranskem in subpanonskem tipu podnebja. Tako bo mogoče v obdobju 2071–2100 v Portorožu po scenariju AVG primanjkovalo 30 %, v Murski Soboti 35 % in Mariboru 5 % padavin. Območja zmernokontinentalnega in gorskega podnebja pa bodo predvidoma imela dovolj padavin. O napovedovanju suše zaradi podnebnih sprememb je v Sloveniji že narejen model (Kajfež-Bogataj in Bergant, 2005).





Slika 5: Podnebni tipi v Sloveniji (prirejeno po Ogrin, 1996)

Za modeliranje pojavnosti in ocen tveganj boleznih in škodljivcev gozdnega drevja zaradi podnebnih sprememb smo uporabili celico velikosti  $1 \text{ km}^2$ . Napovedi za temperaturo, padavine in evapotranspiracijo pa so bile izdelane za 9 izbranih krajev. Pred nami je bila naloga, kako iz napovedi za 9 krajev dobiti napovedi za vsak  $\text{km}^2$  v Sloveniji. Najprej smo digitalizirali karto podnebnih tipov (Ogrin, 1996). Potem smo ugotovili, kateri kraji se nahajajo v katerih podnebnih tipih (slika 5). S tem so kraji postali predstavniki podnebnih tipov. Če se je nahajalo več krajev v enem podnebnem tipu, smo podatke le teh združili v obliki povprečja vrednosti. Izračunali smo razliko vrednosti za vse tri spremenljivke glede na povprečja za obdobje 1971–2000 po posameznih mesecih. Izračunano razliko smo uporabili kot vrednost, ki smo jo prišteli oz. odšteli od vrednosti v vsakem  $\text{km}^2$  v določenem podnebnem tipu in mesecu, kar je dalo rezultat modele napovedi za podnebne spremenljivke ob podnebnih spremembah. Klimatološke karte povprečnih temperatur zraka, povprečnih mesečnih in letna vsota korigiranih padavin in povprečne referenčne evapotranspiracije za obdobje 1971–2000 v digitalni rasterski obliki z ločljivostjo  $1 \text{ km}$  je izdelala Agencija Republike Slovenije za okolje (2006a; 2006b; 2006c).

#### Viri:

- ARSO. 2006a. Povprečna mesečna in letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971–2000: 12 mesečnih kart in 1 letna karta v digitalni rasterski obliki z ločljivostjo  $1 \text{ km}$ . Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo
- ARSO. 2006b. Povprečna referenčna evapotranspiracija za obdobje 1971–2000: 12 mesečnih kart in 1 letna karta v digitalni rasterski obliki z ločljivostjo  $1 \text{ km}$ . Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo
- ARSO. 2006c. Povprečna temperatura zraka za obdobje 1971–2000: 12 mesečnih kart in 1 letna karta v digitalni rasterski obliki z ločljivostjo  $1 \text{ km}$ . Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo
- Bergant K., Kajfež-Bogataj L., Trdan S. 2006. Uncertainties in modelling of climate change impact in future: An example of onion thrips (*Thrips Tabaci* Lindeman) in Slovenia.



Ecological Modelling, 194: 244-255

Bergant K., Sušnik M., Strojan I., Shaw A.G.P. 2005. Sea level variability at Adriatic coast and its relationship to atmospheric forcing. *Annales Geophysicae*, 23: 1997-2010

Kajfež-Bogataj L., Bergant K. 2005. Podnebne spremembe v Sloveniji in suša. *Ujma*, 19: 37-41

Ogrin D. 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. *Geografski vestnik*, 68: 39-56

## **II. delovna skupina: RANLJIVOST**

### **PROSTORSKO-VEGETACIJSKI VIDIKI SPREMEMB GOZDOV ZARADI PREDVIDENIH PODNEBNIH SPREMEMB**

Lado KUTNAR, Andrej KOBLER

#### **1 UVOD**

##### **1.1 PODNEBNE SPREMEMBE - SPLOŠNA IZHODIŠČA**

Človek v zadnjih 200 letih s svojimi aktivnostmi usodno posega v podnebje in vpliva na procese podnebnih sprememb. Spremembe podnebja, ki smo jim že priča v zadnjih desetletjih predstavljajo resno grožnjo naravnim ekosistemom kot je gozd. Meritve meteoroloških spremenljivk kažejo, da se je povprečna temperatura v Sloveniji zadnjih 50 letih dvignila za  $1,1 \pm 0,6$  °C, statistično značilnih sprememb v letni količini padavin pa niso ugotovili (KAJFEŽ-BOGATAJ / BERGANT 2005b). Vendar pa po zadnjih informacijah prihaja tudi do zmanjševanja količine padavin, saj naj bi v povprečju v Sloveniji padlo za 7 % manj dežja kot pred 50 leti (intervju KAJFEŽ-BOGATAJ, Nedelo, 1. oktober 2006).

Vzroki za spremembe podnebja so lahko različni. Na eni strani gre za naravno spremenljivost podnebja, na katero človeštvo nima vpliva, na drugi strani pa se v zadnjem času vse večja vloga pri spremembah podnebja pripisuje človeku. Očitno je namreč, da je k izrazitemu dvigu temperatur v zadnjih nekaj desetletjih prispeval predvsem človek z emisijami toplogrednih plinov in aerosolov, ki so spremenili sestavo ozračja. Glavni razlog za to je uporaba fosilnih goriv, ki narašča že od začetka industrijske dobe. Pri projekcijah je namreč treba uporabiti različne podnebne modele, ob tem pa je treba upoštevati tudi različne scenarije emisij toplogrednih plinov ter aerosolov in zajeti širok spekter možnega razvoja podnebja v prihodnosti.

Segrevanje ozračja se že odraža v zmanjšanem številu dni s snežno odejo, zgodnejšem nastopu fenoloških faz razvoja rastlin ipd. Povečuje se trajanje in intenziteta sušnih obdobj in podaljšuje se obdobje požarne ogroženosti naravnega okolja. Še razsežnejše podnebne spremembe, kot smo jim bili priča v preteklosti, pa kažejo ocene s klimatskimi modeli. Spremenjeni vzorci cirkulacije ozračja lahko izrazito spremenijo prostorske padavinske vzorce, kar za Slovenijo pomeni večjo frekvenco sušnih obdobj, povečano stopnjo požarne ogroženosti naravnega okolja, vročinske valove pa tudi intenzivnejše nalive, povečano pogostnost viharov in pa seveda tudi poplave.

Možni scenariji vplivov podnebnih sprememb so sicer zelo negotovi, saj so povezani z izbiro družbeno-ekononskih scenarijev razvoja prebivalstva in gospodarstva na Zemlji v prihodnosti.

Dosedanje simulacije podnebnih sprememb v Sloveniji so pokazale, da obstaja velika verjetnost, da bo podnebje v Sloveniji postalo toplejše in bolj sušno. V skladu s projekcijami, naj bi se temperature zraka v obdobju od leta 2001 do 2030 povečale za 0,5 do 2,5 stopinje Celzija, od leta 2031 do 2060 za 1 do 3,5 stopinje Celzija in v obdobju od leta 2061 do 2090 1,5 do 6 stopinj Celzija (KAJFEŽ-BOGATAJ / BERGANT 2005a).

## **1.2 VPLIV PODNEBNIH IN DRUGIH GLOBALNIH SPREMENB NA GOZDNE EKOSISTEME**

Podnebne spremembe bodo močno vplivale na kakovost življenja in gospodarstvo, še posebej ekstremno vreme, kot je na primer suša. Spremenjene podnebne razmere pa bodo imele pričakovan dolgoročni vpliv tudi na gozdove.

V zadnjem času se teh potencialnih nevarnosti za gozdne ekosisteme, ki jih prinašajo spremembe podnebja, vse bolj zavedamo. Vpliv podnebnih sprememb na slovenske gozdove kot rezultat globalnih sprememb je bil v preteklosti že deloma obravnavan (SIMONČIČ et al. 2001, KAJFEŽ-BOGATAJ 2001, ARSO 2003, CIMPERŠEK 2004).

Napovedi dolgoročnih posledic sprememb klime napovedujejo spremembo razmer za rast drevoja in razvoj gozdov. To potrjujejo različne študije primerov gozdnih ekosistemov v Evropi, čeprav so napovedi zelo negotove (SPIECKER 1999, MAKKONEN-SPIECKER / KOTAR 1999, RECOGNITION, EFI 2002). Ugotovljeno je bilo, da se je v zadnjih nekaj desetletjih pospešila rast (nekaterih!) evropskih gozdov (predvsem na revnejših rastiščih), kot možni vzrok pa naj bi bile poleg načina gospodarjenja z gozdom in rabe tal tudi podnebne spremembe oz. spremembe temperature zraka, padavinskega režima, povečana koncentracija CO<sub>2</sub>, povečane emisije NO<sub>x</sub>, idr.. Odzivnost drevesnih vrst na spremenjene rastiščne razmere je glede na vrsto različna (jelka!).

Vpliv in učinek povečane temperature, koncentracije NO<sub>x</sub> in CO<sub>2</sub> je odvisen od preteklega (proizvodnja oglja, steljarjenje, paša) in sedanjega gospodarjenja z gozdovi ter lastnosti rastišč (GLATZEL 1999, BONNEAU/NYS 1999). Povečane koncentracije CO<sub>2</sub> naj bi v primeru C3 rastlin povzročile kopičenje biomase. Hkrati s fiziološkimi spremembami potekajo tudi morfološke spremembe in spremenjeno razmerje ogljika v različnih delih rastlin (korenine, steblo, listje,...), spreminja se sestava listja in iglic idr. (ATKINSON 1996, KRÄUCHI / XU 1996).

Posledica podnebnih sprememb in hitrejše rasti je povečana občutljivost drevoja na sušo, zmrzal in bolezni ter pogostejše poškodbe zaradi ekstremnih podnebnih dogodkov (žled, vetrolom, idr.). Zaradi podnebnih sprememb so ogrožene populacije drevoja na robu arealov, kjer so spremembe rastiščnih dejavnikov najbolj neugodne za drevje, za vrste z omejeno genetsko raznolikost, za vrste, ki v določenem obdobju razvoja potrebujejo specifične rastiščne razmere, za vrste, ki uspevajo v gorskem svetu, nižinah idr. (KRÄUCHI / XU 1996).

V zaključkih fenološke študije evropske mreže (FABIAN / MENZEL 1999) so za drevje zapisali, da se je v obdobju 1959/93 začetek vegetacijske sezone premaknil za šest dni v zgodnjo pomlad in za štiri dni v jesen, omenjene spremembe pa avtorji povezujejo s podnebnimi spremembami. Zlasti spomladanska sprememba začetka vegetacijske dobe je vzrok pogostejših poškodb drevoja.

V primeru podnebnih sprememb gre za sinergistično delovanje različnih dejavnikov, ki vplivajo na zmanjšano oz. povečano stabilnost gozdov in s tem na trajnost razvoja gozdov. Medvladni forum za preučevanje klimatskih sprememb (IPCC 1996) je za področje gozdarstva in spremembo rabe tal podal oceno, da so mezofilni gozdovi na srednjih

geografskih širinah ogroženi zaradi možnih neugodnih učinkov globalnih klimatskih sprememb. IPCC svari, da bi ob zaostitvi klimatsko pogojenih ujm, vodnega stresa, širjenja novih bolezni in škodljivcev, požarov ipd. nastopil premik vegetacijskih pasov in s tem odmiranje gozdov, kakršne poznamo sedaj.

### **1.3 OPREDELITEV PROBLEMA SPREMOMB GOZDOV (PROSTORSKO-VEGETACIJSKI VIDIKI) NA OSNOVI TUJIH IN DOMAČIH IZKUŠENJ**

Z vplivom podnebnih sprememb na gozdove so se v srednjeevropskem prostoru najbolj intenzivno ukvarjali v Švici. V Švici so se s prostorskimi vidiki sprememb gozdov zaradi potencialnega vpliva podnebnih sprememb s poudarkom na vegetaciji (gozdne združbe oz. asociacije in višje sintakosonomske kategorije) začeli ukvarjati že več kot pred desetletjem (KIENAST 1991, BRZEZIECKI / KIENAST / WILDI 1993, 1995 KIENAST / BRZEZIECKI / WILDI 1994). V poglobljenih študijah so izdelali simulirano vegetacijsko karto Švice, ki je predstavljala osnovno orodje v študijah ekološke ranljivosti, ki vključujejo tudi možne učinke podnebnih sprememb na ekološki potencial gozdnih rastišč in biotsko pestrost gozdnih združb.

V raziskavi so ugotavljali spremembe (adaptacija) gozdnih ekosistemov na hipotetične podnebne spremembe. Rezultati simulacije so bili prostorski prikazi potencialne naravne vegetacije švicarskih gozdov ob današnjem podnebjem kot tudi pri spremenjeni klimatski sliki. Prostorska osnova študije je bilo 11.000 točk (ploskev) Švicarske gozdne inventure. Rezultati so pokazali, da bi se ob »zmernem segrevanju« spremenil potencialni naravni vegetacijski tip v 30-55 %, pri »močnem segrevanju« pa 55-89 % (KIENAST / BRZEZIECKI / WILDI 1996).

Prostorske študije švicarskih gozdov so nakazale možnost, da se bodo ob povečani temperaturi brez hkratnega povečanja količine padavin (topleje in sušnejše zaradi povečanja evapotranspiracije) bukovi gozdovi v kolinskem in submontanskem pasu umaknili gozdovom hrasta in belega gabra (*zveza Carpinion*). V montanskem pasu bo prevlada iglavcev izraziteje zmanjšana zaradi močne invazije listavcev iz spodnjega montanskega in submontanskega pasu. Večji spremembe oz. premiki vegetacije ob predvidenih podnebnih spremembah se naj bi dogajali na rastiščih, za katere je značilna toplejša in sušna klima (KIENAST / BRZEZIECKI / WILDI 1998).

Simulacije kažejo, da bi se v primeru povišanja temperatur ob konstantnih padavinah (topleje, vendar bolj sušno zaradi povečanja evapotranspiracije), povečevala vrstna pestrost. V primeru toplejše in razmeroma vlažne klime pa naj ne bi prihajalo do izrazitejših sprememb vrstne sestave (KIENAST / BRZEZIECKI / WILDI 1998).

V Sloveniji je Agencija za okolje RS pripravila nacionalno poročilo Ranljivost slovenskega kmetijstva in gozdarstva na podnebno spremenljivost in ocena predvidenega vpliva (ARSO 2003), ki za obdobje po letu 1990 ugotavlja značilno otoplitev, fenološko zgodnejši nastop pomladi ter hidrološko sušo v vseh regijah. Poročilo je posvečeno predvsem kmetijskemu sektorju, bolj malo pa se poročilo posveča gozdarskemu sektorju.

### **1.4 NAMEN IN CILJ RAZISKAVE PROSTORSKIH VIDIKOV GOZDOV**

Namen projekta je ocena sprememb prostorske razporeditve gozdov kot posledice vpliva predvidenih podnebnih sprememb, ki bodo v prihodnosti lahko usodno vplivale na vse funkcije gozdov ter na ekološke (tudi rastiščno-vegetacijske) značilnosti gozdnih



ekosistemov, na gozdno-gospodarske in politične vidike gozdov.

Cilji projekta je bil simulirati možno prostorsko prerazporeditev gozdnih združb zaradi klimatskih sprememb. Da bi ta cilj dosegli, smo na podlagi empiričnih podatkov izdelali prostorski model, ki pojasnjuje obstoječo porazdelitev gozdnih združb. Model smo nato uporabili na modificiranih vhodnih podatkih, ki sledijo iz določenega scenarija klimatskih sprememb, iz česar sledi simulacija možnih učinkov klimatskih sprememb.

## 2 METODE

### 2.1 ZDRUŽEVANJE SKUPIN PODOBNIH ZDRUŽB

Gozdne združbe, ki so kartirane in opisane na Gozdovegetacijska karta Slovenije (KOŠIR et al. 1974, 2002, ZORN 1975), smo uvrstili v 13 skupin (preglednici 1 in 2). Pri tem smo upoštevali višinsko conacijo združb, njihovo fitogeografsko razširjenost, podobnosti v rastiščnih razmerah združb ter pričakovani odziv združb na klimatske spremembe. Zaradi razmeroma majhnega števila skupin na eni strani in pestrosti gozdne vegetacije so skupine razmeroma heterogene. V posamezne skupine smo skupaj uvrstili tako conalne kot tudi aconalne združbe. Pri uvrščanju aconalnih združb (predvsem edafsko pogojene) skupaj s conalnimi smo upoštevali njihovo najpogostejše območje pojavljanja (koncentracijo) in sicer glede na višinski pas in glede na fitoklimatsko (fitogeografsko) območje. Poleg tega pa smo upoštevali tudi potencialno genezo združbe, ki jo za določene združbe nakazuje publikacija Opis gozdnih združb – Gozdovegetacijska karta Slovenije (ZORN 1975).

Preglednica 1. Združevanje gozdnih združb Biroja za gozdarsko načrtovanje (1974, 2002) na osnovi pričakovanega podobnega klimatskega odziva (VARIANTA 1 modificirana)

Legenda:

Fitoklimatsko območje/teritorij: SM – submediteransko, D – dinarsko, PD – preddinarsko, A – alpsko; PA – predalpsko, PP – predpanonsko

Tip združbe: C – conalna; Ac – aconalna

SKUPINA ZDRUŽB	OZNAKA	POVRŠINA [ha]	DELEŽ [%]	FITOKLIMATSKI TERITORIJ	tip združbe	oznaka (slovensko ime)	LATINSKO IME ZDRUŽBE	SEDANJE VELJAVNO IME ZDRUŽBE
1	RC	13.260	0,654		Ac	RC-GOZD DOBA, BELEGA CABRA (IN OZKOLISTNEGA JESENA)	RC (Quercus Robor.-Carpinetum M.WRAB.68	Quercus roboris-Carpinetum SO6 40
1	Ac	5.034	0,248		Ac	Ag-LOGI CRNE JELSE	Ag Alnetea glutinosae BR.-BL. et TX. 43	Alnetea glutinosae BR.-BL. & R.TX.43 ex WESTHOFF et al. 46
1	S	610	0,030		Ac	S-VRBOVJE	S Salicetea purpureae MOOR 58	Salicetea purpureae MOOR 58
1	Air	36	0,002		Ac	Air-LOGI SIVE JELSE	Air Alnion glutinoso-incanae OBERD.53	??Alnetum incanae LÜDI 21
2	QC*	9.476	0,468	PP	C	QC5-PREDPANONSKI NIZINSKI GOZD GRADNA IN BELEGA CABRA	QC5 Hacquetio-Carpinetum var. Carex pilosa KOŠ. 74 (n.nud.)	Asperulo-Carpinetum M.WRAB.69, Pruno padicarpinetum betuli (MAR. & ZUP.84) MAR.94
2	QC1	7.072	0,349	SM	C	QC1-PRIMORSKI NIZINSKI GOZD GRADNA IN BELEGACABRA	QC1 Hacquetio-Carpinetum var. Ruscus aculeatus KOŠ. 74 (n.nud.)	Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum MAR. POLD. et ZUP. in MAR.94

2	QC2	104	0,005	D	C	QC2-DINARSKI NIZINSKI GOZD GRADNA IN BELEGA GABRA	QC2 Hacquetio-Carpinetum var. Geranium nodosum KOŠ. 74 (n.n.d.)	Abio albae-Carpinetum betuli MAR.94, Asperulo-Carpinetum M.WRAB.69
2	QC3	5.028	0,248	FA	C	QC3-PREDALPSKI NIZINSKI GOZD GRADNA IN BELEGA GABRA S TRILISTNO VETRNICO	QC3 Hacquetio-Carpinetum var. Anemone trifolia KOŠ. 74 (n.n.d.)	Helleboro nigri-Carpinetum betuli MAR.in WALL.,MUCINA et GRASS 93
2	QC4	53.069	2,619	PD	C	QC4-PREDDINARSKI NIZINSKI GOZD GRADNA IN BELEGA GABRA Z VIMEKOM	QC4 Hacquetio-Carpinetum var. Epiredium alpinum KOŠ. 74 (n.n.d.)	Epimedio-Carpinetum (HT.38) BORH.63
2	zarQC4	8.384	0,414	PD	C	zar QC4-ZARASCANJE		
3	HF2	13.989	0,690	D	C	HF2-DINARSKI PREGORSKI BUKOV GOZD	HF2 Hacquetio-Fagetum var. Geranium nodosum KOŠ. 68	Hacquetio-Fagetum KOŠ.62 var. geogr.Geranium nodosum KOŠ.79
3	HF3	9.568	0,472	PA	C	HF3-PREALPSKI FREDGOFSKI BUKOV GOZD S TRILISTNO VETRNICO	HF3 Hacquetio-Fagetum var. Anemone trifolia KOŠ. (68)71	Hacquetio-Fagetum KOŠ.62 var. geogr.Anemone trifolia KOŠ.79
3	HF4	72.577	3,582	PD	C	HF4-PREDDINARSKI FREDGOFSKI BUKOV GOZD Z LODOB. KO	HF4 Hacquetio-Fagetum var. Ruscus hypoglossum KOŠ.(56)61	Hacquetio-Fagetum KOŠ.62 var. geogr.Ruscus hypoglossum (MAR.& ZUP.78) KOŠ.79
3	zarHF4	994	0,049			zar HF4-ZARASCANJE		
3	QF	103.526	5,110		Ac	QF-BUKOV GOZD Z GRADNOVA	QF Quercus petraea-Fagetum KOŠ.(6:)71 s.lat.	Hedero-Fagetum KOŠ.(62,79) 94 (nom.nov.)
3	zarQF	0	0,000			zar QF-ZARASCANJE		
3	EF3	1.401	0,059	PA	C	EF3-PREALPSKI BUKOV GOZD S TRILISTNO VETRNICO	EF3 (Dentario) Enneaphylli-Fagetum var. Anemone trifolia KOŠ.(68)71	Lamio orvalae-Fagetum (HT.38)BORH.63 var. geogr.Dentaria pentaphyllos (MAR.81) MAR.95
3	EF4	23.891	1,179	PD	C	EF4-PREDDINARSKI GORSKI BUKOV GOZD	EF4 (Dentario) Enneaphylli-Fagetum KOŠ.(56)61	Lamio orvalae-Fagetum (HT.38)BORH.63 var. geogr.Dentaria polyphyllous KOŠ.62
3	EF	42	0,032		C		EF (Dentario) Enneaphylli-Fagetum	
3	TA	163	0,038		Ac	TA-GOZD-LIPOVCA IN CSTROLISTNEGA JAVORJA	TA Tilio cordatae-Aceretum platanoidis KOŠ.54 s.lat.	Tilio-Aceretum platanoidis KOŠ.54
3	UA	27	0,031		Ac	UA-ILIRSKI GOZD GORSKECA JAVORJA IN BRESTA	UA Aceri pseudoplatani-Ulmetum illyricum TOM.47 s.lat	Ulm-Aceretum pseudoplatani BERGER 22
3	ArF	37.764	1,854		Ac	ArF-BUKOV GOZD S KRESNICEVJEM	ArF Arunco-Fagetum KOŠ.(61)71 s.lat.	Arunco-Fagetum KOŠ. 62
3	FdF	124	0,006		Ac	FdF-PREDANONSKI GOZD Z GORSKO BILNICO	FdF Fes. uco drymeae-Fagetum MAGIC 68	-Vicio oroboidi-Fagetum (HT.38) POCS et BORH.in BORH.60
4	SF	19.616	0,968	PD	C	SF-PREDDINARSKI VISOKOGORSKI BUKOV GOZD	SF Savensi-Fagetum KOŠ.862)71	Cardamini savensi-Fagetum KOŠ.62
4	IF	990	0,049		Ac	IF-PREDDINARSKI GOZD BUKVE Z JAVORJEM IN POLZARKO	IF Isopyro-Fagetum KOŠ.(61)71	Isopyro-Fagetum KOŠ.62
4	AdF3	5.456	0,269	PA	C	AdF3-PREALPSKI VISOKOGORSKI BUKOV GOZD	AdF3 Adenostylo glabrae-Fagetum prealpinum SMOLE 71 msr.	Ranunculo platanifolii-Fagetum MAR. et al.193 var. geogr.Hepatica nobilis MAR.93
5	AF	120.583	5,957	D	C	AF-DINARSKI GORSKI GOZD JELKE IN BUKVE	AF Abicis-Fagetum dinaricum TREG. 57	Omphalodo-Fagetum (TREG.57 corr. PUNC.80) MAR. et al. 93 var. geogr. Calamintha grandiflora SURINA (2001)2002
5	zarAF	130	0,006	D	C	zar AF-ZARASCANJE		
5	AcF	321	0,041		Ac	AcF-DINARSKI GOZD JAVORJA IN BUKVE	AcF Aceri pseudoplatani-Fagetum dinaricum ZUP.(69)73 non BARTSCH 40	Aceri pseudoplatani-Fagetum dinaricum ZUP.(69)73 non BARTSCH 40
5	zarAcF	404	0,020		Ac	zar AcF-ZARASCANJE		
5	NA	2.909	0,144		Ac	NA-DINARSKI GOZD JELKE V SKALOVJU	NA Neckero complanatae-Abietetum (dinaricum) TREG.61 s.lat.	Neckero-Abietetum TREG.62
5	VP	1.453	0,072		Ac	VP-DINARSKI MRAZIŠČNI SMREKOV GOZD	VP (Calamagrostido) Villosae-Piceetum subalpinum inverzionum TOM.58 (msr.)	Hacquetio-Piceetum ZUP.(76) corr. 94, Lonicero caeruleae-Piceetum ZUP.(76) corr.94,
6	AnF3	54.550	2,652	A	C	AnF-ALPEJSKI BUKOV GOZD	AnF Anemone trifoliae-Fagetum TREG. 57	Anemone trifoliae-Fagetum TREG.62 var. geogr.Helleborus niger subsp.niger MAR., POLD.& ZUP.89

6	AnFl	2.463	0,122	SM	C	AnFl-PRIMORSKI VISOKOGORSKI BUKOV GOZD	AnFl Luzulo niveae-Fagetum TOM. 59 (mscr.)	Anemone trifoliae-Fagetum TREG.62 var.geogr.Luzula nivea MAR.,POLJ. & ZUF.89
6	AFc	23.246	1,147	PA	C	AFp-PREDALPSKI GOZD JELKE IN BUKVE	AFp Abieti-Fagetum prealpinum ROB. 64 mscr.	Homogyno sylvestris-Fagetum MAR. et al. 93
6	F	289	0,014		Ac	F-ILIRSKI GOZD GORSKEGA JAVORJA IN VELIKEGA JESENA	F Aceri pseudoplatani-Fraxinetum (illyricum) TOM.39 s.lat.	Aceri-Fraxinetum illyricum TOM.39 (n.nud.)
7	DA	42.109	2,078		Ac	DA-JELOV GOZD S PRAPROTMI	DA Dryopterido-Abietetum KOŠ.65 (mscr.)	Dryopterido-pseudo-mas-Abietetum KOŠ.(44) 94, p.p.Galio rotundifolii-Abietetum BARTSCH 40
7	BA	21.830	1,077		Ac	BA-GOZD JELKE IN SMREKE Z VILICASTIM MAHOM	BA Bazzanio trilobatae-Abietetum M.WRAB.(53)58 p.p.	Bazzanio-Abietetum M.WRAB.(53)58
7	BF	10.249	0,566		Ac	BP-SMREKOV GOZD Z VILICASTIM MAHOM	BP Bazzanio trilobatae-Piceetum BR.-BL. et SISS.39 s.lat.	Mastigobryo-Piceetum (SCHMIDT & GA)SB. 38) BR.-BL. & SISS.39 in BR.-BL. et al.39 corr.ZUP.99
7	AsF	811	0,040		Ac	AsP-PREDALPSKI GOZD SMREKE V SKALOVJU	AsP Asplenio viridae-Piceetum KUOCH 53 var. Bazzania trilobata KOŠ.57	Asplenio-Piceetum KUOCH 54 var. Bazzania trilobata KOŠ.57
7	CF	714	0,035		Ac	CP-PREDALPSKI GOZD SMREKE NA MORENI	CP Carici albae-Piceetum MOOR 47 var. Ostrya carpinifolia KOŠ.54 (mscr.)	??L.aburno alpini-Piceetum ZUP.99
7	OS	54	0,003		Ac	OS-VISOKOGORSKA SOTNA BARJA	OS Oxycocco-Sphagneteta	Oxycocco-Sphagneteta BR.-BL. & R.TX.43
8	RR	16.221	0,801	A	C	RR-ALPSKO RUSEVJE	RR Rhodothamnio-Rhododendretum hirsuti TREG. 57 (non. BR.-BL. et SL.-SS. 39)	Rhodothamnio-Pinetum mugo ZUP. & ZAGAR 81 (prov.)
8	APs	7.406	0,366	A	C	APs-ALPSKI SMREKOV GOZD	APs Adenostylo glabrae-Piceetum M.WRAB. (58.66 p.p.) ZUKRIGL 73	Adenostylo glabrae-Piceetum M.WRAB.ex.ZUKRIGL 73 corr.ZUP.99 var.geogr.Cardanuae trifolia ZUP.(95) 99
9	AdF2	11.342	0,560	D	C	AdF2-DINARSKI VISOKOGORSKI BUKOV GOZD	AdF2 Adenostylo glabrae-Fagetum praealpino-dinaricum TREG.62	Ranunculo platani-foli-Fagetum MAR. et al.93 var.geogr.Calamantha grandiflora MAR.82(mscr.)
9	Pir	224	0,011	D	C	Pm-DINARSKO RUSJE	Pm Pinetum mughi (croaticum) HT.50	Pinetum mugo croaticum HT.38
9	Fs	20	0,001	D	C	Fs-SUBALPSKO BUKOVJE	Fs Fagetum subalpinum dinaricum (HT.38)TREG.57	Polysticho lonchitis-Fagetum (HT.38)MAR. in POLDINI et NARDINI 93 var.geogr.Allium victorialis MAR.(88)96
10	SC	62.072	3,064	SM	C	SO-PRIMORSKI GOZD GRADNA, PUHASTEGA HRASTA IN KRASKEGA JESENA	SO Orno-Quercetum petraeae-pubescentis KOŠ.74 prov.	Seslerio autumnalis-Ostryetum HT. & HIC.50
10	OF	444	0,022		Ac	OP-PRIMORSKI BOROVI GOZDOVI	OP Orno-Pinetum nigrae MARTIN 61	Fraxino omi-Pinetum nigrae MARTIN-BOSSE 57
11	SeF	22.188	1,095	SM	C	SeF-PRIMORSKI BUKOV GOZD	SeF Seslerio autumnalis-Fagetum H-IC. & HT.50	Seslerio autumnalis-Fagetum M.WRAB.ex BORHIDI 65
11	OrF	6.435	0,318	SM	C	OrF-PRIMORSKI GORSKI BUKOV GOZD	OrF (Lamio) Orvalae-Fagetum TOM. 58 (mscr.)	Lamio orvalae-Fagetum (HT.38)BORH.63 var.geogr.Sesleria autumnalis ACC.90(n.nud.)
11	OA	218	0,011		Ac	OA-PRIMORSKI GOZD GORSKEGA JAVORJA IN BRESTA	OA (Lamio) Orvalae-Aceretum pseudoplatani TOM.59 (mscr.)	Lamio orvalae-Aceretum pseudoplatani TOM.59 (mscr.)
12	QO2	1.191	0,059		Ac	QO2-DINARSKI BAZOFILNI GOZD PUHASTEGA HRASTA (Z GABROVCEM IN VILOVINO)	QO2 Cytiso purpurei-Quercetum pubescentis var. Sesleria autumnalis TOM. (47)71 (n.prov.)	Quercu-Ostryetum carpinifoliae HT.38 glej Poldini 1988.
12	zarLQ	131	0,006		Ac	zar LQ-ZARASCANJE		
12	CaF	595	0,049		Ac	CaF-BUKOV GOZD S SASULICO	CaF Calamagrostidi varia-Fagetum TOM.61 (mscr.)	??Calamagrostidi varia-Fagetum TOM.61 (mscr.)
12	OF	46.440	2,292		Ac	OF-PREDALPSKI GRMICA V GOZD GABROVCA IN KRASKEGA JESENA	OF Ostryo-Fagetum M.WRAB. 54 (mscr.)	Ostryo-Fagetum M.WRAB.ex TRIN.72
12	CF	17.360	0,857		Ac	CF-PREDALPSKI TERMOFILNI BUKOV GOZD	CF Carici albae-Fagetum MOOR 52 var. Anemone trifolia ROB. 64 mscr.	Ostryo-Fagetum M.WRAB.ex TRIN.72 var.geogr.Anemone trifolia (MAR.,PUNC. & ZUP.80)POLJ.82
12	QO4	4.356	0,215		Ac	QO4-PREDALPSKI BAZOFILNI GOZD PUHASTEGA HRASTA Z GABROVCEM	QO4 Quercu pubescenti-Ostryetum HT.38	Quercu-Ostryetum carpinifoliae HT.38 glej Poldini 1988.
12	CO	2.883	0,142		Ac	CO-TERMOFILNA ZDRUZBA GABROVCA IN OMELIKE	CO Cytisantho radiati-Ostryetum M.WRAB.60	Cytisantho-Ostryetum M.WRAB.(60)61



12	LQ	1.936	0,056	Ac	LQ-PREDDINARSKI BAZOFILNI GRADNOV GOZD	LQ Lathyro nigri-Quercetum petraeae HT.38	Lathyro-Quercetum HT.(38)58	petraeae
12	zarOF	19	0,001		zar OF-ZARASCANJE			
12	Psi	2.979	0,147	Ac	Psi-PREDALPSKI BAZOFILNI BOROVI GOZD	Psi Pinetum subillyricum SCHMIDT 36	Pinetum austroalpinum (AICH.33)BR.-BL. & SISS 39	
12	GP	1.978	0,058	Ac	GP-ILIRSKI BAZOFILNI BOROVI GOZD	GP Genisto triangularis-Pinetum silvestris-nigrae TOM.(40)71	Genisto januensis-Pinetum TOM.40	
12	zarGP	68	0,003	Ac	zar GP-ZARASCANJE			
13	BF	111.254	5,491	Ac	BF-ACIDOFILNI BUKOV GOZD Z REBRENJACO	BF Blechno-Fagetum HT.50 s.lat.	Blechno-Fagetum HT.ex MAR.70	
13	LF3	10.872	0,537	Ac	LF3-PREDALPSKI BUKOV GOZD Z BELKASTO BEKICO	LF3 Luzulo albidae-Fagetum LOHM. et TX. 54	Luzulo-Fagetum MEUSEL 37 var.geogr.Cardamine trifolia (MAR.83) MAR.& ZUP.9 <sup>c</sup>	
13	LF4	35.061	1,731	Ac	LF4-ILIRSKI BUKOV GOZD Z BELKASTO BEKICO	LF4 Luzulo albidae-Fagetum illyricum KOŠ.71	Luzulo-Fagetum MEUSEL 37 var.geogr.Cardamine trifolia (MAR.83) MAR.& ZUP.9 <sup>c</sup>	
13	DF	34.730	1,714	Ac	DF-ACIDOFILNI BUKOV GOZD Z VIJUGASTO MASNICO	DF Deschampsio flexuosae-Fagetum SOO 62	Hieracio rotundati-Fagetum KOŠ.94	
13	LF1	894	0,044	Ac	LF1-PRIMORSKI BUKOV GOZD Z BELKASTO BEKICO	LF1 Luzulo albidae-Fagetum submediterraneum KOŠ.73 (n.prov.)	Luzulo-Fagetum MEUSEL 37 var.geogr.Anemone trifolia ZUKRIGL 89 forma Ruscus aculeatus DAKS.9 <sup>c</sup> (mscr.)	
13	LA	923	0,046	Ac	LA-JELOV GOZD Z BELKASTO BEKICO	LA Luzulo albidae-Abietetum OBERD.57 s.lat.	Luzulo albidae-Abietetum OBERD.57 var.geogr.Hieracium rotundatum KOŠ.94	
13	MP	21.943	1,083	Ac	MP-ACIDOFILNI BOROVI GOZD	MP Vaccinio vitis-idaeae-Pinetum silvestris TOM.(42) 71 s.lat.	Vaccinio myrtilli-Pinetum KOB 30 var.geogr.Castanea sativa TOM.40 var.geogr.Castanea sativa TOM.40	
	negozd	928.261	45,815		neg-OSTALO			
	skupaj	2.026.061	100,0					

## Utemeljitev in opis skupin podobnih združb (preglednici 1 in 2):

### (1)

V skupino so uvrščene samo aconalne združbe. Zajeti so nižinski gozdovi ob večjih vodotokih, ki so pod izrazitim vplivom vode (podtalnica, poplavljanje). V skupino so vključena vrbovja, logi črne in sive jelše (*Alnus glutinosa*, *A. incana*) ter gozdovi doba (*Quercus robur*), belega (navadnega) gabra (*Carpinus betulus*) in ostroplodnega jesena (*Fraxinus oxycarpa*). Skupino tvorijo 4 združbe, katere pokrivajo 0,94 % površine Slovenije.

### (2)

V tej skupini so conalni nižinsko-kolinski gozdovi gradna (*Quercus petraea*) in navadnega (belega) gabra (*Carpinus betulus*), ki se pojavljajo v zelo različnih fitogeografskih območjih Slovenije (submediteransko, predalpsko, dinarsko s preddinarskim ter predpanonsko območje). Skupaj 6 združb te skupine pokrivajo 4,10 % površine Slovenije.

### (3)

V tej skupini prevladujejo conalne združbe predgorskih in gorskih bukovih gozdov v dinarskem, preddinarskem in predalpskem območju. Predgorske gozdove označuje asociacija *Hacquetio-Fagetum* in gorske bukove gozdove asociacija *Lamo orvalae-Fagetum*. V skupino pa so vključene tudi azonalne združbe, ki se pojavljajo pretežno v predgorskem in gorskem pasu teh območij. V teh pretežno bukovih gozdovih so bukvi v večji meri primešani tudi drugi listavci, ki lahko v bolj ekstremnih oblikah teh gozdov tudi prevladajo. V nekoliko toplejših legah se pogosteje pojavlja predvsem graden (*Quercus petraea*). V še bolj ekstremnih pa so prisotni tudi termofilni listavci, kot npr. črni gaber (*Ostrya*

*carpinifolia*) in mali jesen (*Fraxinus ornus*). V posameznih združbah v ugodnejših razmerah pa so z večjim deležem prisotni tudi plemeniti listavci, kot npr. gorski ali beli javor (*Acer pseudoplatanus*), gorski ali goli brest (*Ulmus glabra*), lipovec (*Tilia cordata*), ostrolistni javor (*Acer platanoides*). Razmeroma heterogena skupina je sestavljena iz 13 združb, med katerimi so kar precejšnje razlike v ekološko-rastiščnih značilnostih. Gozdovi te skupine pa pokrivajo kar 13,03 % površine Slovenije.

(4)

V skupini treh združb največji površinski delež obsegajo visokogorski bukovi gozdovi v predalpskem in preddinarskem območju. Skupna površina teh gozdov je 1,29 %.

(5)

V skupini površinsko močno prevladujejo dinarski jelovo-bukovi gozdovi. Dodane so jim še nekatere edafsko pogojene aconalne združbe v območju dinarskih jelovo-bukovih gozdov. V edafsko in mezoklimatsko ugodnejših razmerah je bukvi z večjim deležem primešan gorski (beli) javor (*Acer pseudoplatanus*). Na izrazito skalnatih terenih lahko povsem prevlada navadna (bela) jelka (*Abies alba*). V mraziščnih razmerah na specifičnih rastiščih gorskega pasu v dinarskem območju pa lahko prevladuje smreka (*Picea abies*). Skupaj 6 združb pokriva 6,24 % površine Slovenije.

(6)

Skupina zajema predvsem alpski bukovi gozd in deloma tudi primorski visokogorski bukovi gozd, ki jih sedaj uvrščamo skupaj v združbo bukve s trilistno vetrnico (*Anemone trifoliae-Fagetum*). Bukvi je v teh gozdovih pogosto primešana smreka (*Picea abies*), v višjih legah pa evropski macesen (*Larix decidua*). Na bolj razvitih tleh in v ugodnejših rastiščnih razmerah se jim pridružuje tudi navadna (bela) jelka (*Abies alba*). Jelka ima še večji delež v predalpskem jelovo-bukovem gozdu, ki smo ga prav tako uvrstili v to skupino. Tem pa je dodana še aconalna združba pretežno plemenitih listavcev (gorski javor, veliki jesen) v hladnejših in vlažnih legah, ki se sicer relativno majhnim površinskim deležem lahko pojavlja znotraj ostalih gozdov iz te skupine. Štiri združbe skupaj poraščajo 3,98 % površine Slovenije.

(7)

V skupini so najrazličnejše aconalne združbe iglavcev, ki so pretežno razširjene v alpskem in predalpskem območju. V specifičnih mezoklimatsko-edafskih razmerah prevladujeta predvsem navadna smreka (*Picea abies*) in navadna (bela) jelka (*Abies alba*). Čeprav so to gozdovi, v katerih močno prevladujejo iglavci, pa se med seboj precej razlikujejo. V skupino so uvrščeni tako gozdovi, ki poraščajo izrazito skalnate lege pa do barjanskih gozdov oz. grmišč. Skupno vsem združbam je predvsem pojavljanje iglavcev na razmeroma vlažnih in izrazito hladnih legah. V skupini je 6 združb, ki so razširjene na površini 3,74 % Slovenije.

(8)

V tej kategoriji so zajeti smrekovi gozdovi na zgornji gozdni meji in ruševja nad njo v alpskem območju. Gozdovi so razširjeni v visokogorskem in subalpskem pasu alpskega območja. Skupaj poraščajo 1,17 % površine Slovenije.

(9)

Skupina vključuje dinarske visokogorske bukove gozdove, dinarsko subalpsko bukove v

območju zgoraj gozdne meje in ruše nad njo. Tri združbe, ki predstavljajo zgornji pas gozdne vegetacije in prehod v pas nad gozdovi v dinarskem območju, poraščajo le 0,57 % površine Slovenije.

**(10)**

V skupini so submediteranski gozdovi termofilnih listavcev, ki se pojavljajo na nizkokraških planotah. V sestojih prevladujejo predvsem črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), mali jesen (*Fraxinus ornus*), puhasti hrast (*Quercus pubescens*). Pridruženi pa so jim tudi drugi listavci, predvsem pa je tem vrstam v veliki meri primešan tudi črni bor (*Pinus nigra*), ki na teh rastiščih pogosto velikopovršinske monokulture. Pogojno bi lahko v to skupino uvrstili tudi primorski gozd črnega bora, ki se pojavlja na razmeroma majhni površini. Vendar pa bi lahko glede na potencialni progresivni razvoj združbe jo lahko uvrstili tudi v skupino 6. Površina obeh združb znaša 3,09 % .

**(11)**

V tej kategoriji so primorski bukovi gozdovi, ki se pojavljajo v gorskem pasu. Vključeni sta dve bukovi združbi, pri katerih se kaže vpliv submediterana tudi v izraziti prisotnosti jesenske vilovine (*Sesleria autumnalis*). Sedanji veljavni imeni za te združbi sta *Sesleria autumnalis-Fagetum* in *Lamio orvalae-Fagetum* var.geogr. *Sesleria autumnalis*. V skupino smo uvrstili tudi primorski gozd gorskega javorja (*Acer pseudoplatanus*) in bresta (*Ulmus glabra*). Skupaj te združbe poraščajo 1,42 % površine Slovenije.

**(12)**

Heterogeno skupino sestavlja 12 aconalnih združb, katerim je skupen poudarjen termofilni značaj. V skupini so vključene združbe, ki se pojavljajo v vseh fitoklimatskih območjih in sicer na prisojnejših legah ali relativno toplih legah (rastiščih). Zajete so predvsem združbe termofilnih listavcev (npr. črni gaber *Ostrya carpinifolia*) in različnih hrastov (puhasti hrast *Quercus pubescens*, graden *Quercus petraea*). Poleg tega so v skupini tudi različni bukovi gozdovi z večjim deležem termofilnejših drevesnih vrst (črni gaber, hrasti). Manjši delež v skupini pa predstavljajo tudi termofilnejše združbe s prevladujočimi iglavci (rdeči bor *Pinus sylvestris*, črni bor *Pinus nigra*) v različnih fitoklimatskih območjih (npr. submediteransko, predinarsko, predalpsko). Skupina združb pokriva 3,97 % površine Slovenije.

**(13)**

Razmeroma heterogena je tudi skupina 7 aconalnih, izrazito edafsko pogojenih združb. Njim je skupno pojavljanje na izrazito kisljih, distričnih tleh. Med njimi prevladujejo acidofilni bukovi gozdovi (*Blechno-Fagetum*) in zmerno acidofilni bukovi gozdovi (*Luzulo-Fagetum*). Manjši delež v skupini pa predstavljajo tudi acidofilni gozdovi, v katerih lahko prevladujeta jelka (*Abies alba*) ali rdeči bor (*Pinus sylvestris*). Skupina je zelo obširna, saj zajema kar 10,65 % površine Slovenije.



načrtovanje in prikaz površinskih deležev			
GRP ID	Združbe	P (ha)	Delež (%)
0	Negozd	928.261	45,79
1	Ag, Ain, RC, S,	18.940	0,93
2	QC1, QC2, QC3, QC4, QC5, zarQC4	83.133	4,10
3	ArF, EF, EF3, EF4, FdF, HF2, HF3, HF4, QF, TA, UA, zarHF, zarHF4, zarQF	265.345	13,03
4	AdF3, IF, SF	26.062	1,29
5	AcF, AF, NA, VP, zarAcF, zarAF	126.400	6,24
6	AFp, AnF, AnF1, F	80.548	3,98
7	AsP, BA, BP, CP, DA, OS	75.767	3,74
8	APs, RR	23.627	1,17
9	AdF2, Fs, Pm	11.586	0,57
10	OP, SO	62.516	3,09
11	OA, OrF, SeF	28.841	1,42
12	CaF, CF, CO, GP, LQ, OF, Psi, QO2, QO4, zarGP, zarLQ, zarOF	80.336	3,97
13	BF, DF, LA, LF1, LF3, LF4, MP	215.677	10,65
100	Zar	160	0,01
SKUPA		2.027.199	100,00
J			

## 2.2 METODOLOGIJA UGOTAVLJANJA PROSTORSKIH SPREMEMB GOZDOV

Ciljno spremenljivko modela je predstavljala tematsko agregirana karta gozdnih združb Biroja za gozdnogospodarsko načrtovanje (slika 1). Karto smo zaradi poenostavitve modela agregirali iz 74 združb v 13 skupin združb (preglednici 1 in 2). Predmet modeliranja in simulacij je le sedanji gozdni prostor, ne ukvarjamo pa se z usodo sedanjih negozdnih površin ter opučenih kmetijskih površin v zaraščanju.

Simulacije premikov združb temeljijo na empirično pridobljenem statističnem modelu prostorske porazdelitve skupin gozdnih združb ter na scenariju, ki predvideva geografsko enakomerno povečanje temperatur in upad padavin. Model prostorske porazdelitve skupin gozdnih združb je popolnoma empiričen in odslkuje le povezave, ki so vsebovane v vhodnih podatkih. Zato ne upošteva drugih ("nehkih") informacij, ne upošteva vedenja o združbah, ekoloških pogojih v kakršnih se pojavljajo in ne upošteva odzivanja združb na okoljske strese. Model prav tako zanemara sekundarne učinke klimatskih sprememb (pojavi novih bolezni in škodljivcev, povečana pogostnost gozdnih požarov, spremenjeni načini rabe prostora).

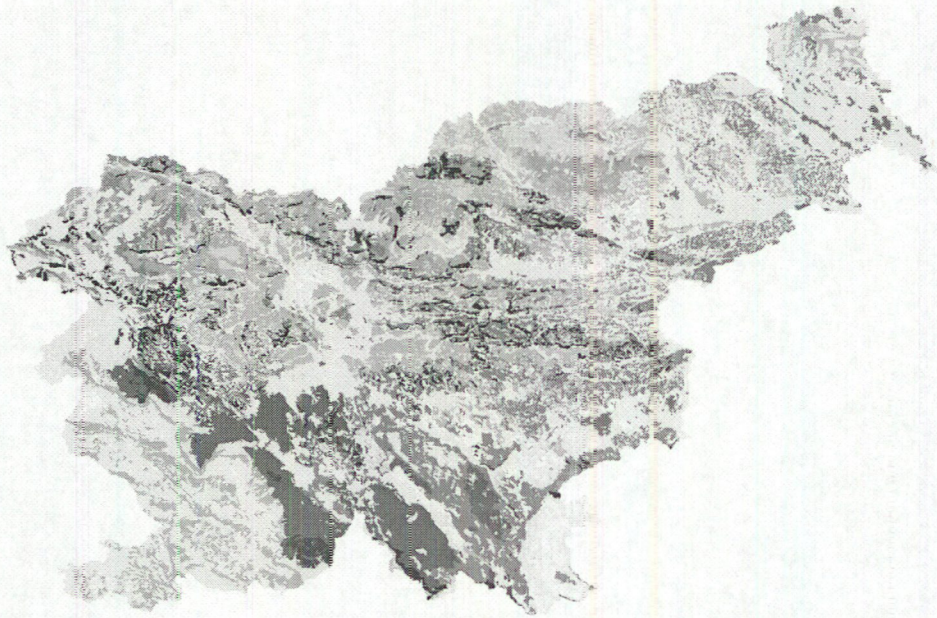
Naša metoda je temeljila na naslednjih izhodiščih:

- Podatkovna struktura: rastrski GIS z geometrično ločljivostjo 100 m
- Oblika modela: odločitveno drevo (See5, J48)
- Model uporabimo na ravni posamezne rastrske celice
- Efektivna prostorska ločljivost modela usreza vhodnemu sloju z najnižjo vsebinsko ločljivostjo, ca. 1 km (ali slabše)
- Model prostorske porazdelitve skupin gozdnih združb vključuje naslednje



pojasnjevalne spremenljivke:

- Povprečne letne temperature (ARSO)
- Povprečne letne padavine (ARSO)
- Talni tip po FAO klasifikaciji (BF-CPVO)
- Celoletna energija kvaziglobalnega obsevanja (ZRC-SAZU)
- Nadmorske višine (GURS)
- Naklon reliefa (GURS)
- Ekspozicija reliefa (GURS)



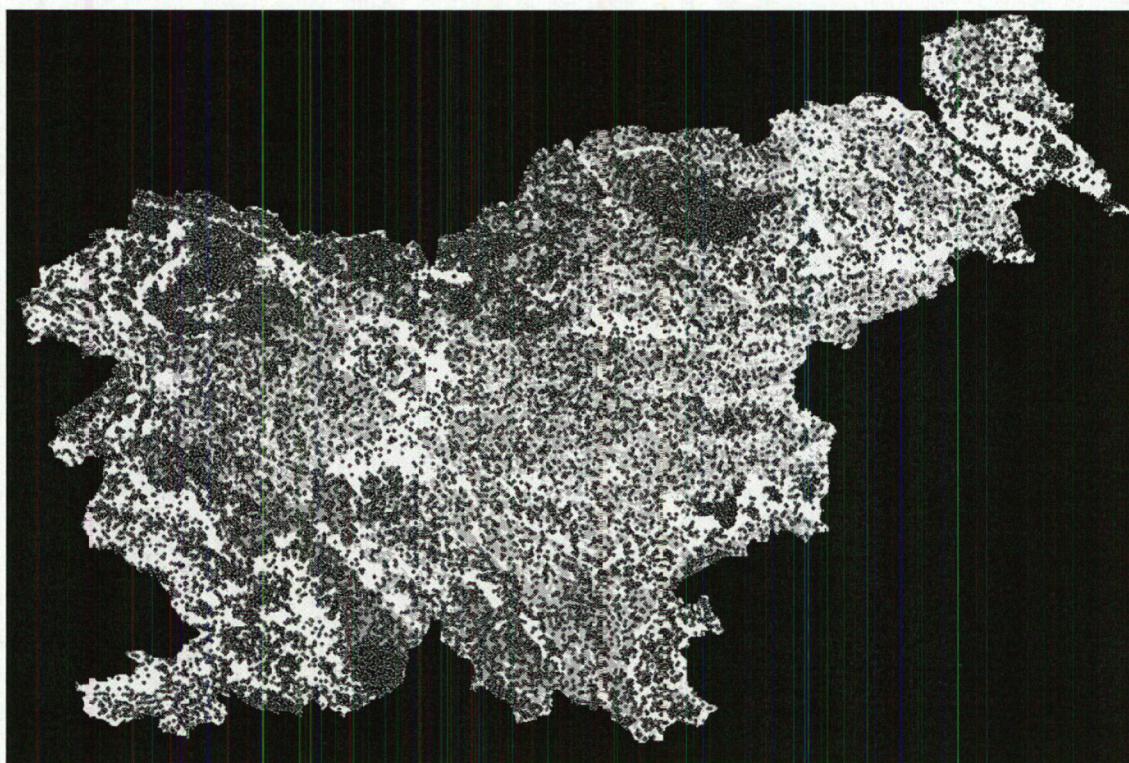
	negozd
	1) Ag, Ain, RC, S,
	2) QC1, QC2, QC3, QC4, QC5, zarQC4
	3) ArF, EF, EF3, EF4, FdF, HF2, HF3, HF4, Q <sup>2</sup> , TA, UA, zarHF, zarHF4, zarQF
	4) AdF3, IF, SF
	5) AcF, AF, NA, VP, zarAcF, zarAF
	6) AFp, AnF, AnF1, F
	7) AsP, BA, BP, CP, DA, OS
	8) APs, RR
	9) AdF2, Fs, Pm
	10) OP, SO
	11) OA, OrF, SeF
	12) CaF, CF, CO, GP, LQ, OF, Psi, QO2, QO4, zarGP, zarLQ, zarOF
	13) BF, DF, LA, LF1, LF3, LF4, MP
	zar

**Slika 6: Tematsko agregirana karta Biroja za gozdarsko načrtovanje**



Vzorec za kalibracijo modela je tvorilo po 2500 naključno izbranih rastrskih celic za vsako skupino. Skupine, ki zajemajo manj kot 2500 celic, so bile v popolnosti prevzete v vzorec. Velikost celotnega vzorca je bila 35.095 celic (slika 2, preglednica 3). Za vsako celico v vzorcu je bila poznan ciljni razred (skupina združb) ter serija podatkov iz kart, ki prikazujejo pojasnjen evalne spremenljivke.

Kalibracija modela v obliki odločitvenega drevesa je bila izvedena v programu Weka. Izmed številnih generiranih dreves različne velikosti (števila listov) smo izbrali tistega z najvišjo ocenjeno točnostjo (grafikon 1). Točnost smo ocenjevali z 10-kratnim navskrižnim preverjanjem (10-fold crossvalidation). Izbrani model ima 460 listov in 57,4 % skupno točnost na neznanih podatkih pri 15 razredih.



Slika 7: Prostorska porazdelitev vzorčnih slikovnih celic

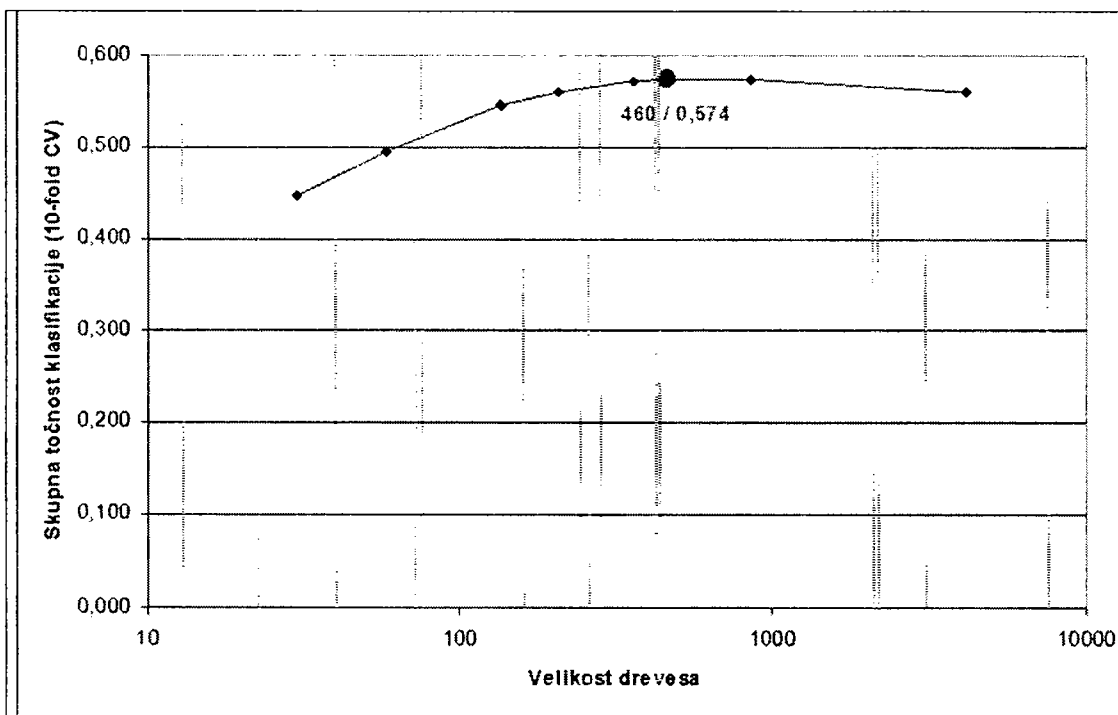
Preglednica 3: Primer podatkov za kalibracijo modela

GRP_ID	Združba	dmr	ekspoz_r	naklon	Oson	padavine	pedologija	temperatura
12	42	247	7	20,9	3324	5	17	6
3	31	470	1	25,6	3201	6	6	6
4	3	1391	2	18,6	2563	11	17	4
2	51	162	0	1,8	4404	5	4	7



0	40	411	0	0,8	4103	8	5	6
5	4	605	7	13,3	4332	9	6	6
7	20	480	0	6,4	3259	6	4	6
9	2	1266	0	2,0	3599	11	6	4
0	40	242	0	1,2	4591	8	17	8
11	44	800	0	2,6	4224	11	17	6
11	59	835	0	2,0	4581	10	6	6
1	56	151	0	0,4	4211	5	10	7
8	10	1560	3	30,7	4511	10	17	3
9	2	870	0	9,4	3152	12	17	5
10	61	680	0	5,8	4005	10	4	6
1	6	177	0	0,4	4180	1	8	7
2	51	507	2	12,6	4029	6	4	6
5	1	1200	8	15,1	3887	11	6	4

**Grafikon 1: Izbor odločitvenega drevesa glede na ocenjeno točnost**



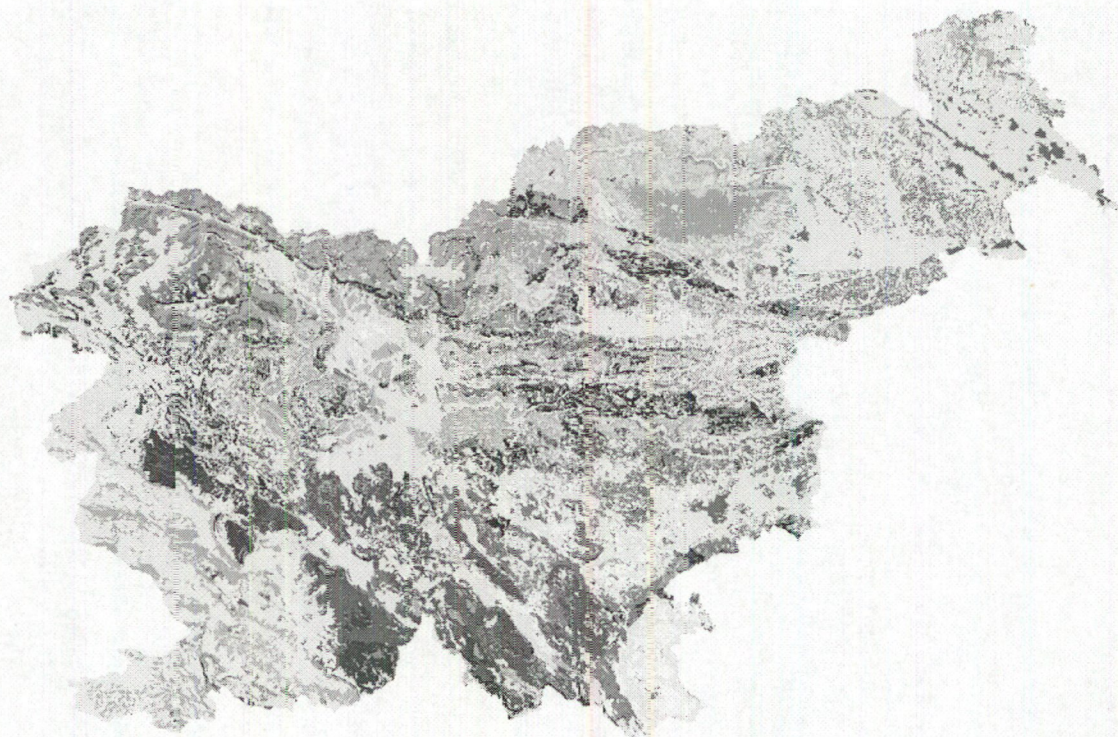
### 3 REZULTATI RAZISKAVE

#### 3.1 PROSTORSKI PRIKAZ PRIČAKOVANIH SPREMEMB GOZDOV ZARADI KLIMATSKIH SPREMEMB

Na podlagi izbranega modela smo generirali modelno današnje stanje (slika 3) ter na podlagi spremenjenih klimatskih podatkov (porast povprečne letne temperature za 2 stopinji in upad



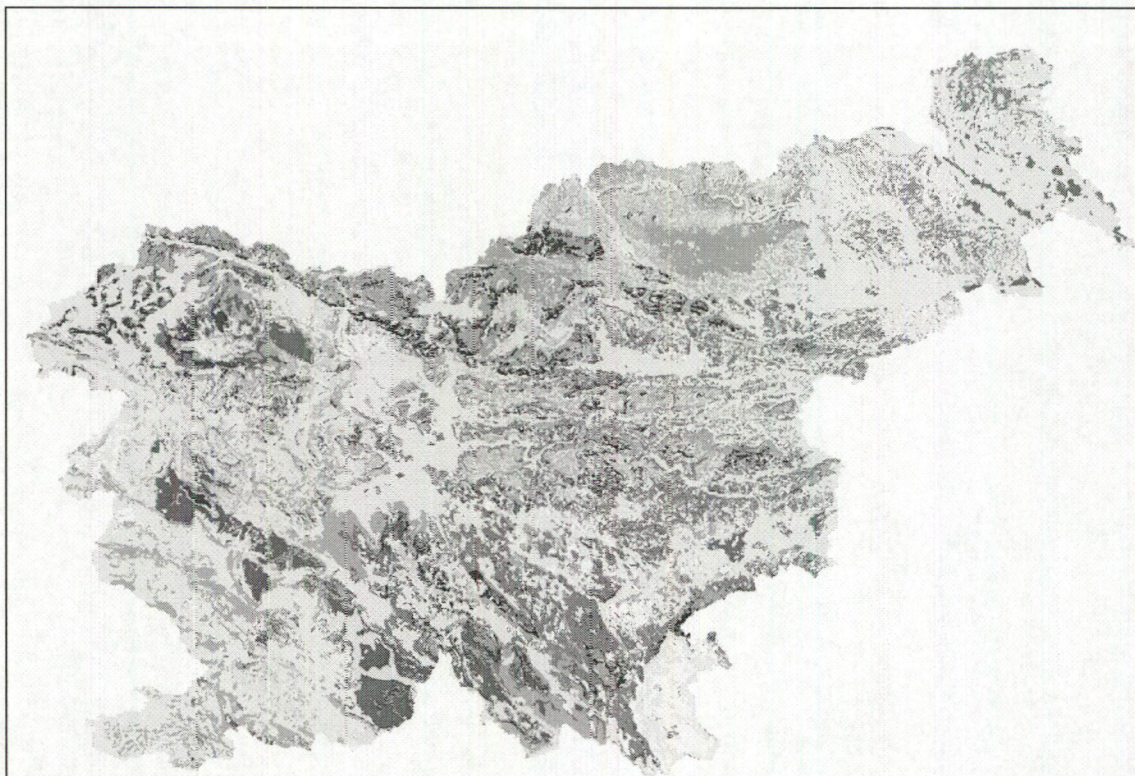
povprečnih letnih padavin za 200 mm) še simulirano prihodnje stanje (slika 4). Spremembe med sedanjim in simuliranim stanjem smo prikazali v matriki prehodov (preglednica 4), ki kaže, da se bo sedanja združba spremenila na 45,3 % gozdnih površin.



	negozd
	Ag, Ain, RC, S,
	QC1, QC2, QC3, QC4, QC5, zarQC4
	ArF, EF, EF3, EF4, FdF, HF2, HF3, HF4, QF, TA, UA, zarHF, zarHF4, zarQF
	AdF3, IF, SF
	AcF, AF, NA, VP, zarAcF, zarAF
	AFp, AnF, AnF1, F
	AsP, BA, BP, CP, DA, OS
	APs, RR
	AdF2, Fs, Pm
	OP, SO
	OA, OrF, SeF
	CaF, CF, CO, GP, LQ, OF, Psi, QO2, QO4, zarGP, zarLQ, zarOF
	BF, DF, LA, LF1, LF3, LF4, MP
	Zar

**Slika 8: Današnja porazdelitev gozdnih združb kot jo napoveduje model (točnost 57,4 %)**





■	negozd
■	Ag, Ain, RC, S,
■	QC1, QC2, QC3, QC4, QC5, zarQC4
■	ArF, EF, EF3, EF4, FdF, HF2, HF3, HF4, QF, TA, UA, zarHF, zarHF4, zarQF
■	AdF3, IF, SF
■	AcF, AF, NA, VP, zarAcF, zarAF
■	AFp, AnF, AnF1, F
■	AsP, BA, BP, CP, DA, OS
■	APs, RR
■	AdF2, Fs, Pm
■	OP, SO
■	OA, OrF, SeF
■	CaF, CF, CO, GP, LQ, OF, Psi, QO2, QO4, zarGP, zarLQ, zarOF
■	BF, DF, LA, LF1, LF3, LF4, MP
■	Zar

**Slika 9: Hipotetična modelna porazdelitev združb pri porastu povprečne letne temperature za 2 stopinji C in upadu povprečnih letnih padavin za 200 mm**

**Preglednica 4: Matrika sprememb gozdnih združb znotraj obstoječega gozda**



		Modelirano stanje po klimatski spremembi [ha]																
	Skupine združb																SKUPAJ	SKUPAJ
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	100		
Modelirano dejansko stanje [ha]	0	21.702	1.319	1.616	610	1	236	4	318	61	0	2.412	1.235	24	224	0	29.762	
	1	1.255	25.926	1.345	157	0	0	0	0	0	0	561	0	0	178	0	29.422	
	2	3.769	544	60.524	22.805	0	0	0	69	0	0	7.042	1	273	4.468	0	99.495	
	3	2.188	0	6.295	137.711	297	74	0	320	0	0	14.666	1.855	1.322	1.383	0	166.622	
	4	0	0	0	0	44.026	48	614	2.810	0	0	0	0	3.337	1.388	0	52.723	
	5	564	0	1.910	19.960	4.809	41.520	3.594	2.837	0	0	33.454	17.952	10.557	99	0	137.206	
	6	282	6	3.425	2.004	13.921	10.996	22.473	1.372	55	4.918	772	2.982	8.507	880	0	72.593	
	7	290	0	113	3.250	8.156	1	560	67.154	301	0	3.678	6.009	470	22.213	0	112.200	
	8	0	0	0	0	5.730	3.904	8.017	24	12.138	2.618	498	0	1.204	412	1.011	35.556	
	9	0	0	0	0	1	26.983	3.603	179	343	4.964	0	2.074	755	130	0	39.032	
	10	1.002	1	320	1.061	6	0	0	965	0	0	45.045	16.848	79	110	0	65.437	
	11	140	0	5.952	1.052	0	7.254	0	2.064	0	0	15.606	26.519	60	1.370	0	60.017	
	12	307	7	1.378	5.166	432	328	1.852	16	0	569	35.769	9.240	34.090	336	0	89.490	
	13	235	602	3.467	23.537	2.255	0	0	9.416	0	0	2.999	9.367	0	56.139	0	108.017	
100	0	0	0	0	0	0	0	0	89	630	0	0	0	0	647	1.366		
SKUPAJ		31.734	28.405	86.351	217.313	79.634	91.344	40.717	87.544	12.987	13.699	162.502	94.042	61.678	89.330	1.658	1.098.938	

Legenda: Koda 0 (negozd) in 100 (zaraščanje)

Preglednica 5. Deleži skupin združb v modeliranem dejanskem stanju in v modeliranem stanju ob pričakovanem scenariju klimatskih sprememb

		Modelirano stanje po klimatski spremembi [ha]																		
	Skupine združb																SKUPAJ	SKUPAJ		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	100				
Modelirano dejansko stanje [ha]	0	73	4	5	2	0	1	0	1	0	0	8	4	0	1	0	100	29762	2,7	
	1	4	88	5	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	100	29422	2,7	
	2	4	1	61	23	0	0	0	0	0	0	7	0	0	4	0	100	99495	9,1	
	3	1	0	4	83	0	0	0	0	0	0	9	1	1	1	0	100	166622	15,2	
	4	0	0	0	0	84	0	1	5	0	0	0	0	7	3	0	100	52723	4,8	
	5	0	0	1	15	4	30	3	2	0	0	24	13	8	0	0	100	137206	12,5	
	6	0	0	5	3	19	15	31	2	0	7	1	4	12	1	0	100	72593	6,6	
	7	0	0	0	3	7	0	0	60	0	0	3	5	0	20	0	100	112200	10,2	
	8	0	0	0	0	16	11	23	0	34	7	1	0	3	1	3	100	35556	3,2	
	9	0	0	0	0	0	69	9	0	1	13	0	5	2	0	0	100	39032	3,6	
	10	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	69	26	0	0	0	100	65437	6,0	
	11	0	0	10	2	0	12	0	3	0	0	26	44	0	2	0	100	60017	5,5	
	12	0	0	2	6	0	0	2	0	0	1	40	10	38	0	0	100	89490	8,1	
	13	0	1	3	22	2	0	0	9	0	0	3	9	0	52	0	100	108017	9,8	
100	0	0	0	0	0	0	0	0	7	45	0	0	0	0	47	100	1366	0,1		
		2,9	2,6	7,9	19,8	7,2	8,3	3,7	8,0	1,2	1,2	14,8	8,6	5,6	8,1	0,2	1098938	100		

### 3.2 VREDNOTENJE PROSTORSKIH SPREMEMB GOZDOV ZARADI DOMNEVNIH KLIMATSKIH SPREMEMB

#### Prehodi (izrazitejši) iz skupine v skupino

Vse napovedi v nadaljevanju besedila o možnih razvojih novega gozdnega rastlinstva po umiku starega, tudi kjer to ni izrecno povedano, predpostavljajo odsotnost sprememb sekundarnih dejavnikov, kot so na primer pojavi novih boleznih, škodljivcev, spremenjeni vzorci rabe prostora, spremenjeni požarni režimi in podobno. Poleg tega pa velja, da bi se napovedano spremenjeno gozdno rastlinstvo pojavilo šele v daljšem časovnem obdobju, po zaključenem sosledju sukcesij. Očitno je torej, da so relevantne predvsem napovedi, **kje** bi ob danem scenariju lahko prišlo do sprememb sedanjega gozdnega rastlinstva. Napovedi, **kakšno** rastlinstvo se bi pojavilo namesto obstoječega pa so zaradi vprašljive veljavnosti predpostavke o odsotnosti sekundarnih vplivov zgolj prva orientacija, v katero smer bi se novi gozd utegnil **začeti** razvijati

Model, ki predvideva določen scenarij podnebnih sprememb (+2°C, -200mm) in upošteva določene predpostavke (podlage) nakazuje, da bi lahko prišlo do zamenjave (spremembe) gozdnih združb oz. skupine združb kar na 45 % gozdnih površin.

Ob določenih predpostavkah oz. podlagah našega modela bi potencialno lahko prišlo do izrazitejše spremembe skupine, ki poleg dinarskih visokogorskih bukovih gozdov vključuje tudi dinarsko subalpinsko bukovoje v območju zgornje gozdne meje in ruše nad njo (skupina 9). Skupina sicer zajema manjši delež, saj na Gozdnovegetacijski karti pokriva le 0,6 % celotne površine Slovenije, v modelnem dejanskem stanju pa 3,6 % vseh gozdov. Ta skupina združb bi se domnevno obdržala le na 13 % območja, ki ga po ugotovljenem modelnem dejanskem stanju trenutno porašča. Na večini trenutnega modelnega območja te skupine združb bi se (ob odsotnosti sprememb sekundarnih dejavnikov) po spremembi klime dolgoročno predvidoma pojavili predvsem dinarski jelovo-bukovi gozdovi in podobne gozdne združbe iz skupine 5 (preglednici 4 in 5).

Le na skromni tretjini modelne dejanske površine bi se po klimatski spremembi obdržale tudi nekatere skupine združb, ki imajo precej večji površinski delež. Med njimi sta predvsem skupina 5 (prevladujejo dinarski jelovo-bukovi gozdovi z edafsko pogojenimi aconalnimi združbami v tem pasu) in skupina 6 (alpski in primorski (visoko)gorski bukovni gozdovi *Anemone trifolia-Fagetum* ter predalpski jelovo-bukovi gozdovi). Podobno pa se naj bi dogajalo s skupino 8 (smrekovi gozdovi na zgornji gozdni meji in ruševja nad njo v alpskem območju).

Na površine današnjih dinarskih jelovo-bukovih gozdov z edafsko pogojenimi aconalnimi združbami v tem pasu (skupine 5), ki predstavljajo 12,5 % modelnega dejanskega stanja, bi domnevno iz primorske strani postopoma vdiral predvsem submediteranski gozdovi temofilnih listavcev (skupine 10) in primorski bukovni gozdovi (skupine 11). Hkrati pa bi se na njihove površine tako znotraj dinarskega in iz nasprotne strani, iz preddinarskega območja širile različne združbe predgorskih in gorskih bukovih gozdov (skupine 3).

Velik del današnjih alpsko-primorskih gorskih bukovih gozdov in predalpskih jelovo-bukovih gozdov (skupina 6), ki predstavljajo 6,6 % modelnega dejanskega stanja gozdov, bi lahko zaradi spremenjenih podnebnih razmer deloma porasli visokogorski bukovni gozdovi predalpskega in preddinarskega območja (skupina 4). Hkrati bi se lahko iz dinarskega območja širili tudi dinarski jelovo-bukovi in podobni gozdovi (skupina 5). Poleg teh pa bi jih še posebej na ekstremnih legah lahko nadomestile različne termofilne združbe (skupina 12).

Tako kot v dinarskem prostoru bo domnevno prišlo do očitnih spremembe v območju zgornje gozdne meje tudi v alpskem prostoru. Na površine smrekovih gozdov na zgornji gozdni meji in ruševja nad njo v alpskem območju (skupine 8), ki predstavljajo 3,2 % modelnega dejanskega stanja, bodo predvidoma prodirali predvsem alpsko-primorski gorski bukovi gozdovi in predalpski jelovo-bukovi gozdovi (skupine 6), precejšen delež pa tudi visokogorski bukovi gozdovi v predalpskem območju gozdovi (skupina 4). Poleg tega pa se bodo domnevno na njihove površine pomaknili tudi dinarski jelovo-bukovi gozdovi (skupina 5), ki so sedaj prisotni na severnem delu dinarskega območja (npr. Trnovski gozd, Banjščice). Uporabljeni model sprememb gozdov ne predpostavlja širitve gozda na sedanje negozdne površine (npr. dvig gozdne meje navzgor), zato je slika te skupine združb na zgornji gozdni meji precej nejasna.

### **Spremembe površinsko največjih skupin združb**

Skupina predgorsko-gorskih bukovih gozdov v dinarskem, preddinarskem in predalpskem območju (skupina 3), ki je največja od vseh (15,2 % vseh gozdnih površin v modelnem dejanskem stanju) se bo predvidoma v 83 % obdržala na sedanjih površinah te skupine (preglednica 5). Verjetno pa bodo v pas gorskih bukovih gozdov prodirali elementi predgorskih bukovih gozdov. Izraziteje pa bi na površine te skupine domnevno prehajali le submediteranski gozdovi temofilnih listavcev (skupine 10).

Skupina dinarskih jelovo-bukovih gozdov z edafsko pogojenimi združbe v njihovem pasu (skupina 5) je z 12,5 % modelnega dejanskega stanja druga površinsko največja skupina. Ta skupina bo ob predvideni spremembi ena izmed tistih, ki bo domnevno utrpela večje spremembe.

Tretja po površini je skupina 7 (10,2 % modelnega dejanskega stanja), ki vključuje najrazličnejše aconalne združbe iglavcev, pretežno razširjene v alpskem in predalpskem območju, s prevladujočima navadno smreko (*Picea abies*) in navadno (bela) jelko (*Abies alba*). Združbe iglavcev v alpskem in predalpskem območju se naj bi obdržale na dveh tretjinah površin. Na petini površine te skupine pa bi domnevno lahko prišlo do konverzije iglastih v pretežno listnate gozdove iz skupini 13, v kateri prevladujejo različni acidofilni bukovi gozdovi.

### **Površinske spremembe gozdov**

Delež submediteranskih gozdov temofilnih listavcev (skupine 10) se bo predvidoma povečal iz sedanjih 6 % v modelnem dejanskem stanju kar na 14,8 % po domnevni podnebni spremembi (preglednica 6). Do nekoliko manjše spremembe relativnega deleža kot v skupini 10 (8,8 %) bi po domnevnih klimatskih spremembah prišlo v skupini 3 (porast za 4,6 %) in skupini 5 (zmanjšanje za 4,2 %). Združbe predgorsko-gorskih bukovih gozdov v dinarskem, preddinarskem in predalpskem območju iz skupine 3 bi imele še bolj poudarjeno prevladujočo vlogo kot jo imajo sedaj (od 15,2 % na 19,8 % celotne površine).

Delež dinarskih jelovo-bukovih gozdovi in aconalne združbe v njihovem območju (skupina 5) pa naj bi se iz sedanjih 12,5 % v modelnem dejanskem stanju zmanjšala na 8,3 % po spremembi.

Delež submediteranskih gozdov temofilnih listavcev (skupine 10) se bo predvidoma povečal kar za 148 % glede na današnjo modelno površino.

Za več kot polovico prvotne površine se bodo povečale tudi visokogorski bukovi gozdovi predalpskega in preddinarskega območja (51 %) in primorski bukovi gozdovi v gorskem

pasu (56,7 %).

Glede na sedanje modelno stanje pa se bodo občutno zmanjšale površine gozdovi v skupini 9 (-64,9 %, dinarski visokogorski bukovi gozdovi, dinarsko subalpinsko bukovje v območju zgornje gozdne meje in rušje nad njo) in v skupini 8 (- 63,5 %, smrekovi gozdovi na zgornji gozdni meji in ruševja nad njo v alpskem območju). Verjetno pa ne bo prišlo do tako izrazitega zmanjšanja površin teh skupin, saj lahko domnevamo, da se bodo ti gozdovi širili naprej proti vrhovom (zaraščanje nad sedanjo gozdno mejo), kar pa ta model na predvideva.

Preglednica 6. Površine in površinski deleži skupin podobnih združb danes in po klimatski spremembi (T + 1 razred; P -1 razred)

VARIANTA 1 - Skupine združb	DELEŽ (%) pred spremembo – današnje stanje	DELEŽ (%) po spremembi klime	RAZLIKA med deleži pred in po spremembi	RELATIVNA SPREMEMBA glede na prvotno površino (%)
0	2,7	2,9	0,2	6,6
1	2,7	2,6	-0,1	-3,5
2	9,1	7,9	-1,2	-13,2
3	15,2	19,8	4,6	30,4
4	4,8	7,2	2,4	51,0
5	12,5	8,3	-4,2	-33,4
6	6,6	3,7	-2,9	-43,9
7	10,2	8,0	-2,2	-22,0
8	3,2	1,2	-2,1	-63,5
9	3,6	1,2	-2,3	-64,9
10	6,0	14,8	3,8	148,3
11	5,5	8,6	3,1	56,7
12	8,1	5,6	-2,5	-31,1
13	9,8	8,1	-1,7	-17,3
100	0,1	0,2	0,0	21,4
	100	100		

#### 4 DISKUSIJA IN ZAKLJUČKI

Pri napovedi sprememb gozdov in razmerja gozdnih združb je kot ključna podlaga bila upoštevana Gozdnovegetacijska karta Slovenije, ki jo je že leta 1974 izdelal Biro za gozdarsko načrtovanje in smo jo leta 2003 na Gozdarskem inštitutu Slovenije pretvorili v digitalno obliko. Gozdnovegetacijska karta (KOŠIR et al. 1974, 2003) je najbolj celovit in podroben prikaz gozdne vegetacije v Sloveniji do slej. Karta je bila izdelana v merilu 1:100.000. Dejansko pa je bila večina kartnih podlag zanjo izdelanih v podrobnejšem merilu (večina v merilu 1:50.000) in so bile enotno prikazane v merilu Gozdnovegetacijske karte.

Kot podlaga za izdelavo Gozdnovegetacijske karte Slovenije so uporabili naslednje fitocenološke karte:

(a) karte gozdnih združb, ki so jih za posamezna gozdna gospodarstva v merilu 1:10.000 izdelali fitocenologi Biroja za gozdarsko načrtovanje do leta 1970, to je za površino 165.000 ha ali 16,6 %,

(b) karte gozdnih združb, ki so jih ob gozdnogospodarskih načrtih do leta 1967 izdelali drugi



slovenski fitocenologi (V. Tregubov, M. Wraber, S. Cvek, I. Persoglia, D. Robič, G. Tomažič, Ž. Košir, M. Zupančič, I. Puncer) v merilu 1:10.000, za skupno površino 82.000 ha ali 8,3 %,

(c) karta gozdnih združb Slovenskega Primorja (M. Wraber) v merilu 1:100.000, za skupno površino 88.000 ha ali 8,9 % in

(č) karte gozdnih združb v merilu 1:50.000, ki so jih v okviru naloge izdelali fitocenologi Biroja za gozdarsko načrtovanje v letih 1966-1970 z neposrednim preučevanjem in kartiranjem, to je za skupno površino 656.000 ali 66,2 %.

Za potrebe modeliranja sprememb gozdov zaradi klimatskih sprememb smo razmeroma podrobne vegetacijske kartne informacije generalizirali. Iz 74 gozdnih združb (sintaksonov) smo po določenih kriterijih oblikovali 13 skupin podobnih združb. Združevanja v skupine je potekalo samo po enem izmed različnih možnih algoritmov. Že v opisu skupin pa so nakazane tudi nekatere možnosti za drugačno združevanje.

Prednost uporabljene Gozdnovegetacijske karte glede na druge primerljive karte (npr. ČARNI et al. 2002) je precejšnja podrobnost, kar izhaja tudi iz merila te karte in kart, ki so bile uporabljene kot podlaga za njeno izdelavo. Pomanjkljivost razmeroma podrobne karte gozdne vegetacije pa je zastarelost kartnih podatkov. Vendar pa ta pomanjkljivost pri tako velikopovršinskem pristopu, pri katerem združujemo gozdne združbe v samo 13 skupin, ima precej zmanjšan učinek.

V obdobju od nastanka karte do danes je prihajalo do izrazitega procesa zaraščanja, zato površina gozdov (1.098.938 ha), ki jo prikazuje Gozdnovegetacijska karta, manjša kot sedanja skupna površina gozdov (1.169.196 ha) po gozdnogospodarskih načrtih (ZGS, 2006) ali kot je bila ugotovljena površina gozdov (1.216.815 ha) v okviru projekta MKGP Raba zemljišč (povzeto po ZGS, 2006).

Ena od pomanjkljivosti uporabljenega modela spreminjanja vegetacije je tudi neupoštevanje procesov zaraščanja v prihodnosti in možnosti širitve gozda. Model statično obravnava gozd na obstoječi površini in ne dopušča možnosti njegove širitve izven obravnavanih prostorskih okvirjev (npr. nadaljnji dvig gozdne meje v Alpah, zaraščanje opuščeni kmetijskih površin).

Nezanesljivost napovedovanja sprememb gozdov oz. vegetacije se dodatno povečuje tudi zaradi tega, ker je na Gozdnovegetacijski karti v nekaterih primerih prikazana potencialna gozdna vegetacija in ne dejanska, realna vegetacije, ki je na določenem območju prisotna. Ta razhajanja so značilna predvsem za območja, kjer so bile v preteklosti zaradi različnih vzrokov osnovane monokulture iglavcev (npr. Pohorje, Kras). V primeru monokultur je precej tvegano napovedovati njihov naravni razvoj tudi brez predpostavke o klimatskih spremembah. Napoved razvoja monokultur v smeri določene potencialne avtohtone vegetacije je še posebej nezanesljiva v primerih, da obstaja velik razkorak med potencialno in realno gozdno združbo.

Čeprav se podobni scenariji klimatskih sprememb, kot smo ga uporabili, po določenih projekcijah lahko uresničijo v manj kot 30 letih, pa je vprašanje, če lahko pride do tako drastične zamenjave vegetacije kot jo prikazuje model. Upravičeno lahko domnevamo, da je plastičnost in prilagodljivost posameznih vrst in združb v resnici večja kot jo lahko upošteva in zazna razmeroma grob model.

V uporabljenem modelu sprememb vegetacije zaradi klimatskih sprememb ni bilo možno upoštevati različnih degradacijskih ali pa tudi progresivnih procesov, do katerih bo verjetno prihajalo ob spreminjanju klime. Kot se že lahko zaznajo določeni trendi, lahko ob uresničevanju določenih scenarijev klimatskih sprememb pričakujemo pojave novih bolezni

in drugih fitopatoloških organizmov (npr. podlubniki na iglavcih), ki bodo močno prispevali k hitrejšemu spreminjanju sestave gozdov. Ob morebitnem scenariju povečanja temperatur in zmanjšanje količine padavin bi vse bolj pomembno vlogo v spreminjanju podobe gozdov imeli gozdni požari. Po drugi strani pa je lahko učinek sprememb v določenih predelih tudi pozitiven, kot je npr. pospešena mineralizacija surovega humusa v do sedaj hladni, humidni klimi v alpskem predelu lahko omogoči uspevanje večjega števila različnih gospodarsko in tudi sicer zanimivih drevesnih vrst. Seveda pa se vseh procesov v kompleksnih gozdnih ekosistemih, ki se ob tovrstnih spremembah lahko sprožajo, ne da enostavno ugotoviti in predvideti učinke njihovega sočasnega delovanja.

V spremenjenih razmerah se bodo spreminjali tudi načini rabe tal, ki bodo prilagojeni novi situaciji. Med gozdnim drevjem, drugimi rastlinami in organizmi bo prihajalo do spremenjenih odnosov. V vegetaciji se bodo ti odnosi odražali v spremenjenih vrstni sestavi in strukturi. Pomemben vidik, ki ga tovrstni enostavni modeli ne morejo upoštevati je adaptiven genetski odziv posameznih vrst v kontekstu spremenjenih razmer. Kakšno genetsko pogojeno prilagoditveno sposobnost imajo ključne vrste v gozdni vegetaciji je ena od neznank, ki jo ne moremo ustrezno vključiti v model spreminjanja gozdov.

Pri obravnavanju sprememb vegetacijske slike gozdov zaradi klimatskih sprememb lahko govorimo predvsem o relativnih spremembah. Razmeroma majhna zanesljivost napovedovanja sprememb je pogojena z razmeroma nezanesljivimi scenariji klimatskih sprememb kot tudi razmeroma omejenimi vhodnimi podatki podlag.

Model predvideva linearno spremembo dveh parametrov klime (temperatura, padavine) na celotnem območju. Vendar pa realno lahko pričakujemo, da se bodo globalne spremembe na lokalni klimi odrazile zelo različno. Tako na primer v Sloveniji v povprečju pade za 7 % manj dežja kot pred 50 letih, medtem ko na Kočevskem in v Zgornjesavski dolini celo za 20 % manj (intervju KAJFEŽ-BOGATAJ, Nedelc, 1. oktober 2006). Lokalni vplivi, še posebej na padavinske spremenljivke, pogosto prevladajo nad situacijo v obsežni skali, kar onemogoča izdelavo kakovostnih empiričnih modelov za njihovo ocenjevanje (KAJFEŽ-BOGATAJ / BERGANT 2005a).

Vendar pa se kljub vsem pomislekom in pomanjkljivosti obstoječega modela zdijo premiki določenih združb na območje sosednjih, podobnih združb povsem možni in verjetni, saj so dejansko te združbe že danes v večini primerov zvezno prepletene.

Raziskava je nakazala možnosti, da bo ob povečanju temperature (za 2°C) in ob zmanjšanju količine padavin (za 200 mm) potencialno prišlo do značilnih in velikopovršinskih sprememb gozdnih tipov oz. skupin podobnih gozdnih združb. Ob upoštevanju določenih predpostavk, ki smo jih upoštevali pri pripravi modela, lahko domnevamo, da se bo sedanja združba oz. skupina združb spremenila na 45 % gozdnih površin. To je povsem primerljivo z rezultati švicarskih raziskovalcev, ki so ugotovili, da bi se ob »zmernem segrevanju«, ki predpostavlja dvig povprečne temperature do 1,4°C, spremenil potencialni naravni vegetacijski tip v 30-55 % (KIENAST / BRZEZIECKI / WILDI 1996).

Lahko pričakujemo, da bo prihajalo predvsem do vertikalnega premikanje določenih tipov gozdov navzgor ter do premeščanja gozdov s termofilnejšim značajem na območje sedanjih gozdov v mezofilnejših razmerah. Zaradi višjih temperatur in manjše količine padavin se bodo gozdovi, ki uspevajo v hladnejši, humidni klimi s specifičnimi edafskimi pogoji, obdržali le na relativno manjših, ekstremnih površinah.

Ob uporabljenem scenariju bi prišlo do večjih sprememb gozdov v območju zgornje gozdne meje (altimontanski in subalpinski pas) in ruševja nad njo tako v alpsko-predalpskem kot tudi dinarskem območju. Do izrazitih sprememb bi prišlo v območju gospodarsko in ekološko pomembnih dinarskih jelovo-bukovih gozdov. Čeprav bi se ti gozdovi predvidoma

premeščali tudi na rastišča drugih združb pa bi se njihov površinski delež v celoti močno zmanjšal. Velik del gozdov iglavcev v alpskem in predalpskem območju, v katerih prevladujeta smreka in jelka bi prešel v acidofilne oz. zmerno acidofilne bukove gozdove. V Sloveniji naj bi se ob tem scenariju podnebnih sprememb močno povečal delež gozdov termofilnih listavcev, ki so potencialno gospodarsko manj zanimivi. To bi hkrati pomenilo tudi zmanjšanje lesne zaloge in s tem določene negativne gospodarske učinke.

Poleg tega pa so termofilni gozdovi potencialno tudi bolj požarno ogroženi. Spremenjene razmere z vsemi spremljajočimi degradacijskimi procesi (bolezni, požari) bi zahtevale tudi večje vlaganje v varstvo in gojenje gozdov. Hkrati s tem bi se gojenje gozdov moralo dinamično odzivati na trende spreminjanja sestava in strukture gozdov ter usmerjati razvoj k na nove razmere prilagojenim gozdnogospodarskim in gozdnogojitvenim ciljem.

## 5 VIRI

- ARSO, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, 2003. Ranljivost slovenskega kmetijstva in gozdarstva na podnebno spremenljivost in ocena predvidenega vpliva. 146 s.
- ATKINSON, C.J., 1996. Global changes in atmospheric carbon dioxide: the influence on terrestrial vegetation. V: YUNUS, M. / IQBAL, M., Plant response to air pollution. John Wiley & Sons. s. 99-134.
- BAZZAZ, F. A., 1998. Plants in changing environments: linking physiological, population, and community ecology. Cambridge University Press, 320 s.
- BERGANT, K. / KAJFEŽ-BOGATAJ, L., 2004. Priprava scenarijev podnebnih sprememb za Slovenijo. Pol stoletja Slovenskega meteorološkega društva, s. 155-171.
- BONNEAU, M. / NYS, C., 1999. Effects of Atmospheric Nitrogen Deposition in Forest Stands: Recognizing the Consequences by Foliar Analysis. Causes and Consequences of Accelerating Tree Growth in Europe, EFI Proceedings, 27, s. 17-23.
- BRZEZIECKI, B. / KIENAST, F. / WILDI, O. 1993. A simulated map of the potential natural forest vegetation in Switzerland. Journal of Vegetation Science, 4, s. 499-508.
- BRZEZIECKI, B. / KIENAST, F. / WILDI, O., 1995. Modelling potential impacts of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. Journal of Vegetation Science, 6, 257-268.
- CIMPERŠEK, M., 2004. Prilaganje gozdov podnebnim spremembam. Gozd. vestnik, 62, s. 169-178.
- ČARNI, A. / MARINČEK, L. / SELIŠKAR, A. / ZUPANČIČ, M., 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije : merilo 1 : 400 000.- Ljubljana, ZRC SAZU (Biološki inštitut Jovana Hadžija).
- FABIAN, P. / MENZEL, A., 1999. Changes in phenology of trees in Europe. Causes and consequences of accelerating tree growth in Europe, EFI Proceedings, 27, s. 43-51.
- GLATZEL, G., 1999. Historic forest use and its possible implications to recently accelerated tree growth in Central Europe. Causes and consequences of accelerating tree growth in Europe, EFI Proceedings, 27, s. 65-74.
- HUNTLY, B. / BAXTER, R., 2005. Vegetation ecology and global change. V: van der MAAREL, E. Vegetation ecology, Blackwell Publishing, s. 356-372.
- IPCC, 1996. The IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories (Instruction manual, Workbook, Reference Manual). WMO / UNEP / OECD / IEA.

- KAJFEŽ-BOGATAJ, L. 2001. Klimatske spremembe in njihove posledice - dejstva in predvidevanja. *Gozd. vestn.*, 59, s. 203-208.
- KAJFEŽ-BOGATAJ, L. / BERGANT, K., 2005a. Kakšno bo podnebje v Sloveniji v tem stoletju? *Ujma*, 19, s. 218-223.
- KAJFEŽ-BOGATAJ, L. / BERGANT, K., 2005b. Podnebne spremembe v Sloveniji in suša. *Ujma*, 19, s. 37-41.
- KAJFEŽ-BOGATAJ, L., 2006. V zadnjih petdesetih letih se je Slovenija segrela za stopinjo. Intervju, Nedelo 1. oktober 2006, avtor: KOCIPER, A., s. 24
- KIENAST, F., 1991. Simulated effects of increasing atmospheric CO<sub>2</sub> and changing climate on the successional characteristics of Alpine forest ecosystems. *Landscape Ecology*, 5, s. 225 - 238.
- KIENAST, F. / BRZEZIECKI, B. / WILDI, O., 1994. Computergestützte Simulation der räumlichen Verbreitung naturnaher Waldgesellschaften in der Schweiz. *Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen* 145, s. 293 - 309.
- KIENAST, F. / BRZEZIECKI, B. / WILDI, O., 1996. Long-term adaptation potential of Central European mountain forests to climate change: a GIS-assisted sensitivity assessment. *Forest Ecology and Management* 80, s. 133-153.
- KIENAST, F. / BRZEZIECKI, B. / WILDI, O., 1998. Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests an ecological risk assessment *Biological Conservation*, 83, s. 291-305.
- KOŠIR, Ž. / ZORN-POGORELIC, M. / KALAN, J. / MARINČEK, L. / SMOLE, I. / ČAMPA, L. / ŠOLAR, M. / ANKO, B. / ACCETTO, M. / ROBIČ, D. / TOMAN, V. / ŽGAJNAR, L. / TORELLI, N. / TAVČAR, I. / KUTNAR, L. / KRALJ, A., 1974, 2003. Gozdnovegetacijska karta Slovenije. Ljubljana, Biro za gozdarsko načrtovanje 1974, Gozdarski inštitut Slovenije 2003, CD.
- MARINČEK, L. / ČARNI, A., 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb Slovenije v merilu 1:400.000.- Založba ZRC. ZRC SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžijca, 79 s.
- KRÄUCHI, N. / XU, D., 1996. Climate change effects on forests. IUFRO XX World Congress, 6-12 August 1995, Tampere. Congress Report, Volume II, s. 34-45.
- MAKONEN-SPIECKER, K. / KOTAR, M., 1999. Rastni trendi v evropskih gozdovih. *Gozd. vestn.*, 57, s. 141-148.
- SIMONČIČ, P. / KOBLER, A. / KRAJNC, N. / MEDVED, M. / TORELLI, N. / ROBEK, R., 2001. Podnebne spremembe in slovenski gozdovi. *Gozd. vestn.*, 59, s. 184-202.
- SPIECKER, H., 1999. Growth trends in European Forests – do we have sufficient knowledge ? Causes and Consequences of Accelerating Tree Growth in Europe, *EFI Proceedings*, 27, s. 157-169.
- ZGS, 2006. Poročilo Zavod za gozdove Slovenije o gozdovih, Ljubljana, 71 s.
- ZORN, M., 1975. Gozdnovegetacijska karta Slovenije. Opis gozdnih združb.- Ljubljana, Biro za gozdarsko načrtovanje, 150 s.

#### **IV. delovna skupina: GOZDNI GENSKI VIRI**



*VODJA: DR. GREGOR BOŽIČ*  
*SODELAVCI: IZTOK SINJUR*

Sodelovanje z: dr. Andrejo Ferreira - DS 6- PROSTORSKI PRIKAZI

*Program dela:*

Namen je bil spoznati prostorske porazdelitve prilagoditve variabilnih genetskih parametrov za smreko iz njenih naravnih rastišč v Sloveniji, **oceniti** evlucijski prilagoditveni potencial populacij, **kvantificirati** alelni (genski) delež glede na prag tveganja, **podati oceno** vplivov izgubljenih alelov na genetsko pestrost ter **spoznati** potencial smrekovih populacij za ustvarjanje osebkov različnih genotipov, kar je eden pomembnejših dejavnikov za preživetje gozdnega drevja v spreminjajočih se razmerah okolja in s tem temeljni pogoj trajnosti. **Cilj raziskave** je prispevati k celostnem ovrednotenju možnega vpliva predvidenih podnebnih sprememb na domnevno avtohtone genske vire smreke v Sloveniji, ki poleg **zagotavljanja nabora podatkov** za nadaljnje raziskave prilagojenosti in prilagoditvene sposobnosti gozdnih drevesnih vrst v času in prostoru, **omogoča tudi razvoj ustreznih strategij** za dinamično ohranjanje gozdnih genskih virov smreke v spreminjajočih se razmerah njenega življenjskega okolja.

***Genetska struktura, evlucijski potencial in ogrčenost genske informacije v Populacijah avtohtone smreke v Sloveniji***

Vse prilagoditvene odzive na spremenjene življenjske razmere, ki se pojavijo v obliki fizioloških in / ali morfoloških prilagoditvenih reakcij posameznih osebkov, opisujemo kot **fiziološko prilagoditveno sposobnost**. V primerih, ko se vsi osebki populacije na takšen način ne morejo več prilagoditi, bodo sile selekcije učinkovite, torej se bo spremenila tudi **genetska struktura populacije**. Prilagoditev dela osebkov v populaciji na nove življenjske razmere okolja je možna samo, če obstaja v sestoji dovolj velik genetski potencial v obliki genske variabilnosti. Kadar je genetski potencial v danem obdobju pod selekcijskim pritiskom, ga označujemo kot **prilagoditveni (adaptivni) potencial**. Pogostost adaptivnih genov ali genotipov je v populaciji namreč tako visoka, da lahko pod prevladujočimi razmerami okolja zagotavlja njeno preživetje preko več generacij. Ta del genske informacije lahko razumemo tudi kot **delujoči del** prilagoditvenega potenciala populacije oziroma njen operativni potencial. **Celotni evlucijski potencial** populacije pa zajema poleg delujočega dela genske informacije tudi trenutno **nedelujoči**, latentni prilagoditveni potencial, ki pa lahko pri izrazitih spremembah življenjskega okolja postane aktiven in tako ohrani gozdni sestoj (Hatterer in sod., 1993). Ocena obeh potencialov se večinoma nanaša na direktna opazovanja. Da bi ju lahko spoznali, moramo uporabiti ustrezne genske označevalce, torej fenotipske znake, ki posredno ali neposredno odražajo razlike med genomi organizmov in / ali skupin organizmov.

V zvezi z ohranjanjem gozdnih genskih virov se kot možni genski označevalci obravnavajo predvsem metrični znaki, izoencimski označevalci in molekulski označevalci (Gillet 1993). Čeprav je z izoencimskimi genskimi označevalci v primerjavi z ustreznimi molekulskimi genskimi označevalci možen vpogled le v majhen del celotne genske informacije pa imajo tako pridobljene informacije velik pomen za opredeljevanje genskih virov. Različne

raziskave namreč kažejo, da lahko pri večini drevesnih vrst opazujemo različne **alelne tipe** in, pogosto še bolj izraženo, **pogostnost (frekvence) alelov**. Te so lahko posledica različnih vplivov (mutacije, selekcija, migacije, genetski drift), lahko pa tudi antropoloških vplivov (Finkeldey, 1993). S **primerjavo profilnih tipov populacij** lahko ugotovimo obseg genetske diferenciacije in spoznamo odločujoče evolucijske dejavnike. Če je v vseh proučevanih populacijah prisoten zmeraj isti genetski profil lokusa z enakimi alelnimi tipi, je lahko v celotnem okolju prevladovala enako delujoča selekcija. Če so populacije v svojih genetskih profilih vidno različne, pa so lahko k temu prispevali mnogoštevilni vzroki (Hattemer in sod., 1993). Pri opazovanju genetskega **profila encimskega lokusa** se domneva, da vsi pogostni aleli pripadajo k operativnemu, vsi redki aleli pa k latentnemu potencialu (Hattemer in sod., 1993). Ker naj bi bilo **dinamično varovanje genetskega prilagoditvenega potenciala populacij tudi najprimernejši cilj ohranjanja gozdnih genskih virov**, nastane vprašanje, koliko od alelnih variant na posameznem genskem lokusu naj bi bilo zavarovanih oziroma, kateri tip populacije najbolj ustreza za zavarovanje genskega vira. Glede na to, da ni mogoče napovedati spremembe okolja niti v smeri intenzivnosti niti kompleksnosti, je potrebno upoštevati stališče, da imajo vse prisotne genetske variante (aleli) adaptiven pomen ali pa jim ga lahko pripisujemo. To pomeni, da je **za ocenjevanje skupnega prilagoditvenega potenciala** posamezne populacije **uporabno merilo** število alelnih variant na posameznem genskem lokusu oziroma njena **alelna pestrost**. Zagotoviti pa moramo, da je vsak tak alel najmanj v eni posamezni populaciji prisoten s tako pogostostjo, ki zagotavlja preživetje populacije, tudi če so samo nosilci enega teh alelov preživetveno sposobni. K prilagoditvenemu potencialu posamezne populacije zato ne smemo šteti zelo redkih genskih variant (Hattemer in sod., 1993). Takšna mejna vrednost **efektivne alelne pestrosti** ( $M_{\alpha}$ ) je po Finkeldeyu (1993) definirana z  $M_{\alpha} = 2\%$ . Ker je bila mejna vrednost definirana ob predpostavki, da se je pomembna prilagoditvena varianta med spremembo okolja ali po njej še izdatno obogatila in se s tem zavarovala, lahko vse alele, ki so pogostejši, kot je ta mejna vrednost ( $M_{\alpha} = 2\%$ ) uvrščamo k **kvantitativnemu prilagoditvenemu potencialu** populacije. Poleg ocene kvantitativnega prilagoditvenega potenciala ( $M_{\alpha}$ ) je dobro upoštevati tudi stopnjo nevarnosti za izgubo genetske informacije (alelov, genotipov) v sestoji. Definicija praga tveganja ( $R_{\alpha}$ ) naj bi nakazovala, da vsebujejo vse genetske variante pod to mejno vrednostjo primerljivo visoko tveganje izgube. Iz pragmatičnih razlogov (težko določljiva ker je odvisna od velikosti populacije, števila efektivnih, v reprodukciji udeleženih osebkov, razširjenosti genetske variante in obsega genetske inventure) je vrednost praga tveganja ( $\alpha$ ) definirana z  $R_{\alpha} = 5\%$  (Mengel 1991, Gregorius 1980) in s tem hkrati usmerjena na omejitev redkih alelov (Adams, 1981) ter na možnost izgube genetske informacije. Velikost  $R_{\alpha}$  sicer še ne omogoča spoznanja o tem, ali genetska variacija s pogostostjo, manjšo od 5 %, tudi dejansko prehaja na naslednjo generacijo. To ugotavljamo s primerjavami genskih struktur v različnih ontogenetskih stadijih, npr. s primerjavo zrelega sestoja in njegovega podmladka (BOŽIČ 2005).

Genetski vzorec je v posameznih primerih lahko tudi geografsko ali ekološko porazdeljen, njegovo prepoznavanje pa omogoča boljši pogled v diferenciacijo naravnih populacij posameznih vrst. Ena izmed možnosti geografske ali klinalne **vzorčne porazdelitve alelov** je združevanje v razrede po njihovi pogostosti na pogoste ali redke alele ter po njihovi razširjenosti na splošne, lokalne ali privatne alele (Yang in Yeh, 1992). Po Yangu in Yehu (1992) so pogosti aleli tisti, katerih relativna frekvenca je večja ali enaka 5 %, medtem ko so redki aleli tisti z relativno frekvenco, manjšo od 5 %. Splošni aleli so tisti v najmanj 25 % populacij, lokalni aleli so tisti, ki so prisotni v manj kot v 25 % populacij, privatni aleli pa so

prisotni samo v posamezni populaciji ali na določenem območju (Adams, 1981). V raziskavah, ki so v zvezi z ohranjanjem gozdnih genskih virov, torej smemo upoštevati izoencime kot genske označevalce.

### Material in metode

Za analizo genetske strukture, genetskega prilagoditvenega potenciala in ogroženosti genetske informacije ter ovrednotenja populacijsko genetskih prilagoditvenih parametrov avtohtonih smrekovih sestojev smo uporabili genotipske podatke 1221 dreves iz 22 sestojev samonikle smreke v Sloveniji (BOŽIČ 2002). Za vsako drevo smo zajeli genotipske podatke 10 encimskih sistemov, ki jih kodira 16 genskih lokusov in sicer (v oklepaju je navedena okrajšava encimskega sistema, EC številka in oznaka analiziranega lokusa): Fluorescenčne esteraze (FEST, EC 3.1.1.1, *FEST-B*), Glutamat dehidrogenaza (GDH) GDH, EC 1.4.1.2, *Gdh-A*), Glutamat oksalacetat transaminaza (GOT, AAT, EC 2.6.1.1, *Got-A*, *Got-B*, *Got-C*), Izocitrat dehidrogenaza (IDH, EC 1.1.1.42, *Idh-A*, *Idh-B*), Levcin aminopeptidaza (LAP, EC 3.4.11.1, *Lap-B*), Malat dehidrogenaza (MDH, EC 1.1.1.37, *Mdh-A*, *Mdh-B*, *Mdh-C*), Fosfoglukoza izomeraza (PGI, EC 5.3.1.9, *Pgi-B*), Fosfoglukomutaza (PGM, EC 2.7.5.1, *Pgm-A*), Šikimat dehidrogenaza (SKDH, EC 1.1.1.25, *Skdh-A*) in 6-Fosfoglukonat dehidrogenaza (6-PGDH, EC 1.1.1.44, *6-Pgdh-E*, *6-Pgdh-C*).

Izbrane populacije smreke, ki smo jih zajeli v analizo, večinoma uspevajo na rastiščih v subalpinskem in zgornjem montanskem pasu, ki jih smreka gradi v okviru svoje naravne razširjenosti smreke na območju alpskega in dinarskega sveta (preglednica 1). V alpskem fitogeografskem območju smo v analizo zajeli populacije smreke na Pokljuki (3), Jelovici (3), Karavankah (2), Kamniško Savinjskih Alpah (3) in Pohorju (4), na dinarskem območju pa v Trnovskem gozdu (2), na Snežniku (4) in Goteniškem Snežniku (1). Vzorec sestavljajo naključno izbrana vitalna, nadrasla oziroma sorastla drevesa različne starosti (večinoma od 100 do 200 let). Za izbrane populacije smreke je sprejeto mnenje, da jih zaradi rasti na potencialno in pogojno potencialno naravnih smrekovih avtohtonih rastiščih lahko obravnavamo kot prilagojene rastišču in s tega vidika tudi kot avtohtone (BOŽIČ s sod. 2003).

Tabela 1: Raziskovalni objekti smreke v Sloveniji (prirejeno po BOŽIČ s sod. 2003)

Št.	Populacija	Območje	Geografske koordinate		Nmv (m)	Fitocenološka združba
			X (m)	Y (m)		
1	Šijec	Pokljuka	5131759	5422668	1200	<i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i>
2	Tonetova bajta	Pokljuka	5132751	5432774	1150	<i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i> , <i>Sphagno-Piceetum</i>
3	Lipanca	Pokljuka	5136358	5418109	1400-1500	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i>
4	Blatni greben	Jelovica	5127178	5428753	1050	<i>Sphagno-Piceetum</i>
5	Ledine	Jelovica	5123439	5431665	1150	<i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i> , <i>Sphagno Piceetum</i>
6	Lipriška planina	Jelovica	5155177	5434599	1300	<i>Rhytidiadelpho lorei Piceetum</i> , <i>Sphagno-Piceetum</i>
7	Veliki vrh	Karavanke	5140160	5456648	1400-1500	<i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum</i>



8	Planina Pungrat	Karavanke	5142580	5451072	1400-1500	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i>
9	Robanov kot	Kam. Sav. Alpe	5136814	5475236	800	<i>Laburno-Piceetum</i>
10	Dleškovaška planota -Veža	Kam. Sav. Alpe	5131804	5477675	1500	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum laricetosum</i>
11	Velika planina	Kam. Sav. Alpe	5127651	5473915	1600	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum</i>
12	Črno jezero	Pohoře	5143988	5533635	1200	<i>Rhytidiadelpho lorei-Piceetum, Sphagno-Piceetum</i>
13	Trije žebli	Pohoře	5147249	5531198	1300	<i>Sphagno-Piceetum</i>
14	Komisija	Pohoře	5145056	5524560	1300-1400	<i>Luzulo sylvaticae-Piceetum</i>
15	Skrivni hriber	Pohoře	5146778	5522740	1300-1400	<i>Luzulo sylvaticae-Piceetum</i>
16	Smrečje	Trnovski gozd	5090182	5408781	1050-1100	<i>Stellario monanae-Piceetum</i>
17	Smrekova draga	Trnovski gozd	5093488	5412555	1100-1150	<i>Lonicero caeruleae-Piceetum</i>
18	Grda draga	Snežnik	5047966	5454522	1150-1200	<i>Hacquetio-Piceetum</i>
19	Pod Tršarjevimi rastišči	Snežnik	5044841	5455575	1200	<i>Lonicero caeruleae-Piceetum</i>
20	Velika padežnica	Snežnik	5044985	5456572	1200	<i>Hacquetio-Piceetum</i>
21	Grčovec	Snežnik	5047113	5457504	1200-1250	<i>Lonicero caeruleae-Piceetum</i>
22	Gorenški Snežnik	Got. Snežnik	5048790	5479887	1250-1300	<i>Ribeso alpini-Piceetum</i>

Št. – številka populacije

Frekvenčne porazdelitve alelov na lokusih smo opisali s 4 alelnimi (genskimi) profili, ki smo jih določili po Finkeldeyu (1993 in sicer kot: i) fiksacijo, če je na posameznem genskem lokusu samo 1 alel, ii) nizko stopnjo polimorfizma, če je na posameznem genskem lokusu je prisoten pogosti alel (alelna frekvenca > 80 %) in eden ali več redkih alelov, iii) visoko stopnjo polimorfizma, če sta na posameznem genskem lokusu najmanj dva alela kot prevladujoča (alelna frekvenca > 20 %), ivi) netipični profil, če alelne strukture na posameznem genskem lokusu ne moremo uvrstiti v 1., 2. ali 3. profil.

Razširjenost alelov smo interpretirali z opaženim porazdelitvenim vzorcem alelov tako, da smo za vsak polimorfen genski lokus opisali pogostost posameznih alelov v populacijah in njihovo prostorsko porazdelitev. Kot polimorfen lokus smo pri tem upoštevali vsak genski lokus, na katerem smo ugotovili vsaj še en alel, ne glede na njegovo relativno pogostost v populaciji (brez kriterija). Za oceno vrednosti kvantitativnega prilagoditvenega potenciala ( $M_{\alpha}$ ) in praga tveganja izgube genetske informacije ( $R_{\alpha}$ ) smo alele razvrstili glede na njihovo pogostost v vzorcu. K evolucijskemu prilagoditvenemu potencialu smo po Finkeldeyu (1993: 55, 84) uvrstili vse tiste, ki so bolj pogosti kot mejna vrednost ( $M_{\alpha} = 2\%$ ), medtem ko smo vse manj pogoste alelne variante, kot je mejna vrednost ( $R_{\alpha} = 5\%$ ), uvrstili v skupino alelov s primerljivo visoko nevarnostjo izgube. Za ovrednotenje primernosti ukrepov pri ohranjanju posameznih alelov kot genskih virov smo alele razvrstili tudi po njihovi pogostosti in razširjenosti v naslednjih 6 kategorij, ki smo jih oblikovali po Adamsu (1981) ter Yangu in Yehu (1992).





Tabela 2: Razvrstitev alelov v skupine po pogostosti in razširjenosti

Kategorija alelov	Pogostost alela	Razširjenost alela
Pogosti in splošno razširjeni	$\geq 5 \%$	prisoten v več kot 25 % sestojev
Pogosti in lokalni	$\geq 5 \%$	prisoten v manj kot 25 % sestojev
Pogosti in privatni	$\geq 5 \%$	prisoten samo v eni populaciji oziroma regionalno nahajanje
Redki in splošno razširjeni	$< 5 \%$	prisoten v več kot 25 % sestojev
Redki in lokalni	$< 5 \%$	prisoten v manj kot 25 % sestojev
Redki in privatni	$< 5 \%$	prisoten samo v eni populaciji oziroma regionalno nahajanje

Z genetsko inventuro pridobljene podatke genotipov vzorčenih dreves smo zaradi neposredne primerjave genetske variabilnosti znotraj populacij preračunali v merila genetske pestrosti in genetske raznolikosti.

Pri parametru genetske pestrosti, ki v posamezni populaciji upošteva samo številčnost različnih genetskih tipov posamezne genetske kategorije, smo izračunali:

- število različnih alelov po populacijah ( $M$ ) in skupaj ( $M_{max}$ );
- število alelov glede na največje možno število ( $M/M_{max}$ );
- povprečno število alelov na polimorfni lokus ( $A/L$ );
- povprečno število alelov na polimorfni lokus ( $A/L \geq 2 \%$ ) pri kriteriju, da je pogostost alela  $\geq 2 \%$ ;
- povprečno število alelov na polimorfni lokus ( $A/L \geq 5 \%$ ) pri kriteriju, da je pogostost alela  $\geq 5 \%$ ;
- delež alelov s frekvencami  $\geq 2 \%$ ;
- delež alelov s frekvencami  $\geq 5 \%$ ;
- delež polimorfni lokusov ( $P$ );
- delež polimorfni lokusov ( $P_{0,02}$ ) pri kriteriju, da je pogostost alela  $\geq 2 \%$ ;
- delež polimorfni lokusov ( $P_{0,05}$ ) pri kriteriju, da je pogostost alela  $\geq 5 \%$ ;

Pri parametru genetske raznolikosti, ki za razliko parametra genetske pestrosti poleg števila različnih genetskih tipov upošteva tudi njihovo pogostost pojavljanja v populaciji, smo izračunali hipotetično večlokusno gametno raznolikost ( $v_{gam}$ ) populacij po Gregorius (1978). Analize smo izvršili s programskim paketom GSED (Gillet 1998).

## **Rezultati**

### **Značilnosti alelnih struktur s prikazom po genskih lokusih**

Pri 16 analiziranih genskih lokusih smo ugotovili polimorfizem na 15 lokusih vsaj v eni populaciji smreke. Kot polimorfni lokus smo pri tem upoštevali vsak genski lokus, na katerem smo ugotovili vsaj še 1 alel, ne glede na njegovo pogostost v populaciji (brez kriterija). V vseh populacijah je monomorfni lokus MDH-A in vezan na alel  $A_2$ . Nizko



stopnjo alelnega polimorfizma odraža 10 genskih lokusov. Ti so: IDH-A, IDH-B, MDH-B, MDH-C, GOT-A, GOT-B, PGM-A, GDH-A, FEST-B in SKDH-A. Frekvenca glavnega alela vedno presega 88 %. Visoko stopnjo alelnega polimorfizma odražajo štirje lokusi, in sicer: GOT-C, PGI-B, 6-PGDH-B in 6-PGDH-C. Lokus LAP-B ima netipičen profil. Frekvenca glavnega alela je v razponu od 63,6 % do 85,3 %. Frekvence nad 10 % lahko dosegata še dva alela, medtem ko se drugi aleli pojavljajo v nizkih frekvencah.

V vzorčenih populacijah avtohtone smreke na celotnem območju preučevanja smo na 15 genskih lokusih, ki izražajo polimorfizem, odkrili različno prisotnost alelov v populacijah in sicer:

- Alel IDH-A<sub>1</sub> je v kategoriji redek – privaten. Alel IDH-A<sub>2</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alel IDH-A<sub>3</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel IDH-A<sub>4</sub> je v kategoriji redek – privaten. Vsi trije redki aleli so na lokusu IDH-A prisotni v frekvencah znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$ , zato je verjetnost njihove izgube primerjalno zelo velika.
- Alel IDH-B<sub>1</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel IDH-B<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel IDH-B<sub>3</sub> spada v kategorijo redek – lokalni. Alel IDH-B<sub>4</sub> je v kategoriji redek – privaten. Na lokusu IDH-B se aleli IDH-B<sub>1</sub>, IDH-B<sub>3</sub> in IDH-B<sub>4</sub> pojavljajo v pogostosti znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$ , zato je verjetnost njihove izgube zelo velika.
- Alel MDH-B<sub>1</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alel MDH-B<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel MDH-B<sub>3</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alela MDH-B<sub>1</sub> in MDH-B<sub>3</sub> sta sicer splošna, vendar prisotna v frekvencah znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$ , zato je verjetnost njune izgube precejšnja.
- Alel MDH-C<sub>2</sub> je večinoma v kategoriji redek – splošno razširjen, le pri treh sestojih ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Alel MDH-C<sub>4</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel MDH-C<sub>5</sub> je v kategoriji redek – privaten. Verjetnost izgube privatnega alela MDH-C<sub>5</sub> je zelo velika. Frekvenca alela MDH-C<sub>2</sub> je skoraj vedno nižja od 5 % (prag tveganja), zato je verjetnost izgube tega alela precejšnja.
- Alel LAP-B<sub>1</sub> spada v kategorijo redek – splošno razširjen, le pri enem sestoju ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Alel LAP-B<sub>2</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alel LAP-B<sub>3</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen, le pri enem sestoju ga lahko uvrščamo v kategorijo redek – splošno razširjen. Alel LAP-B<sub>4</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel LAP-B<sub>5</sub> spada v kategorijo redek – splošno razširjen, le pri enem sestoju ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Alel LAP-B<sub>6</sub> spada v kategorijo pogost – splošno razširjen, le v enem sestoju ga uvrščamo v kategorijo redek – splošno razširjen. Alel LAP-B<sub>7</sub> spada v kategorijo redek – splošno razširjen, le v enem sestoju ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Aleli LAP-B<sub>1</sub>, LAP-B<sub>2</sub>, LAP-B<sub>5</sub> in LAP-B<sub>7</sub> so v večini sestojev prisotni v frekvencah znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$ , zato je verjetnost njihovih izgub precejšnja. Alela LAP-B<sub>3</sub> in LAP-B<sub>6</sub> se v vseh sestojih, razen pri enem, pojavljata s pogostostjo več kot 5 %, možnost izgube je lokalna, v celoti pa zelo majhna.
- Alel GOT-A<sub>1</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel GOT-A<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Frekvenca alela GOT-A<sub>1</sub> je vedno nižja od 5 % (prag tveganja), zato je verjetnost izgube tega alela velika.
- Alel GOT-B<sub>1</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel GOT-B<sub>2</sub> je v kategoriji pogost –

splošno razširjen. Alel GOT-B<sub>3</sub> je v kategoriji redek – privaten. Frekvenca alela GOT-B<sub>1</sub> je nižja od 5 % (prag tveganja), zato je velika verjetnost izgube tega alela. Zelo velika je tudi verjetnost izgube privatnega alela GOT-B<sub>3</sub>. Alel GOT-C<sub>2</sub> je v kategorijo pogost – splošno razširjen.

- Alel GOT-C<sub>3</sub> je v kategoriji redek – privaten. Alel GOT-C<sub>4</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel GOT-C<sub>5</sub> je večinoma v kategoriji redek – splošno razširjen, le pri treh sestojih ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Verjetnost izgube privatnega (GOT-C<sub>3</sub>) je zelo velika. Frekvenca alela GOT-C<sub>5</sub> je skoraj vedno nižja od 5 % (prag tveganja), zato je verjetnost izgube tega alela tudi precejšna.
- Alel PGM-A<sub>1</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel PGM-A<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel PGM-A<sub>3</sub> večinoma spada v kategorijo pogost – splošno razširjen, vendar ga lahko uvrstimo tudi v kategorijo redek – splošno razširjen. Alel PGM-A<sub>4</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alela PGM-A<sub>1</sub> in PGM-A<sub>4</sub> sta v sestojih prisotna v frekvencah znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$ , zato je verjetnost njihovih izgub zelo velika. Alel PGM-A<sub>3</sub> se v večini sestojev pojavlja s pogostostjo več kot 5 %, možnost izgube tega alela je sicer lokalna, v celoti pa zelo majhna.
- Alel PGI-B<sub>1</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel PGI-B<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel PGI-B<sub>3</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel PGI-B<sub>4</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alel PGI-B<sub>5</sub> je v kategoriji redek – privaten. Aleli PGI-B<sub>1</sub>, PGI-B<sub>4</sub> in PGI-B<sub>5</sub> so v vzorčenih sestojih v frekvencah znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$  in večinoma lokalno prisotni, zato je verjetnost njihovih izgub precejšnja.
- Alel GDH-A<sub>1</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel GDH-A<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel GDH-A<sub>3</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Na lokusu GDH-A se alela GDH-A<sub>1</sub> in GDH-A<sub>3</sub> pojavljata v pogostosti znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$  in le v nekaterih populacijah, zato je verjetnost njune izgube zelo velika.
- Alel FEST-B<sub>1</sub> spada v kategorijo pogost – splošno razširjen in v kategorijo redek – splošno razširjen. Alel FEST-B<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel FEST-B<sub>3</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel FEST-B<sub>4</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alel FEST-B<sub>1</sub> je pri večini vzorčenih sestojev prisoten v frekvencah znotraj praga tveganja  $R_{\alpha} = 5\%$  zato je verjetnost njegove izgube povečana. Večja verjetnost izgube velja za sestoj na Pokljuki, Jelovici, Snežniku in Goteniškem Snežniku. Alela FEST-B<sub>3</sub> in FEST-B<sub>4</sub> sta prisotna v frekvencah znotraj praga tveganja zato je verjetnost njune izgube tudi zelo velika.
- Alel SKDH-A<sub>1</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen. Alel SKDH-A<sub>2</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen, le pri šestih sestojih ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Alel SKDH-A<sub>3</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel SKDH-A<sub>4</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel SKDH-A<sub>5</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen, le pri dveh sestojih ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Alel SKDH-A<sub>6</sub> je v kategoriji redek – lokalni. Alel SKDH-A<sub>7</sub> je v kategoriji redek – splošno razširjen, le pri enem sestoju ga lahko uvrščamo v kategorijo pogost – splošno razširjen. Verjetnost izgube lokalnih alelov SKDH-A<sub>4</sub> in SKDH-A<sub>6</sub> je zelo velika. Frekvence alelov SKDH-A<sub>1</sub>, SKDH-A<sub>5</sub>, SKDH-A<sub>7</sub> so skoraj vedno nižje od 5 % (prag tveganja), zato je verjetnost njihovih izgub tudi velika. Verjetnost izgube alela SKDH-A<sub>2</sub> je lokalna.
- Alel 6-PGDH-B<sub>1</sub> je v kategoriji redek – privaten. Alel 6-PGDH-B<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel 6-PGDH-B<sub>3</sub> je v kategoriji redek – privaten. Alel 6-

PGDH-B<sub>5</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Verjetnost izgube privatnih alelov 6-PGDH-B<sub>1</sub>, 6-PGDH-B<sub>3</sub> je izredno velika. Redke alele smo našli le pri enem osebkju v dveh populacijah.

- Alel 6-PGDH-C<sub>1</sub> je v kategoriji redek – privaten. Alel 6-PGDH-C<sub>2</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel 6-PGDH-C<sub>5</sub> je v kategoriji pogost – splošno razširjen. Alel 6-PGDH-C<sub>6</sub> je v kategoriji redek – privaten. Verjetnost izgube privatnih alelov 6-PGDH-C<sub>1</sub> in 6-PGDH-C<sub>6</sub> je zelo velika.

#### Genetska pestrost znotraj populacij smreke

S parametri genetske pestrosti (M, M<sub>max</sub>, A/L, P) smo analizirali genetske variacije v številčnosti različnih genetskih tipov posamezne genetske kategorije in jih primerjali med seboj. Merilo hipotetična gametna večlokusna raznolikost ( $v_{gam}$ ) pa nakazuje na potencialno sposobnost dreves za proizvodnjo genetsko različnih gamet in podaja oceno o potencialni prilagoditveni sposobnosti populacij za proizvodnjo genetsko različnih osebkov, kar jim omogoča, da se lahko vedno znova, s spreminjanjem svoje genetske strukture, uspešno odzivajo na različne vplive okolja in si na ta način zagotavljajo obstoj.

V populacijah smreke na celotnem območju proučevanja smo na 15 polimorfnih genskih lokusih (brez kriterija) odkrili skupaj 61 različnih alelov (M<sub>max</sub>). Realizacija celotne alelne pestrosti je bila v sestojih od 47,54 % (Grčovec / Snežnik) do 65,57 % (Šijec / Pokljuka, Pod Tršarjevimi rastišči / Snežnik). Iz razmerja (M / M<sub>max</sub>) je tudi razvidno, da ni prisotna nobena populacija, ki bi imela vse možne alelne variante. Med vzorčenimi sestoji so sicer opazne razlike glede na skupno število alelov in glede na deleže redkih alelov (Tabela št. 2).

Tabela 2: Vrednosti genetske pestrosti vzorčenih populacij smreke za 15 polimorfnih genskih lokusov

Št.	Populacija	N	M	M / M <sub>max</sub> (%)	A/L	A/L ≥ 2%	alelni delež	A/L ≥ 5%	alelni delež
1	Šijec / Pokljuka	64	40	65,57	2,67	1,87	(70,0)	1,47	(55,0)
2	Tonetova bajta / Pokljuka	50	31	50,82	2,07	1,73	(83,9)	1,47	(71,0)
3	Lipanča / Pokljuka	50	34	55,74	2,27	2,00	(88,2)	1,47	(64,7)
4	Blatni greben / Jelovica	65	36	59,02	2,40	1,73	(72,2)	1,47	(61,1)
5	Ledine / Jelovica	56	34	55,74	2,27	1,67	(73,5)	1,53	(67,6)
6	Lipniška planina / Jelovica	70	39	63,93	2,60	1,93	(74,4)	1,53	(59,0)
7	Veliki vrh / Karavanke	55	36	59,02	2,40	1,67	(69,4)	1,60	(66,7)
8	Planina Pungrat / Karavanke	50	35	57,38	2,33	2,00	(85,7)	1,47	(62,9)
9	Robanov kot / Kam. Sav. Alpe	63	35	57,38	2,33	1,80	(77,1)	1,67	(71,4)
10	Dleškova planota / Kam.Sav. Alpe	50	34	55,74	2,27	1,87	(82,4)	1,53	(67,6)
11	Velika planina / Kam. Sav. Alpe	53	33	54,10	2,20	1,73	(78,8)	1,47	(66,7)
12	Črno jezero / Pohorje	50	33	54,10	2,20	2,07	(93,9)	1,47	(66,7)
13	Trije žebli / Pohorje	50	33	54,10	2,20	1,73	(78,8)	1,47	(66,7)
14	Komisija / Pohorje	54	35	57,38	2,33	1,93	(82,9)	1,60	(68,6)
15	Skrivni hriber / Pohorje	51	33	54,10	2,20	2,00	(90,9)	1,53	(69,7)
16	Smrečje / Tmovski gozd	50	33	54,10	2,20	1,87	(84,8)	1,53	(69,7)
17	Smrekova draga / Tmovski gozd	66	34	55,74	2,27	1,87	(82,4)	1,60	(70,6)

18	Grda draga / Snežnik	51	34	55,74	2,27	1,80	(79,4)	1,33	(58,8)
19	Pod Tršarjevimi rastišči / Srežnik	70	40	65,57	2,67	1,80	(67,5)	1,53	(57,5)
20	Velika padežnica / Snežnik	52	38	62,30	2,53	1,73	(68,4)	1,60	(63,2)
21	Grčovec / Snežnik	50	29	47,54	1,93	1,73	(89,7)	1,47	(75,9)
22	Goteniški Snežnik	51	33	54,10	2,20	1,67	(75,8)	1,47	(66,7)
	Skupaj	1221	61	100	2,31	1,83	(79,5)	1,51	(65,8)

Št. - številka populacije

N - število dreves v analizi

M - dejanska alelna pestrost v populaciji

$M / M_{\max}$  - razmerje med dejansko alelna pestrostjo v populaciji in največjo možno alelna pestrostjo  $M_{\max}$

A/L - število alelov na lokus

$A/L \geq 2\%$  - število alelov na lokus za alele s pogostostjo  $\geq 2\%$

$A/L \geq 5\%$  - število alelov na lokus za alele s pogostostjo  $\geq 5\%$

Sestoji imajo v povprečju 2,31 alela na polimorfen lokus (A/L). Povprečno število alelov na polimorfen lokus (A/L) je v sestojih od 1,93 (Grčovec / Snežnik) do 2,67 (Šijec / Pokljuka, Pod Tršarjevimi rastišči / Snežnik), kar ustreza razmerju 1:1,38. Pri pogostosti alela v populaciji, večji ali enaki kot 2 %, je povprečno število alelov na polimorfen lokus pri sestojih v razponu od 1,67 (Ledine / Jelovica, Veliki Vrh / Karavanke, Goteniški Snežnik) do 2,07 (Črno jezero / Pohorje), kar ustreza razmerju 1:1,23. Pri pogostosti alela v populaciji večji, ali enaki kot 5 %, pa v razponu od 1,33 (Grda draga / Snežnik) do 1,67 (Robanov kot / Kamniško Savinjske Alpe) in ustreza razmerju 1:1,26.

Delež alelov, ki jih uvrščamo k kvantitativnemu evolucijskemu prilagoditvenemu potencialu populacije (tj. prilagoditveno pomembni aleli s pogostostjo  $\geq 2\%$ ), je v sestojih od 67,5 % (Pod Tršarjevimi rastišči / Snežnik) do 93,9 % (Črno jezero / Pohorje), za vse vzorčene sestoje skupaj v povprečju 79,5 %. V vzorčenih sestojih na celotnem območju proučevanja v povprečju ena petina vseh odkritih alelov ne dosega mejne vrednosti efektivne alelne pestrosti ( $M_{\alpha} = 2\%$ ), ki bi lahko zagotavljala njihovo preživetje v populaciji v primeru, da so tudi samo nosilci enega teh alelov preživetveno sposobni.

Delež alelov nad pragom tveganja  $R_{\alpha}$  (aleli s pogostostjo  $\geq 5\%$ ) pa je v sestojih od 55,0 % (Šijec / Pokljuka) do 75,9 % (Grčovec / Snežnik), v povprečju pa 65,8 %. S povprečnega deleža alelov pod pragom tveganja ( $R_{\alpha} = 5\%$ ) na sestoj v celotnem proučevanem območju (34,2 %) izhaja, da v avtohtonih sestojih smreke v Sloveniji obstaja precejšnja potencialna nevarnost (ogroženost) izgube genetske informacije.

Skupni delež polimorfnih lokusov (P) vseh vzorčenih populacij je v povprečju 73,6 %, pri kriteriju  $P_{0,02}$  59,7 % ter je 48,5 % pri kriteriju  $P_{0,05}$  (preglednica 3). V vzorčenih populacijah smreke je delež polimorfnih lokusov (P) v razponu od 53,3 % (Grčovec / Snežnik) do 93,3 % (Jelovica / Lipniška planina). Pri kriteriju  $P_{0,02}$  je ta delež v razponu od 46,7 % (Grčovec / Snežnik) do 73,3 % (Planina Pungrat / Karavanke). Pri kriteriju  $P_{0,05}$  pa v razponu od 40,0 % (Šijec / Pokljuka, Velika Planina / Kamniško Savinjske Alpe, Črno jezero / Pohorje, Grda draga / Snežnik, Grčovec / Snežnik) do 60,0 % (Ledine / Jelovica, Robanov kot / Kamniško Savinjske Alpe, Velika Padežnica / Snežnik).

Tabela 3: Delež polimorfnih genskih lokusov in merile večlokusne srednje vrednosti hipotetične gametske raznolikosti  $v_{gam}$  vzorčenih populacij smreke izračunano za 15 genskih

lokusov

Št.	Populacija	P (%)	P <sub>0,02</sub> (%)	P <sub>0,05</sub> (%)	v <sub>gam</sub>
1	Šijec / Pokljuka	86,7	53,3	40,0	43,0
2	Tonetova bajta / Pokljuka	73,3	53,3	46,7	36,4
3	Lipanča / Pokljuka	73,3	53,3	40,7	42,2
4	Blatni greben / Jelovica	80,0	50,0	46,7	42,5
5	Ledine / Jelovica	80,0	50,0	60,0	38,9
6	Lipniška planina / Jelovica	93,3	56,7	53,3	54,3
7	Veliki vrh / Karavanke	66,7	50,0	53,3	41,4
8	Planina Pungrat / Karavanke	73,3	73,3	53,3	36,0
9	Robanov kot / Kam. Sav. Alpe	66,7	50,0	60,0	44,3
10	Dleškovaška planota / Kam. Sav. Alpe	73,3	50,0	53,3	41,8
11	Velika planina / Kam. Sav. Alpe	66,7	56,7	40,0	38,2
12	Črno jezero / Pohorje	73,3	56,7	40,0	32,3
13	Trije žebli / Pohorje	66,7	53,3	46,7	29,9
14	Komisija / Pohorje	66,7	50,0	53,3	48,5
15	Skrivni hriber / Pohorje	66,7	50,0	46,7	30,9
16	Smrečje / Trnovski gozd	73,3	50,0	46,7	34,1
17	Smrekova draga / Trnovski gozd	73,3	50,0	53,3	52,0
18	Grda draga / Snežnik	80,0	50,0	40,0	28,2
19	Pod Tršarjevimi rastišči / Snežnik	86,7	50,0	46,7	40,0
20	Velika padežnica / Snežnik	73,3	50,0	60,0	33,1
21	Grčovec / Snežnik	53,3	46,7	40,0	26,2
22	Goteniški Snežnik	73,3	50,0	46,7	26,0
	Povprečje / Mean	73,6	59,7	48,5	38,2

Št. – številka populacije

N – število dreves v analizi;

P (%) – delež polimorfnih lokusov v populaciji

P<sub>0,02</sub> (%) – delež polimorfnih lokusov v populaciji pri pogostosti alela  $\geq 2$  %

P<sub>0,05</sub> (%) – delež polimorfnih lokusov v populaciji pri pogostosti alela  $\geq 5$  %

Število genetsko različnih 15 lokusnih gametskih tipov, ki bi jih lahko proizvedle skupine vzorčnih dreves v populacijah, se giblje v razponu vrednosti od 26,0 v sestoji Goteniški Snežnik do 54,3 v sestoji Lipniška planina / Jelovica in ustreza razmerju 1:2,09. Povprečna vrednost v<sub>gam</sub> za 22 vzorčnih populacij skupaj je 38,2. Nadpovprečno visoke vrednosti večinoma dosegajo populacije s Pokljuke, Jelovice, Karavank in Kamniško Savinjskih Alp, medtem ko imajo populacije s Pohorja, Trnovskega gozda, Snežnika in Goteniškega Snežnika večinoma podpovprečne vrednosti. Med njimi pozitivno odstopata le populaciji Smrekova draga / Trnovski gozd in Komisija / Pohorje.

## RAZPRAVA

Genetsko strukturo, kvantitativno prilagoditveno sposobnost smreke in njeno potencialno ogroženost za izgubo genetske informacije smo proučevali z analizo genotipskih podatkov vzorčenih dreves, ki smo jih pridobili s pomočjo elektroforetske analize izoencimov. V



analizo smo zajeli smrekove sestoje iz alpskega in dinarskega območja na rastiščih naravne razširjenosti smreke v Sloveniji. Zajeli smo 22 naravnih in glede na prilagojenost na rastišče tudi avtohtonih smrekovih populacij. Za ocenitev populacijsko genetskih znakov smo primerjali 50 do 70 dreves na proučevano enoto. Velikost izbranega vzorca dovoljuje ugotovitev, da so v vzorcu, pri stopnji tveganja  $\alpha = 0,05$ , najmanj enkrat zastopani vsi tisti aleli, ki so v populaciji prisotni z relativno frekvenco 0,101, pri velikosti vzorca  $n = 50$  oziroma 0,076 pri velikosti vzorca  $n = 70$ . Da bi lahko pri enaki stopnji tveganja  $\alpha = 0,05$ , v vzorec zajeli vse redke alele, ki se v populaciji pojavljajo s frekvenco, manjšo ali enako 5 %, bi morali povečati velikost vzorca na 125 ali več dreves (Hattemer in sod.). Zaradi dejanskega obsega našega vzorca lahko pri posameznih genetskih parametrih nastanejo določene netočnosti, kar zahteva previdnost pri njihovi interpretaciji. Še posebej se to pojavlja pri interpretaciji redkih variant na splošno, ker velikost vzorca (50 - 70 dreves) pri dani stopnji tveganja  $\alpha$  ne omogoča zanesljivega odkrivanja vseh redkih alelov v populaciji. Če, bi želeli do skrajnosti zmanjšati to nezanesljivost, bi morali po priporočilu Koehla in sod. (1997) v vzorec zajeti po 400 dreves na populacijo. Kljub temu naša raziskava predstavlja prvo tovrstno študijo o evolucijskem prilagoditvenem potencialu smreke v Sloveniji in potencialni nevarnosti za izgubo genetske informacije v spreminjajočih se razmerah njenega življenjskega okolja.

Z analizo 10 encimskih sistemov in 16 izoenzimskih genskih lokusov smo dobili vpogled v značilne alelne porazdelitve na posameznih genskih lokusih. Analizirani lokusi odražajo 4 alelne profile; monomorfnost na lokusu MDH-A; nizko stopnjo polimorfnosti na lokusih FEST-B, GDH-A, GOT-A, GOT-B, IDH-A, IDH-B, MDH-B, MDH-C, PGM-A, SKDH-A; visoko stopnjo polimorfnosti na lokusih: GOT-C, PGI-B, 6-PGDH-B, 6-PGDH-C in netipični alelni profil na lokusu LAP-B. Na večini obravnavanih lokusov imajo populacije uravnotežene stopnje polimorfizma. **Stabilno ravnotežje genov nakazuje**, kateri osebki so v sedanjih razmerah okolja v prednosti in s tem tudi **smer delovanja procesov selekcije**. Kljub temu pa je primerjava genetskih struktur vzorčenih sestojev je pokazala, da so **smrekove populacije na tem delu naravnega areala razširjenosti, različne**. Razlike v alelnih strukturah nakazujejo na obstoj določenih geografsko pogojenih genetskih razlik med smreko na alpskem in dinarskem svetu. Ta se nakazuje zlasti v skupnem številu in razširjenosti **redkih alelov** GOT-A<sub>3</sub>, IDH-B<sub>3</sub>, MDH-B<sub>3</sub>, PGI-B<sub>1</sub>, PGI-B<sub>4</sub>, PGI-B<sub>5</sub>, SKDH-A<sub>4</sub>, SKDH-A<sub>6</sub>, SKDH-A<sub>7</sub>. Vendar med sestoji **ni in večjih kvantitativnih genetskih razlik**, ki bi bile lahko nakazovalke morebitnega genetskega csiromašenja posameznega območja razširjenosti v zvezi s poledenodobnimi dogodki.

**Posebnosti alelnih struktur** na genskih lokusih za avtohtone populacije smreke si lahko razlagamo na več načinov oziroma jih lahko povezujemo z več vzroki. Posebnosti so lahko posledica: genetskega drifta, ki je nastal zaradi zmanjševanja prvotne velikosti populacije, vplivov človeka pri gospodarjenju z gozdom, različnih rastiščnih vplivov in s tem povezanih različnih selekcijskih dejavnikov, povezanosti proučevanega encimskega sistema s prilagoditvenimi procesi v populaciji. Katera razlaga je v našem primeru pravilna, ne moremo zagotovo reči. Hkrati pa ne moremo izključiti niti učinkov uporabljene metode, predvsem zaradi velikosti vzorcev od 50 do 70 dreves. Še zlasti, ker obstajajo na genskem lokusu poleg v vseh populacijah močnejše prisotnega enega alela tudi nizko frekvenčni aleli. Upoštevati moramo, da so zaradi majhne pogostosti v populaciji ti aleli dokazljivi samo z velikim vzorcem, ne pa z običajno velikimi vzorci. V našem primeru bi v primerjani populaciji smreke morda lahko odkrili tudi redke alele iz drugih populacij, če bi povečali

število dreves v vzorcu. Izrazito velik delež alela SKDH-A<sub>5</sub>, ki smo ga ugotovili le v enem od štirih vzorčenih sestojev na Snežniku, pripisujemo predvsem razliki v izbiri objektov. Objekt Pod Tršarjevimi rastišči se razprostira v globoki vrtači manjšega premera, medtem ko smo druge objekte na tej lokaciji izbrali v širših čolih oziroma v širokih vrtačastih dolinah. Pri tem se na novo odpira vprašanje genetske variabilnosti smreke v dinarskih mraziščih, na primer v soodvisnosti z velikostjo in izoliranostjo kotanj. Podobne situacije bi bilo priporočljivo dodatno raziskati in analizirati večje število osebkov in sestojev ter šele nato podati končne in veljavne zaključke.

Za genski sklad 15 polimorfni lokusov smo na celotnem območju preučevanja v 22 populacijah odkrili skupaj 61 različnih alelov. Aleli so pogosti in splošni (36 %), redki in splošni (28 %), redki in lokalni (18 %), redki in privatni (18 %). Alelov, ki bi bili pogosti in lokalnih ter pogosti in privatni, nismo odkrili. Tudi vseh možnih alelov nismo našli v nobeni populaciji. Celotna alelna pestrost je bila v populacijah zastopana od 47,54 % do 65,57 %. **V populacijah je prilagoditveno pomembnih v povprečju 79,5 % alelov ( $M_a \geq 2$  %).** Znotraj posameznih geografskih enot se prilagoditveni potencial najbolj izraža na Pokljuki v sestoji na Lipanci, v Karavankah na Planini Pungrat, v Kamniško Savinjskih Alpah na Dleskovškovi planoti, na Pohorju v sestojih Črno jezero in Skrivni hriber, na širšem območju Snežnika pa v sestoji Grčovec, medtem ko na Jelovici ali v Trnovskem gozdu med sestoji razlik ni bilo opaziti.

Delež alelov, ki se nahaja pod pragom tveganja ( $R_a = 5$  %), je v populacijah med 24 in 45 % (v povprečju okoli 34 %). To nakazuje, da je pri smreki genetski potencial v sestojih sestavljen iz 2/3 operativnega potenciala in 1/3 latentnega potenciala. **V avtohtonih smrekovih populacijah je prisotna tudi precejšnja potencialna nevarnost (ogroženost) za izgubo genetske informacije**, npr. zaradi genetskega drifta, ki bi lahko nastal zaradi zmanjševanja prvotne velikosti populacije kot posledice močnejše spremembe njenega življenjskega okolja. Verjetnost izgube alelov je primerjalno največja za alele, ki so prisotni v nizkih frekvencah in smo jih našli le v nekaterih populacijah. Od vseh 61 različnih alelov se jih kar 13,11 % pojavlja le pri enem od 1221 vzorčenih dreves v analizi. Tako smo na Pokljuki odkrili alela 6-PGDH-B<sub>3</sub> in 6-PGDH-C<sub>1</sub> (Šijec), na Jelovici alela MDH-C<sub>5</sub> (Ledine) in 6-PGDH-B<sub>1</sub> (Blatni greben), na Pohorju alel IDH-B<sub>4</sub> (Skrivni hriber), v Trnovskem gozdu alel IDH-A<sub>1</sub> (Smrečje), na Snežniku alela GOT-B<sub>3</sub> (Pod Tršarjevimi rastišči) in 6-PGDH-C<sub>6</sub> (Velika Padežnica). Navedeni aleli so lahko prisotni tudi v drugih populacijah, vendar so zaradi majhne pogostosti dokazljivi le z zelo velikimi vzorci. Npr. alel 6-PGDH-C<sub>6</sub>, ki smo ga v priloženi raziskavi ugotovili samo pri enem drevesu s Snežnika in je na tem lokusu heterozigotno, smo identificirali tudi pri subpopulaciji barjanske smreke na Pokljuki (BOŽIČ, 2002).

Populacije imajo v povprečju 2,31 alela na polimorfni lokus, pri kriteriju alelne pogostnosti v populaciji  $\geq 2$  % ( $A/L = 1,82$ ) in pri kriteriju alelne pogostnosti  $\geq 5$  % ( $A/L = 1,52$ ). V vzorčenih sestojih je bilo v povprečju polimorfni 73,5 % lokusov. Pri kriteriju, da je lokus v populaciji polimorfen pri pogostosti alela  $\geq 2$  %, je polimorfni 59,7 % lokusov, pri kriteriju, da je lokus v populaciji polimorfen pri pogostosti alela  $\geq 5$  %, pa 48,5 % lokusov. Pomembnost redkih alelov v populaciji prikazujemo s primerom vzorčenega sestoja Šijec / Pokljuka. V sestoji smo odkrili skupaj 40 različnih alelov na 13 polimorfni lokusih ( $P = 86,7$  %). Ob izgubi redkih alelov (to je alelov s frekvenco manj kot 5 %), bi bilo število odkritih alelov več kot za polovico manjše, 18 ( $A/L = 1,47$ ) v primerjavi s 40 ( $A/L = 2,67$ ).

Podobno velja tudi za delež polimorfnih lokusov. Redki aleli torej vidno povečajo genetsko variabilnost v populaciji in s tem tudi sposobnost populacije za prilagoditev in preživetje v spreminjajočih se razmerah okolja.

Merilo hipotetične večlokusne gametske raznolikosti ( $v_{gam}$ ), ki poleg števila genetskih variant upošteva tudi frekvence njihove pojavnosti v populaciji ima v našem primeru samo nakazovalni značaj. Različne velikosti vzorcev namreč omogočajo odkrivanje redkih alelov z različnimi verjetnostmi, kar lahko pripelje tudi k popačenju tega genetskega merila. Znotraj posameznih geografskih enot se prilagoditveni potencial najbolj izraža v sestojih na Pokljuki, Jelovici, Karavankah, Kamniško–Savinjskih Alpah ter najmanj v sestojih na Pohorju in Snežniškem pogorju. Kljub temu so opazne tudi lokalne razlike.

### ***GENETSKA PRilagoditev populacij avtohtone smreke na prevladujoče razmere življenjskega okolja***

#### **Material in metode**

Za ovrednotenje populacijsko genetskih prilagoditvenih parametrov smrekovih sestojev smo uporabili bazo genotipskih podatkov (22 sestojev, 1221 dreves) samonikle smreke v Sloveniji (BOŽIČ 2002). Proučevane populacije smo razvrstili po provenienčnih območjih in ekoloških podregijah. Prevladajoče življenjske razmere vzorčenih populacij smreke smo opredelili tudi po temperaturnih pasovih, s porazdelitvijo padavin in pojavljanjem mladih odganjkov na smreki (ARSO 2006, 2002, referenčno obdobje 1970-2000). Ekološko opredelitev vzorčenih lokacij prikazujemo v tabeli 5.

Zaradi dejanskega obsega našega vzorca (50 - 70 dreves na populacijo) in dejstva, da pri stopnji tveganja  $\alpha = >0,05$  velikost našega vzorca še ne omogoča zanesljivega odkrivanja vseh alelov v populaciji (glej razpravo), smo za nadaljnje ovrednotenje prilagoditvenih parametrov populacij upoštevali le 5 visoko polimorfnih genskih lokusov, ki imajo jasno izraženi polimorfizem v vseh populacijah, pri kriteriju polimorfnosti 0,95. Izbrani lokusi so polimorfni v vseh populacijah tudi pri izločitvi redkih alelov, to je alelov, ki se na posameznem genskem lokusu pojavljajo s frekvenco pojavljanja manjšo ali enako kot 5 %.

Tabela 4: Analizirani genski lokusi

Encimski sistem	E.C. koda	Analizirani genski lokusi
Glutamat oksalacetat transaminaza (GOT, AAT)	2.6.1.1	GOT-C
Levcin aminopeptidaza (LAP)	3.4.11.1	LAP-B
Fosfoglukoza izomeraza (PGI)	5.3.1.9	PGI-B
6-Fosfoglukonat dehidrogenaza (6-PGDH)	1.1.1.44	6-PGDH-B, 6-PGDH-C



Za izračun prilagoditvenih parametrov genetske variabilnosti znotraj populacij in med populacijami smo upoštevali frekvence vseh odkritih alelov na posameznem genskem lokusu. Porazdelitev prilagoditvene sposobnosti populacij avtohtone smreke v Sloveniji smo ocenili z merili genske raznolikosti znotraj populacij (efektivna raznolikost genskega sklada ( $v$ ), uravnoteženost frekvenčnih alelnih porazdelitev (relativno število  $e$ ) in med njimi z merilom subpopulacijske diferenciranosti ( $D_j$ ), ki prikazuje deleže alelov po katerem posamezne populacije specifično odstopajo od vseh drugih populacij skupaj. Izračune vrednosti posameznih prilagoditvenih genetskih parametrov smo izvedli s pomočjo programa GSED (GILLET 1998).

Tabela 5: Opredeleitev lokacij vzorčenih populacij smreke po T pasovih, porazdelitvijo padavin in pojavljanja mladih odganjkov na smreki (ARSO 2006, 2002, referenčno obdobje 1970-2000).

št. lokacije	populacija smreke	provenienčno območje	provenienčna podregija	Koda ekološke regije in podregije	povprečna letna temperatura (°C)	povprečne letne padavine (mm)	pojav mladih poganjkov na smreki
1	Šijec	Alpska	Julijske Alpe	1.1	4-6	2000-2600	3. dekada maja
2	Tonetova bajta	Alpska	Julijske Alpe	1.1	4-6	2000-2600	1. dekada junija
3	Lipanča	Alpska	Julijske Alpe	1.1	2-4	2600-3200	1. dekada junija
4	Blatni greben	Alpska	Julijske Alpe	1.1	4-6	2000-2600	3. dekada maja
5	Ledine	Predalpska	Škofjeloško hribovje	4.1	4-6	2000-2600	3. dekada maja
6	Lipniška planina	Alpska	Julijske Alpe	1.1	4-6	2000-2600	1. dekada junija
7	Veliki vrh	Alpska	Zahodne Karavanke	1.2	2-4	1800-2000	1. dekada junija
8	Planina Pungrat	Alpska	Zahodne Karavanke	1.2	2-4	2000-2600	1. dekada junija
9	Robanov kot	Alpska	Savinjske Alpe - Vzhodne Karavanke	1.3	6-8	1800-2000	2. dekada maja
10	Dleškovška planota -Veža	Alpska	Savinjske Alpe - Vzhodne Karavanke	1.3	4-6	1800-2000	3. dekada maja
11	Velika planina	Alpska	Zahodne Karavanke	1.2	4-6	1800-2000	1. dekada junija
12	Črno jezero	Pohorska	/	2	4-6	1600-1800	3. dekada maja
13	Trije žebli	Pohorska	/	2	4-6	1600-1800	3. dekada maja
14	Komisija	Pohorska	/	2	4-6	1600-1800	1. dekada junija
15	Skrivni hriber	Pohorska	/	2	4-6	1600-1800	1. dekada junija
16	Smrečje	Dinarska	Trnovski gozd	6.1	6-8	2000-2600	3. dekada maja
17	Smrekova draga	Dinarska	Trnovski gozd	6.1	6-8	2600-3200	3. dekada maja
18	Grda draga	Dinarska	Notranjsko-Snežniško pogorje	6.2	4-6	2000-2600	1. dekada junija
19	Pod Tršarjevimi rastišči	Dinarska	Notranjsko-Snežniško pogorje	6.2	4-6	2600-3200	1. dekada junija
20 *	Velika padežnica	Dinarska	Notranjsko-Snežniško pogorje	6.2	4-6	2600-3200	1. dekada junija
21	Grčovec	Dinarska	Notranjsko-Snežniško pogorje	6.2	4-6	2600-3200	1. dekada junija
22	Goteniški Sneznik	Dinarska	Kočevoško-Ribniško pogorje	6.3	4-6	2000-2600	1. dekada junija

\* narejene dodatne meritve temperature *in situ*

Za primerjavo ustreznosti opredelitve življenjskih razmer vzorčenih populacij smreke po dostopnih podatkih ARSO z dejanskimi razmerami in situ, smo opravili dodatne meritve na rastišču avtohtone smreke. Meritve smo opravili v sodelovanju s samostojno raziskovalno skupino, ki je v okviru Slovenskega meteorološkega foruma že opravljala meritve na dinarskem območju Snežnika in sicer v Veliki pažežnici, kjer smo vzorčili tudi istoimensko populacijo (POP-20). Zaradi odročnosti lokacije (težja dostopnost v zimskem času) in izpostavljenosti neugodnim vremenskim razmeram ter drugim nepredvidljivim dejavnikom (ljudje, živali) je bilo potrebno izbrati tudi primerno merilno napravo in zaklon zanjo. Na podlagi predhodnih poskusnih meritev je bil za beleženje temperature izbran t.i. *thermo button* oz. *i-button* (termometer v obliki gumba) ameriškega proizvajalca Dallas Semiconductor, ki omogoča meritve v poljubno rastavljenem časovnem intervalu in s časovnim zamikom pričetka meritev. Napaka inštrumenta znaša po zagotovilih proizvajalca pri temperaturi  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  med  $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $+1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pri temperaturi  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  pa med  $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$  in  $+1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (SINJUR, OGRIN 2006). Da je bil registator zaščiten pred neugodnimi vremenskimi razmerami (padavine) in sevanjem iz okolice (sonce, tla), smo ga namestili v poseben zaklon. Pri tem smo uporabili z aluminijevo folijo oblečen lij, ki je imel večjo odprtino obrnjeno navzdol. Notranjost je bila prebarvana z belo barvo, odprtina pa je bila delno zakrita z visečo belo plastično ploščico v sredini. Registrator, ki je visel v sredini, je bil zaščiten še z notranjim plastičnim zaklonom zvonaste oblike. Zaklon z registratorjem je bil 2 m nad tlemi obešen na lesen drog zabit v tla. Spomladi smo zaradi zanimanja po dnevnih hodih temperature uporabili nove vrste zaklon, izdelan iz plastičnih podstavkov za rože, ki so oviti z aluminijevo folijo. Med meritvami se je v času snežne odeje višina inštrumenta nad tlemi (snežno odejo) spreminjala. Vse meritve temperature *in situ* in vrednotenje podatkov je opravil Iztok Sinjur, dipl. inž. gozd, tehnični sodelavec GIS.

## REZULTATI

### Prikaz populacijsko genetskih prilagoditvenih vzorcev smreke v prevladujočih razmerah njenega življenjskega okolja

Genetska raznolikost ( $v$ ) je variabilnost osebkov v populaciji, ki jo izražajo frekvence različnih genetskih kategorij znotraj populacije. Merilo genske (alelne) raznolikosti v populaciji je dejansko razpoložljivo ali učinkovito število alelov na posameznem lokusu. Ker je prispevek redkih alelov k skupni vsoti majhen, ta mera izraža tudi dejansko stopnjo uravnoveženosti pogostih alelov.

Tabela 6: Večlokusne srednje vrednosti alelne raznolikosti v vzorčenih populacij smreke

Populacij a	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lokus											
LAP-B	2,018	2,014	2,097	1,946	1,874	1,771	2,168	1,796	1,729	1,907	1,720
GOT-C	1,927	1,814	2,229	2,000	1,978	2,136	1,909	1,908	2,003	1,994	2,002
PGI-B	1,753	1,923	1,771	1,742	1,733	1,618	1,766	1,600	1,884	1,836	1,793
6PGDH-B	1,888	1,891	1,700	1,811	1,645	1,876	1,494	1,950	1,765	1,700	1,989
6PGDH-C	1,944	1,950	2,000	1,977	1,926	1,974	1,994	1,950	1,998	1,923	1,975
Skupaj	1,902	1,916	1,939	1,890	1,823	1,858	1,837	1,830	1,869	1,867	1,888
Populacij	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

<b>a</b>												
Lokus												
LAP-B	1,531	1,461	1,776	1,785	1,851	1,943	1,347	1,802	1,560	1,565	1,562	
GOT-C	2,198	1,994	2,239	2,038	1,924	2,004	1,940	1,894	1,942	1,923	1,993	
PGI-B	1,700	1,665	1,759	1,686	1,748	1,781	1,775	1,802	1,702	1,879	1,884	
6PGDH-B	1,814	1,835	1,670	1,637	1,793	1,914	1,911	1,489	1,501	1,771	1,460	
6PGDH-C	1,993	1,997	1,957	1,988	1,962	1,993	1,940	1,998	1,925	1,972	1,895	
Skupaj	1,819	1,765	1,860	1,813	1,852	1,924	1,748	1,780	1,707	1,809	1,733	

Povprečno dejansko razpoložljivo ali efektivno število alelov na lokus, z jasno izraženim polimorfizmom v vseh populacijah (v), je v populaciji v povprečju 1,838. Med populacijami pa se giblje v razponu od 1,707 / pop-20 do 1,939 / pop-3, kar ustreza razmerju 1:1,14. Na posameznih genskih lokusih se vrednosti alelne raznolikosti gibljejo v razponu: LAP-B (1,347 / pop-18 – 2,168 / pop-7; razmerje 1:1,60), GOT-C (1,814 / pop-2 – 2,239 / pop-14; razmerje 1:1,23), PGI-B (1,600 / pop-8 – 1,923 / pop-2, razmerje 1:1,20), 6-PGDH-B (1,460 / pop-22 – 1,989 / pop-11; razmerje 1:1,36) in 6-PGDH-C (1,923 / pop-10 – 2,000 / pop-3, razmerje 1:1,04) in so lahko tudi zelo heterogene.

Obliko frekvenčne porazdelitve alelov smo kvantificirali tudi s pomočjo merila relativne uravnoveženosti alelnih frekvenčnih porazdelitev (e), ki meri stopnjo, do katere so genetski tipi v populacijah enako zastopani. Vrednost  $e = 1$  v določeni populaciji predstavlja 100 % uravnoveženost frekvence pojavljanja alelnega tipa 1 v primerjavi z drugimi alelnimi tipi v tej populaciji. Odklon od 1 proti 0 nakazuje na večjo neuravnoveženost frekvenc alelnih tipov in s tem na večjo favoriziranje določenih alelnih tipov v primerjavi z drugim alelnimi tipi v posamezni populaciji. Relativne vrednosti uravnoveženosti alelnih frekvenc (e) prikazuje tabela št 7.

Tabela 7: Relativna uravnoveženost (e, Gregorius 1990) alelnih frekvenčnih porazdelitev v vzorčenih populacijah smreke

Št.	Populacija	e				
		LAP-B	GOT-C	PGI-B	6-PGDH-B	6PGDH-C
1	Šijec / Pokljuka	0,359	0,688	0,625	0,719	0,781
2	Tonetova bajta / Pokljuka	0,360	0,680	0,800	0,760	0,840
3	Lipanca / Pokljuka	0,360	0,860	0,640	0,580	1,000
4	Blatni greben / Jelovica	0,369	1,000	0,615	0,646	0,892
5	Ledine / Jelovica	0,393	0,768	0,607	0,536	0,804
6	Lipniška planina / Jelovica	0,443	0,829	0,514	0,743	0,886
7	Veliki vrh / Karavanke	0,418	0,782	0,636	0,582	0,945
8	Planina Pungrat / Karavanke	0,460	0,780	0,500	0,840	0,840
9	Robanov kot / Kam. Sav. Alpe	0,492	0,873	0,714	0,635	0,968
10	Dleškova planota / Kam. Sav. Alpe	0,420	0,840	0,660	0,580	0,800
11	Velika planina / Kam. Sav. Alpe	0,491	0,792	0,660	0,925	0,887
12	Črno jezero / Pohorje	0,600	0,900	0,580	0,680	0,940



13	Trije žebliji / Pohorje	0,640	0,680	0,520	0,700	0,960
14	Komisija / Pohorje	0,463	0,833	0,630	0,556	0,852
15	Skrivni hriber / Pohorje	0,471	0,725	0,569	0,529	0,922
16	Smrečje / Trnovski gozd	0,420	0,700	0,620	0,660	0,860
17	Smrekova draga / Trnovski gozd	0,455	0,818	0,621	0,788	0,939
18	Grda draga / Snežnik	0,706	0,824	0,608	0,784	0,824
19	Pod Tršarjevimi rastišči / Snežnik	0,457	0,729	0,614	0,586	0,971
20	Velika padežnica / Snežnik	0,577	0,769	0,519	0,577	0,750
21	Grčovec / Snežnik	0,560	0,800	0,620	0,640	0,880
22	Goteniški Snežnik	0,569	0,941	0,706	0,608	0,765

Izračunane relativne vrednosti  $e$ , ki so v zvezi s frekvencami alelnih tipov na posameznih lokusih v vzorčenih populacijah, kažejo večja odstopanja med vzorčenimi sestoji. Na lokus LAP-B je odklon od uravnotežene alelne porazdelitve znotraj populacij najbolj očiten v vzorčenem sestoji Šijec / Pokljuka ( $e = 0,359$ ) in najmanj pri vzorčenem sestoji Grda draga / Snežnik ( $e = 0,706$ ), kar ustreza razmerju 1:1,97. Na lokusu GOT-C je odklon od uravnotežene alelne porazdelitve znotraj populacij najbolj očiten v vzorčenem sestoji Trije žebliji / Pohorje in Tonetova bajta / Pokljuka ( $e = 0,680$ ) in najmanj (TU ga sploh ni) pri vzorčenem sestoji Blatni greben / Jelovica ( $e = 1,000$ ), kar ustreza razmerju 1:1,47. Na lokus PGI-B je odklon od uravnotežene alelne porazdelitve znotraj populacij najbolj očiten v vzorčenem sestoji Planina Pungrat / Karavanke ( $e = 0,500$ ) in najmanj pri vzorčenem sestoji Tonetova bajta / Pokljuka ( $e = 0,800$ ), kar ustreza razmerju 1:1,60. Na lokus 6PGDH-B je odklon od uravnotežene alelne porazdelitve znotraj populacij najbolj očiten v vzorčenem sestoji Skrivni hriber / Pohorje ( $e = 0,529$ ) in najmanj pri vzorčenem sestoji Velika planina / Kamniško Savinjske Alpe ( $e = 0,925$ ), kar ustreza razmerju 1:1,74. Na lokus 6PGDH-C je odklon od uravnotežene alelne porazdelitve znotraj populacij najbolj očiten v vzorčenem sestoji Velika padežnica / Snežnik ( $e = 0,750$ ) in najmanj pri vzorčenem sestoji Lipanca / Pokljuka ( $e = 1,000$ ), kar ustreza razmerju 1:1,33.

*Prikaz genetske diferenciacije med vzorčenimi populacijami smreke ( $D_j$ ,  $\delta_j$ )*

Diferenciacijo ( $D_j$ ) med delno (sub-) populacijo in drugimi vzorci, združenimi v populaciji, smo izračunali po Gregoriusu in Roberdsu (1986). Frekvence alelnih tipov posamezne populacije smo primerjali s ponderiranimi (tehtanimi) povprečji alelnih frekvenc drugih populacij. Genetska diferenciacija je zato izražena kot celota. Populacija z največjo stopnjo genetske diferenciacije ( $D_j$ ) ima največjo genetsko diferenciacijo v primerjavi z drugimi subpopulacijami in pokriva (ali vsebuje) najmanjši delež celotne genske informacije, oziroma zajema bolj specifične genetske informacije, kot katera koli druga populacija.

Tabela 8: Genetska diferenciacija ( $D_j$ ) 22 vzorčenih populacij smreke po visoko polimorfnihih lokusih, s prikazom srednje vrednosti posameznih genskih lokusov ( $\delta_2$ ) in povprečne diferenciranosti genskega sklada posamezne populacije

Populacija	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	( $\delta_{22}$ )
Lokus												
LAP-B	0,071	0,070	0,089	0,081	0,103	0,062	0,098	0,069	0,045	0,103	0,048	0,079
GOT-C	0,083	0,103	0,137	0,085	0,039	0,025	0,050	0,051	0,144	0,010	0,025	0,069

PGI-B	0,006	0,096	0,012	0,006	0,011	0,060	0,010	0,066	0,056	0,032	0,023	0,029
6PGDH-B	0,053	0,066	0,029	0,014	0,052	0,058	0,114	0,107	0,001	0,029	0,152	0,062
6PGDH-C	0,077	0,045	0,039	0,018	0,065	0,022	0,010	0,122	0,056	0,066	0,021	0,051
Genski sklad	0,058	0,076	0,061	0,041	0,054	0,045	0,056	0,083	0,060	0,048	0,054	0,058
Populacija	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	( $\delta_{22}$ )
Lokus												
LAP-B	0,140	0,110	0,032	0,077	0,042	0,093	0,130	0,048	0,092	0,086	0,066	0,079
GOT-C	0,064	0,083	0,048	0,059	0,073	0,165	0,028	0,071	0,046	0,040	0,053	0,069
PGI-B	0,025	0,052	0,007	0,031	0,006	0,006	0,006	0,011	0,052	0,028	0,053	0,029
6PGDH-B	0,024	0,034	0,042	0,055	0,014	0,081	0,078	0,117	0,111	0,003	0,127	0,062
6PGDH-C	0,070	0,018	0,116	0,003	0,112	0,007	0,054	0,024	0,092	0,025	0,085	0,051
Genski sklad	0,065	0,060	0,049	0,045	0,049	0,071	0,059	0,054	0,079	0,037	0,077	0,058

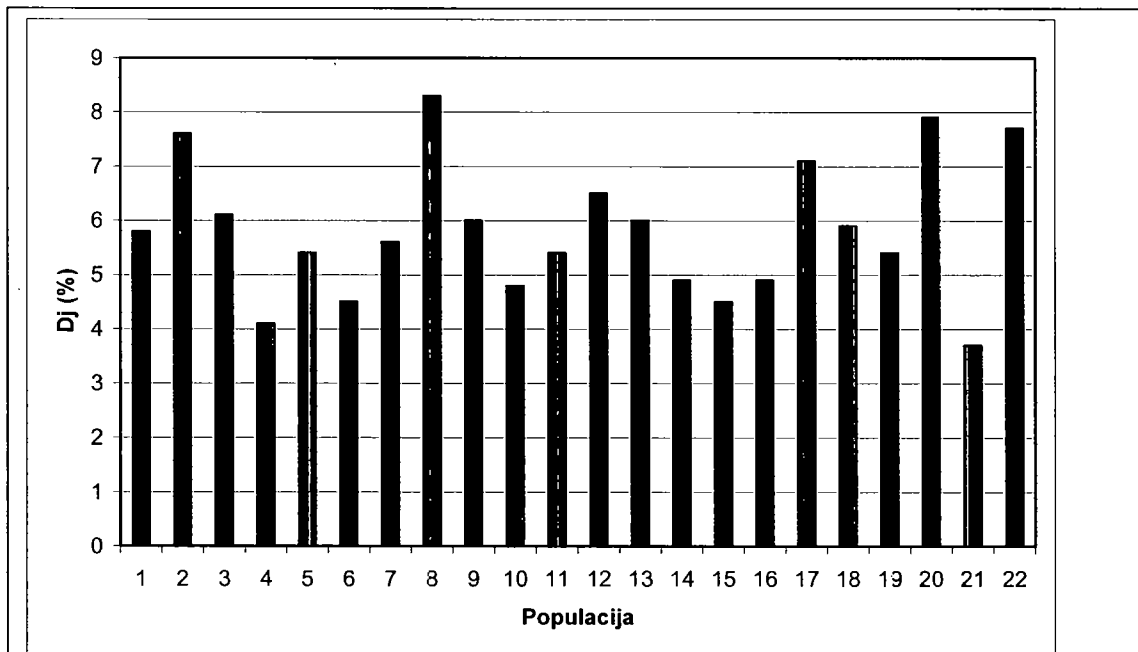
Na posameznem genskem lokusu so sestoji različno močno diferencirani. Najmočneje se razlikujejo na genskem lokusu LAP-B v 7,9 % njihovih alelov. Tu sta najizrazitejše diferencirana sestoja Črno jezero / Pohorje (14,0 %) in Grda draga / Snežnik (13,0 %). Sestoji so podpovprečno diferencirani na lokusu FGI-B in 6-PGDH-C. Od povprečne vrednosti skupnega genskega sklada ( $\delta_{22} = 5,8 \%$ ) najmočneje pozitivno odstopajo sestoji Planina Pungrač / Karavanke (8), Velika padežnica / Snežnik (20), Goteniški Snežnik (22), Tonetova bajta / Pokljuka (2) in Smrekova draga / Trnovski gozd (17). Obratno je diferenciacija sestojev najmanjša pri sestojih Grčovec / Snežnik (21), Blatni greben / Jelovica (4), Lipniška planina / Jelovica (6), Skrivni hriber / Pohorje (15).

Tabela 9: Razpon vrednosti genetske diferenciacije ( $D_j$ ) med vzorčenimi populacijami smreke, s prikazom po lokusih

Lokus	$D_j$
LAP-B	0,032 – 0,140
GOT-C	0,025 – 0,165
PGI-B	0,006 – 0,096
6PGDH-B	0,001 – 0,152
6PGDH-C	0,003 – 0,122

Od lokusa do lokusa se spreminja tudi velikostni red. Med vzorčenimi sestoji je ta razmik največji na lokusu 6-PGDH-B. Populacija Velika planina / Kamniško Savinjske Alpe se od drugih populacij razlikuje v 15,2 % alelih, medtem ko je ta razlika najmanjša pri populaciji Robanov kot / Kamniško Savinjskih Alpe, ki se od drugih skoraj ne razlikuje. Domnevamo, da so razlike predvsem zaradi največje pogostosti alela 6PGDH-B<sub>5</sub>, ki se v sestoji Velika planina pojavlja v 46,2 % deležu, v sestoji Robanov kot v 31,7 % deležu, medtem ko je v drugih sestojih prisoten od 19,6 % do 42,0 % deležu.

Izraziti medlokusni odkloni  $D_j$  vrednosti (Tabela št. 9) lahko nakazujejo na značilno odzivanje posameznih genskih lokusov na vplive selekcije v dočlenih življenjskih razmerah. Če upoštevamo takšno razlago, so proučevani visoko polimorfni genski lokusi adaptivni.



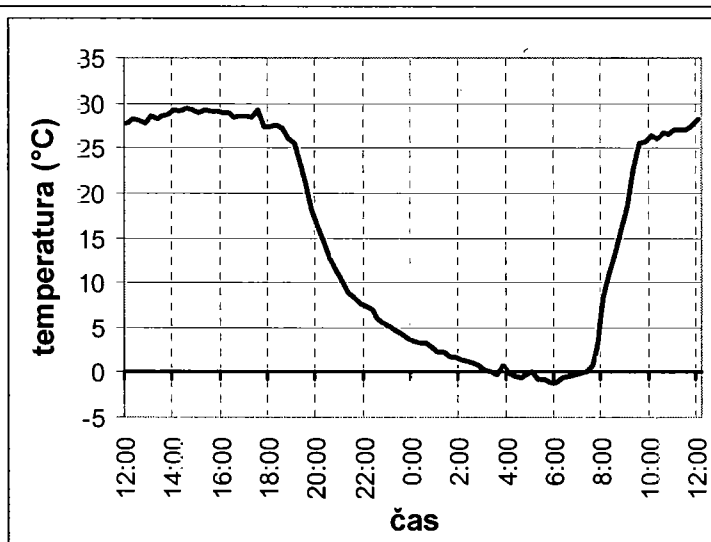
Graf 1: Genetska diferenciranost posameznih vzorčenih populacij smreke od skupnega genskega sklada drugih populacij

Populaciji smreke Planina Pungart / Karavanke (8) in Velika padežnica / Snežnik (20) imata v primerjavi z drugimi delnimi populacijami najbolj izražen delež lastnih (specifičnih) genetskih informacij in zajemata najmanjši delež skupne genetske informacije.

*Analiza temperaturnih razmer na lokaciji Velika padežnica / Snežnik (pop-20)*

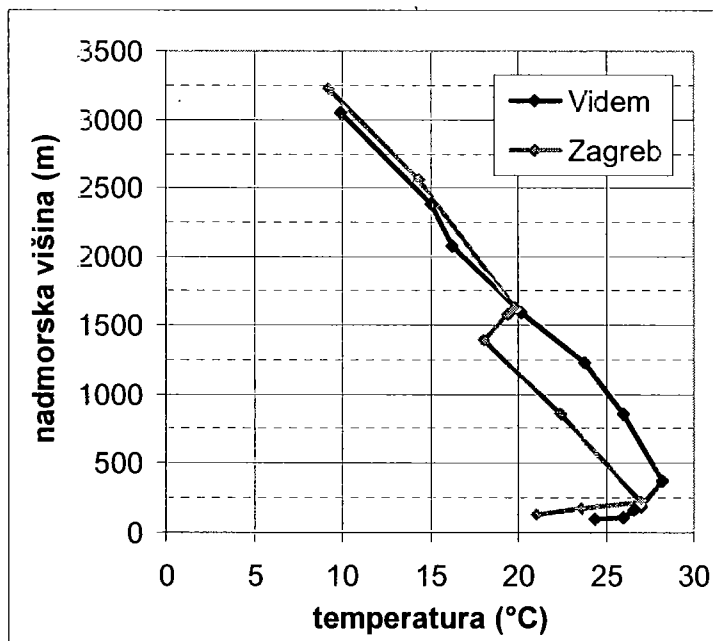
Stalne meritve z nekaj krajšimi prekinitvami na lokaciji Velika padežnica / Snežnik so potrdile hipotezo o pogostem pojavljanju zelo nizkih temperatur. V času od decembra 2005 do avgusta 2006 je bilo skupno 254 dni z neprekinjenim nizom meritev, kar predstavlja 93 % izplen podatkov. Podrobnejše analize temperaturnih razmer so pokazale, da je v mrzilišču Velika padežnica v omenjenem obdobju pogosto prihajalo do izrazitega ohlajanja in posledično zelo nizkih temperatur. Izrazite ohlavitve so se ob jasnih dneh brez močnejših vetrov pričele že ob sončnem zahodu ali še pred njim (dno zaradi okoliških višjih vzpetin še pred sončnim zahodom preide v senco) in trajale vse do ponovnega vzhoda oz. dokler sonce ni osvetilo dna. Ohlajanje je bilo najizrazitejše v prvih urah po lokalnem sončnem zahodu, kasneje pa se je hitrost ohlajanja postopno zmanjševala. V posameznih primerih se je zaradi kratkotrajnega vetra in s tem vdora toplejšega zraka temperatura sredi noči nenadoma dvignila, nato pa ob brezvetrju zopet padla. Tovrstne hitre spremembe temperature (okoli 10 °C/h) je bilo zaznati tako v zimskih, kot tudi v spomladanskih in poletnih mesecih, ko se je tekom noči temperatura spustila tudi za več kot 30 °C. Drugod po nižinah so bile temperaturne razlike med dnevom in nočjo manjše, od 15 °C do 20 °C (ARSO).





Graf 2: Primer izrazite nočne ohladitve v Veliki padežnici na Snežniku med 20. in 21. julijem 2006

Za nazornejši prikaz izrazitega nočnega ohlajanja v primerjavi z okolico smo uporabili tudi podatke vertikalne sondaže iz Zagreba in Vidma (Italija). Ker so ob ustaljenih vremenskih pogojih razlike v temperaturi zraka na majhni razdalji in na enaki višini majhne, je uporaba teh podatkov v izbranem času povsem sprejemljiva.



Graf 3 Temperature zraka dobljene s pomočjo vertikalnih sondaž dne, 21.7.2006 ob 00 UTC (vir: University of Wyoming)

Na podlagi zbranih podatkov in reliefne oblike ugotavljamo, da je pojavljanje jezera hladnega zraka v tem mrazišču reden pojav. Nastane kot posledica stekanja in nadaljnega ohlajanja zraka (OGRIN in sod., 2006). Proces, ki v mrazišču pripelje do bistveno nižjih temperatur kot v okolici, je pogojen s konkavno reliefno obliko, jasno nočjo in odsotnostjo

vetrov, ki zaradi mešanja zraka sicer onemogočajo nemoteno ohlajanje (WHITEMAN in sod., 2004). Te domneve potrjujejo nižje temperature zraka v mrazišču v primerjavi s temperaturo zraka izven mrazišča na podobni nadmorski višini. Kot primer navajamo noč iz 20. na 21. julij 2006. V tistem času je ob večinoma jasnem anticiklonalnem vremenu nad našimi kraji in širši okolici v višinah prevladovala razmeroma topla advekcija. Iz baze podatkov Univerze v Wyomingu o vrednostih vertikalnih sondaž v Vidmu in Zagrebu ob 2. uri poročili smo ugotovili, da je bila na nadmorski višini Velike padežnice / Snežnik temperatura zraka okoli +22 °C (Slika 2). Istočasno pa iz slike 1 opazimo, da je bila temperatura v Veliki padežnici ob tem času le še okoli +1 °C. Na pogoste pojave jezer hladnega zraka nakazujejo tudi v sestojih zastopane drvesne vrste. Po dnu in spodnjih delih pobočij prevladuje navadna smreka (*Picea abies* Karst.), nekoliko višje pa navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.)

Tabela 10: Absolutne in povprečne minimalne temperature zraka ter število dni po mesecih, ko je bila temperatura nižja ali enaka danim pogojem razvrstitve v Veliki padežnici (1130 m) med decembrom 2005 in avgustom 2006.

mesec	Tmin (°C)	povprečne Tmin (°C)	T ≤ 0 °C	T ≤ -10 °C	T ≤ -20 °C	T ≤ -30 °C
12	-27,9	-12,0	29	16	6	0
1	-26,7	-13,2	29	19	6	0
2	-32,6	-13,8	24	17	10	3
3*	-31,3	-14,7	11	6	3	2
4**	-12,4	-4,0	20	2	0	0
5	-5,9	-0,1	17	0	0	0
6	-3,9	+2,8	6	0	0	0
7	-3,6	+5,6	4	0	0	0
8	-3,6	+4,5	4	0	0	0

\* podatki za prvih 12 dni v mesecu

\*\* manjka podatek za prvi dan v mesecu

Jutranje temperature so bile med decembrom 2005 in avgustom 2006 pogosto pod lediščem, v nekaterih primerih celo pod -30 °C. V tem obdobju so bile negativne temperature zabeležene v vseh mesecih, kar nakazuje na ekološko zaostrene razmere, v katerih prevladujejo druge rastlinske vrste kot izven Velike padežnice na podobnih nadmorskih višinah.





Slika 1: Močna poletna slana v Veliki padežnici (1130 m)



Slika 2: V dnu Velike padežnice (1130 m) prevladuje smrekov gozd



## **RAZPRAVA**

Populacijsko genetsko prilagoditvene vzorce smreke v prevladajočih razmerah njenega življenjskega okolja smo ocenjevali z merili genetske raznolikosti (efektivna raznolikost genskega sklada ( $v$ ) in uravnoteženost frekvenčnih alelnih porazdelitev (relativno število  $e$ ) ter z merilom subpopulacijske diferenciranosti ( $D_j$ ), ki prikazuje delež alelov (genov) v katerem posamezne populacije specifično odstopajo od vseh genskega sklada vseh drugih populacij skupaj. Izračune vrednosti posameznih prilagoditvenih genetskih parametrov smo izvedli s pomočjo programa GSED (GILLET 1998). Zaradi dejanskega obsega našega vzorca (50 - 70 dreves na populacijo) in dejstva, da pri stopnji tveganja  $\alpha = >0,05$  velikost vzorca še ne omogoča zanesljivega odkrivanja vseh alelov v populaciji, smo za ovrednotenje prilagoditvenih parametrov populacij upoštevali pet visoko polimorfni genskih lokusov, ki so pri kriteriju polimorfnosti 0,95 imeli jasno izraženi polimorfizem v vseh populacijah. Izbrani lokusi (GOT-C, LAP-B, PGI-B, 6-PGHD-B, 6-PGHH-C), so v vseh populacijah polimorfni tudi pri izločitvi redkih alelov, to je alelov, ki se na posameznem genskem lokusu pojavljajo s frekvenco pojavljanja manjšo ali enako kot 5 %.

Z analizo visoko polimorfni izoencimskih genskih lokusov smo dobili vpogled v porazdelitev vrednosti prilagoditvenih parametrov genetske variacije, ki se odraža v posameznih populacijah in med njimi. Povprečno dejansko razpoložljivo ali efektivno število alelov na lokus ( $v$ ) je v populaciji 1,838. Smrekovi sestoji se medseboj razlikujejo v vrednosti alelne raznolikosti v razmerju 1:1,14. Po posameznih genskih lokusih pa so vrednosti lahko tudi zelo heteogene. Tudi izračunane relativne vrednosti  $e$ , ki so v zvezi s frekvencami alelnih tipov na posameznih lokusih v vzorčenih populacijah, kažejo večja odstopanja med vzorčenimi sestoji. Čeprav pri vseh vzorčenih populacijah sicer obstaja večji odklon od uravnotežene frekvenčne porazdelitve alelov ( $e = 0,688$ ), so razlike med sestoji relativno majhne, v razmerju 1:1,20. Vzorčene populacije smreke imajo večinoma podobno uravnotežene frekvenčne porazdelitve alelov. Razlogi za različne primerjalne vrednosti pri posameznih sestojih znotraj lokalnega območja niso znani. Razlike v stopnji genetske variabilnosti so lahko odraz zgodovinskih razlik v posegih v prostor. Seveda so to le nepreverjene teoretične predpostavke. Podobne situacije bi bilo priporočljivo dodatno raziskati in analizirati večje število osebkov in sestojev ter šele nato podati končne in veljavne zaključke. Diferenciacija genskega sklada petih visoko polimorfni genskih lokusov 22 populacij ( $\delta_{22}$ ) je 5,8 % vendar tudi ta kazalnik kaže, da so sestoji na posameznem genskem lokusu različno močno diferencirani. Izraziti medlokusni odkloni  $D_j$  vrednosti lahko nakazujejo na značilno odzivanje posameznih genskih lokusov na vplive selekcije v določenih življenjskih razmerah. Če upoštevamo takšno razlago, so proučevani visoko polimorfni genskih lokusi adaptivni.

Manjšo genetsko diferenciranost sestojev na celotnem območju raziskovanja lahko pojasnimo z dejstvom, da so se sestoji v sorazmerno majhnem geografskem prostoru razvijali podobno, zlasti glede na gozdno-zgodovinske procese (skupen genski sklad, poldenedobni razvoj). Kadar obravnavamo relativno majhne regije, je povezava med genetskimi in geografskimi razdaljami pri gozdnih drevesnih vrstah majhna. Izraziti pretok genov z intenzivno porazdelitvijo peloda in semena (kar je tipično za gozdna drevesa) namreč nevtralizira genetsko diferenciacijo (Govindaraju, 1988). Razloge za močnejšo



genetsko diferenciacijo posameznih sestojev (kot npr. Tonetova bajta / Pokljuka, Planina Pungrat / Karavanke, Velika padežnica / Snežnik, Goteniški Snežnik) od genskega sklada vseh drugih sestojev, je težko opredeliti. Domnevamo, da imajo lahko pri tem določeno vlogo tudi rastiščne razmere, ki se v alpskem in dinarskem svetu izrazito razlikujejo. S tem so povezani tudi različni selekcijski dejavniki, vse skupaj pa lahko vodi h genetsko različnemu razvoju populacij. Večja genetska diferenciranost populacij Planina Pungrat / Karavanke in Velika padežnica / Snežnik je lahko posledica specifičnih selekcijskih procesov, ki jih je doživela smreka na tej lokaciji. Dejstvo je, da vseh teh povezav ni mogoče podrobneje spoznati ter oceniti njihovih vplivov brez novih, poglobljenih raziskav. Lokusi na celotnem območju razširjenosti lahko namreč podležejo tudi samo eni vrsti enako naravnega selekcijskega režima in zato lahko zelo malo prispevajo k razlikovanju varietet.

Za preverjanje ustreznosti opredelitve življenjskih razmer vzorčenih populacij smreke po dostopnih podatkih ARSO z dejanskimi razmerami in situ, smo opravljali tudi stalne meritve temperature v mrazišču Velika padežnica / Snežnik, ki ga porašča avtohtona smrekova populacija. Študija je pokazala, da interpretacija rezultatov populacijsko genetskih raziskav prilagoditvenih parametrov avtohtone smreke zgoj v povezavi s klimatskimi podatki pridobljenimi po metodi interpolacije podatkov vremenskih postaj izven dejanskih rastišč ne omogočajo pravilnega razumevanja vplivanja specifičnih procesov, ki jih je doživela smreka na teh lokacijah. Manjše doline in druge konkavne reliefne oblike (mrazišča) namreč predstavljajo specifično življenjsko okolje, v katerem se predvsem zaradi klimatskih razmer in posledično skozi vse leto hladnih tal oblikuje glede na okolico različna aconalna in klimaconalna vegetacija (MARTINČIČ, 1977). Del nje je tudi proučevana domnevno avtohtona smreka. Tovrstne mikrolokacije pri interpolacijah meteoroloških spremenljivk na nivoju Slovenije tako zaradi ločljivosti kartografskih prikazov, kot tudi zaradi pomanjkanja podatkov predstavljajo potencialna območja, kjer lahko prihaja do pomembnega odstopanja interpoliranih vrednosti od dejanskih.

#### **PRIPOROČILA ZA OHRANJANJE PRILAGODITVENEGA POTENCIALA GOZDNIH GENSKIH OBJEKTOV V SPREMINJAJOČIH SE RAZMERAH OKOLJA**

*Zaradi predvidenega naglega spreminjanja podnebja (dvig povprečne temperature, spremembe v porazdelitvi padavin – časovno, prostorsko, količinsko) in drugih antropogenih povzročenih nepredvidljivosti znanstveniki menijo, da bo v naslednjih 50 letih (to je znotraj ene življenjske dobe dreves) v Evropi prišlo do večjega spreminjanja rastiščnih razmer. To zajema tudi krajevne, ekološke rastiščne razmere na katere so današnje populacije že dobro prilagojene. V Sloveniji so to zlasti gozdovi z dobro ohranjeno naravnostjo in avtohtonostjo. Avtohtone populacije so namreč rezultat dolgotrajne naravne selekcije in naravnega razvoja ter s tem dolgotrajnega prilagajanja danemu okolju. Zato bi izginevanje avtohtonih populacij (tudi tistih drevesnih vrst, ki so gospodarsko manj zanimive) pomenilo tudi izgubo nenadomestljive naravne dediščine!*

*Ker bo do sprememb prišlo znotraj ene življenjske dobe dreves (v eni generaciji) obstaja odprto vprašanje ali se bodo lokalne populacije gozdnih drevesnih vrst in tiste z robnih predelov njihove naravne razširjenosti, sploh lahko (in če - kako uspešno) prilagodile na novo nastale razmere okolja. Populacijsko genetske raziskave gozdnih drevesnih vrst so pokazale, da znotraj populacij obstaja visoka stopnja genetske diverzitete (genetske variabilnosti na nivoju vrste). Genetska variabilnost avtohtonih populacijah zajema t.i.*

*celotni evlucijski prilagoditveni potencial teh populacij. To je poleg genetske informacije, ki lahko populaciji pod prevladujočimi razmerami okolja zagotavlja njeno preživetje preko več generacij tudi trenutno nedelujočo genetsko informacijo, ki pa se lahko pri izrazitih spremembah življenjskega okolja aktivira in tako ohrani gozdni sestoj (Hattemer in sod., 1993). Genetska variabilnost je zato osnovni pogoj, ki populaciji (ali vsaj njenem delu) omogoča preživetje v spreminjajočih se razmerah njenega življenjskega okolja. Glede na nepredvidljive spremembe življenjskega okolja v prihodnosti je bistvenega pomena, da vso prisotno genetsko variabilnost zavarujemo in jo z vidika trajnosti tudi dinamično ohranjamo. Za gozdarsko prakso to zanesljivo zahteva razvijanje koncepta trajnosti tudi z upoštevanjem načel genetske trajnosti, kar pomeni varovanje gozdnih genskih virov z dinamičnim ohranjanjem evlucijskega potenciala znotraj populacij. To je zavarovanje genetskega potenciala populacije kot zagotovila za njeno nadaljnjo prilagoditev.*

*Rezultati naše raziskave nazorno nakazujejo strategijo za opredeljevanje ohranitvenih gozdnih genskih objektov smreke s ciljem oblikovati veliko površinske varstvene enote. Glavni razlog, da je manjše število večjih ohranitvenih enot pri ohranjanju gozdnih genskih virov smreke bolj primerno od številnejših, vendar površinsko manjših enot, je v potrebi po zavarovanju velikega števila redkih alelov. Ti so v naravnih smrekovih populacijah očitno množično prisotni (34 % vseh odkritih alelov) in predstavljajo velik potencial pri oblikovanju genetske variabilnosti znotraj populacij. Množična prisotnost redkih je pogoj za prilagoditveno sposobnost le teh. Večje površine gensko varovalnih gozdov so v pomoč pri varstvu redkih alelov. Z manjšimi sestoji je namreč možno učinkovito varovati le pogostne in splošne alele.*

*Razvoj strategije varovanja genskih virov smreke mora biti zasnovan tako, da ne bo slonel samo na izbiri genskih virov z vidika gozdarsko pomembnih fenotipskih znakov ampak tudi tako, da bo ukrepanja povezoval s ciljem dinamičnega ohranjanja evlucijskega prilagoditvenega potenciala znotraj populacij s sorazmerno majhnim tveganjem za izgubo genetske informacije.*

V mrežo ohranitvenih enot za dinamično varstvo prilagoditvenega potenciala populacij smreke *in situ* je potrebno v Sloveniji vključiti sestoj v alpskem in dinarskem območju, vključno s sestoji z lokalnimi posebnostmi (BOŽIČ s sod. 2003). Vsaka ohranitvena enota pa mora biti izbrana tako, da bo lahko zagotavlja tudi možnosti trajnega prenosa genskih informacij iz zrelih sestojev na naslednje generacije z naravnim pomlajevanjem, ki je v primeru večjih pomladitvenih jeder tudi zagotovilo za njihovo neprekinjeno prilagoditveno sposobnost (BOŽIČ 2005).

Za specifične lokacije visokogorskih in mraziščnih območjih Alp in Dinaridov lahko menimo, da ugotovljeno povečanje srednje letne temperature za 1-2 C te ekosisteme še ne ogroža. Vendar navkljub pričakovani toleranci danes še ne moremo napovedati, kako bo tako spremenjena klima lahko vplivala na naravni reprodukcijski sistem gozdnih drevesnih vrst. Načeloma se gozdne drevesne vrste v spremenjenih klimatskih pogojih prenehajo rasti in se razvijati ter počasi naselijo za njih ustrezne klimate ali pa v ekstremnih razmerah tudi odmrejo. Nadaljnje ohranjanje v spremenjenih rastiščnih pogojih je mogoče le, če v populacijah obstaja ustrezna stopnja genetske prilagodljivosti ali če to zagotavlja na genetskih vzorcih temelječa fenotipska oziroma prilagoditvena plastičnost. Na splošno vpliva spremenjenih klimatskih razmer na bodoči razvoj gozdnega ekosistema (gozdne življenjske skupnosti) ni mogoče dovolj natančno oceniti zaradi skupnega različnega

vplivanja vseh dejavnikov na gozd. Vplivi klimatskih sprememb bodo toliko bolj negativni, kolikor hitreje bodo spremembe in kolikor bolj bo obremenjena genetska prilagoditvena sposobnost gozda.

Strategije ohranjanja gozdnih genskih virov morajo biti usmerjene na »ranljivost ekosistema«. Negativni vplivi klimatskih sprememb na skupno genetsko sestavo gozda so možni tudi zaradi motenja genetske reprodukcije, sprememb v inter in intra specifičnih konkurenčnih razmerij, sprememb v razmerjih gospodarskih parazitov zaradi večje virulentnosti biotskih škodljivcev, ki povzročajo slabljenje življenjske moči dreves ter s tem povezanimi prostorskimi premiki gliv in žuželk.

### **MEDNARODNI PROVENIENČNI POSKUS Z BUKVIJO**

*VODJA: DR. GREGOR BOŽIČ*

Sodelavci: Mihej Urbančič

#### **PROGRAM DELA**

- Razvoj znanj o prilagoditvi in občutljivosti bukve na spremembo klimatskih in talnih značilnosti. Na osnovi opazovanj, meritev in analiz različnih provenienc bukve v juvenilni fazi, definirati razpon odzivnih sposobnosti bukve za njeno preživetje in razvoj v spremenjenih razmerah življenjskega okolja.

Na mednarodnem provenienčnem poskusu z bukviijo na Kamenskem hribu pri Straži, ki smo ga v letu 1998 osnovali v sodelovanju z Bundesforschungsanstalt fuer Forst- und Holzwirtschaft iz Hamburga (Prof. dr. Georg von Wuehlich) z različnimi proveniencami iz širšega evropskega areala njene naravne razširjenosti, smo opravili eno letna fenološka opazovanja olistanja in meritve rasti in razvoja izbranih probvenienc bukve. Poskus je uvrščen v 2. serijo, ki obsega 23 mednarodnih poskusov, ki so bili poleg v Sloveniji osnovani tudi v Belgiji, Česki, Danski, Irski, Luksemburgu, Nemčiji, Nizozemski, Poljski, Romuniji, Slovaški, Španiji, Švedski, Ukrajini in Veliki Britaniji. Aktivno sodelujemo v novi COST Akciji E52: "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry" Posebna pozornost je usmerjena na proučevanje brstenja bukve. Prvi rezultati provenienčnih poskusov z bukviijo namreč kažejo, da med testnimi proveniencami obstajajo velike razlike med pri spomladanskem olistanju. Značilno odstopa slovenska provenienca bukve iz Idrije, ki najkasneje odganja in brsti pozneje kot druge opazovane provenienc in je tudi v bodoče predmet podrobnejših opazovanj. Aktivnosti, ki predstavljajo naš prispevek k omenjenemu projektu so integralni del celotnega projekta. Glavni namen naših raziskovalnih aktivnosti in usmeritev v delovnih skupinah projekta E52 je pridobivanje ter izmenjava znanja in razvijanje metodologij za raziskave, ki bodo prispevale k celovitejšemu poznavanju prilagoditveno pomembnih genetskih znakov bukve, opredelitvi in varstvu gozdnih genskih virov, oceni vpliva klimatskih sprememb na gozdne ekosisteme in razvoju modelov za izdelavo napovedi o možni razširjenosti bukve pod določenimi klimatskimi scenariji.

Razvoj znanj o prilagoditvi (kako dobro so populacije adaptirane) in občutljivosti (kako neadaptirane populacije reagirajo na takšne situacije in kako učinkovito se s tem lahko spopadejo) provenienc bukve na vsiljeno spremembo klimatskih in talnih značilnosti bomo pridobili s koordinirano analizo podatkov meritev v mreži poskusnih objektov

(provenienčnih poskusov) bukve v Evropi povezavi z življenjskimi razmerami rastišč izvornih, matičnih provenienc. Rezultati naših analiz bodo lahko v povezavi z rezultati analiz talnih in klimatskih značilnosti zagotovili primerno osnovo pri oblikovanju modela o prilagoditvi bukve življenjskim razmeram lokalnega okolja. Postavitev poskusa namreč v svojem učinku simulira tudi spremembo v klimi. Podatki iz poskusa bi lahko vodili k nastanku modela, ki bi napovedoval porazdelitev bukve pod določenimi klimatskimi scenariji.

Na sestanku delovnih skupin in upravnem odboru projekta COST Akcije E52, ki je bil v Zvolnu na Slovaškem (oktober 2006) je dr. Gregor Božič v soavtorstvu (dr. Dusan Jurc, mag. Andrej Kobler, dr. Hojka Kraigher (vsi GIS), Robert Ogrizek, ZGS) predstavil delo na mednarodnem provenienčnem poskusu v Sloveniji ter predstavil podatke raziskav povezanih z nenadnim umiranjem odraslih dreves bukve v povezavi z vročinskim valom in sušo v letu 2003.

## **V. Delovna skupina: VARSTVO GOZDOV IN GOJENJE**

Prikazujemo dva vzorca modeliranja - potencialna razporeditev vegetacije in javorov rak, ki ku je izvedel sodelavec na projektu Nikica Ogris.

### **1 *Napovedovanje potencialne razporeditve posameznih drevesnih vrst***

#### **1.1 *Model - odločitveno drevo, njegova veljavnost in napovedovanje***

Metode dela, s katerimi smo izdelali napovedi potencialne razporeditve posameznih drevesnih vrst v Sloveniji zaradi podnebnih sprememb, so podobne tistim, s katerimi so naredili podobno zadevo Američani za vzhodni del Združenih držav Amerike (Iverson in Prasad, 1998, 2001, 2002; Iverson in sod., 1999). Razvili smo dva tipa modelov. Prvi tip modela napoveduje količino posamezne drevesne vrste v celici modela, katere stranica meri 1 km. Drugi tip modela napoveduje pojavljanje oz. odsotnost posamezne drevesne vrste v celici modela. Za prvi tip modela smo uporabili metodo regresijskega odločitvenega drevesa. Za drugi tip modela smo izbrali metodo klasičnega odločitvenega drevesa. Modele za vsako drevesno vrsto posebej smo zgradili v programskem okolju Weka (Witten in Frank, 2005), v ki nudi vrsto najsodobnejših algoritmov strojnega učenja. Za klasično drevo smo izbrali algoritem J48, ki omogoča izdelavo C4.5 odločitvenega drevesa (Quinlan, 1993). V nastavitvah algoritma J48 smo nastavili stopnjo zaupanja na 0,25 in najmanj dva primera sta morala biti, da je za pravilo obstajal list v drevesu. Za regresijsko drevo smo izbrali algoritem M5 (Quinlan, 1992; Wang in Witten, 1997). Algoritem M5 smo nastavili tako, da je vsak list vseboval vsaj 4 primere.

Veljavnost modelov smo preverjali z 10-kratno navzkrižno validacijo. Preglednica 1 podaja natančnost posameznih modelov po drevesnih vrstah, katere ZGS spremlja v podatkovni zbirki Gozdni fondi v preglednici Drevna. Veljavnost regresijskih modelov je podana z korelacijskim koeficientom in absolutno napako v %. Veljavnost modelov razširjenosti drevesnih vrst je podana z absolutno napako in deležem pravilno razporejenih primerov.

Ko so bili modeli izdelani, smo jih lahko uporabili za napovedovanje razširjenosti drevesnih



vrst glede na izbran scenarij podnebnih sprememb. To smo naredili tako, da smo zamenjali podnebne spremenljivke s spremenljivkami scenarijev MIN, AVG in MAX za dve obdobji 2021–2050 in 2071–2100. Zamenjane spremenljivke so bile: povprečna temperatura v mesecu januarju, mesecu juliju, mesecu avgustu, povprečna temperatura med aprilom in septembrom, povprečna letna količina padavin, razmerje med povprečno vsoto padavin julij–avgust in povprečno evapotranspiracijo v teh dveh mesecih, povprečna letna referenčna evapotranspiracija.

Preglednica 1: Natančnost modelov za napovedovanje lesne zaloge in pojavnosti posameznih drevesnih vrst

Drevesna vrsta	Model lesne zaloge				Model razširjenosti				
	Št. pravil	Št. spr.	r**	Abs. napaka (%)	Št. listov	Št. spr.	Abs. napaka (%)	aa* (%)	bb* (%)
smreka	187	42	0,84	45,2	315	42	26,7	77,5	97,5
sitka	85	32	0,03	101,5	13	11	92,4	99,9	6,6
jelka	152	39	0,81	45,0	1070	43	40,8	79,8	83,1
tisa	122	34	0,14	98,8	16	13	93,2	99,8	7,7
rdeči bcr	356	42	0,70	68,0	1076	43	47,4	67,2	89,2
črni bor	165	36	0,70	51,3	600	42	45,4	94,9	62,7
zeleni bor	229	38	0,31	94,8	716	43	68,4	94,5	39,0
macesen	404	41	0,69	59,7	1455	43	52,0	78,7	73,0
jap. macesen	121	36	0,34	92,9	230	42	84,2	99,3	14,7
duglazija	348	39	0,34	96,5	298	42	85,6	97,7	16,0
pacipreša	46	24	0,10	110,1	39	26	88,9	99,9	4,9
bukev	231	43	0,77	54,8	310	43	28,8	76,5	97,4
lesnika	33	27	0,14	108,3	63	33	85,2	99,7	17,6
hruška	61	24	0,22	97,3	76	30	72,2	99,7	26,3
građen	354	43	0,70	60,7	628	42	32,1	77,8	93,5
dob	275	40	0,79	50,1	693	43	48,1	93,9	60,7
rdeči hrast	229	38	0,24	95,1	194	40	87,4	98,6	13,1
močvirski hrast	107	33	0,10	107,8	168	40	85,0	99,5	10,6
kostanj	215	41	0,62	65,2	1035	42	34,6	84,1	85,0
robinija	265	41	0,75	53,4	757	42	38,1	91,0	75,2
oreh	193	38	0,43	94,7	17	13	94,9	99,9	5,5
gorski javor	223	42	0,68	63,0	647	43	36,8	73,3	93,6
ostrolis. javor	1	21	0,29	94,0	599	42	76,7	95,5	28,3
topokrpi javor	322	38	0,38	90,5	234	41	76,0	98,8	25,3
veliki jesen	405	41	0,61	74,1	1420	43	51,3	74,4	78,4
ostrolis. jesen	91	37	0,74	53,1	137	39	67,8	99,0	35,3
gorski brest	351	41	0,59	74,1	1307	43	61,5	87,5	53,4
poljski brest	265	38	0,71	64,2	224	41	70,6	98,9	30,2
lipa in lipovec	448	42	0,63	65,5	1660	43	58,0	77,8	67,6
beli gaber	221	43	0,67	62,8	822	43	37,6	73,5	91,8
češnja	329	43	0,65	69,8	1434	43	48,9	75,2	79,8
maklen	287	43	0,34	87,5	1335	43	58,7	86,3	58,2
brek	254	42	0,38	80,5	836	43	55,0	92,9	55,2
mokovec	171	41	0,49	82,3	1271	43	53,9	85,8	63,4
črni gaber	296	40	0,77	48,0	1212	43	39,7	83,2	79,9
mali jesen	340	40	0,74	53,1	1300	43	46,8	85,6	70,3
puhasti hrast	95	36	0,82	36,1	248	42	33,0	98,3	70,2
cer	166	40	0,60	69,3	841	43	34,4	91,2	77,5
trepetlika	382	42	0,42	88,5	1755	43	57,8	71,6	74,0
topoli	359	39	0,79	58,6	1105	43	66,2	90,5	46,2
črna jelša	242	42	0,75	64,3	1352	42	48,3	80,6	74,7
siva jelša	166	38	0,78	62,6	491	42	75,9	96,2	29,3
breza	465	42	0,52	81,3	1524	43	55,3	70,6	77,8
vrbe	265	39	0,74	60,5	1133	43	72,7	88,7	40,6
jerebika	182	37	0,31	89,7	211	40	73,0	98,6	27,9
negnoj	41	29	0,11	102,3	42	24	82,3	99,8	13,7
gmišče	277	41	0,70	64,0	562	42	68,5	95,9	38,1

\*Legenda: aa = delež pravilno razporejenih celic, ki so proste; bb = delež pravilno razporejenih celic, kjer se pojavlja drevesna vrsta

\*\*Legenda: r = koeficient korelacije

## 1.2 Podatkovna zbirka in spremenljivke

Modeli so bili zgrajeni iz podatkov 45 neodvisnih spremenljivk, med katerimi je 8 podnebnih spremenljivk, 5 spremenljivk o rabi tal, 4 spremenljivke o obliki površja, 1 spremenljivka o lesnoproizvodni sposobnosti rastišča in 27 spremenljivk o tleh. Odvisna spremenljivka je bila v primeru regresijskega drevesa lesna zaloga drevesne vrste v celici modela, v primeru klasifikacijskega drevesa pa prisotnost drevesne vrste v celici v binarni obliki. Vse spremenljivke imajo ločljivost 1 km<sup>2</sup>.

Podnebje v modelih smo predstavili s temperaturo (ARSO, 2006c), padavinami (ARSO, 2006a), evapotranspiracijo (ARSO, 2006b) in kvaziglobalno sončno obsevanje (Kastelec in sod., 2005; Zakšek in sod., 2005). Vse podnebne spremenljivke se nanašajo na referenčno obdobje 1971–2000. Temperatura je upoštevana kot povprečna temperatura v mesecu januarju (predstavnik zimskega meseca), mesecu juliju in mesecu avgustu (predstavnik najvišjih temperatur in obdobja, ko se najpogosteje pojavlja suša in s tem sušni stres v rastlinah) in kot povprečna temperatura med aprilom in septembrom (kot povprečna temperatura vegetacijskega obdobja). Padavine se v modelu pojavljajo v spremenljivki povprečnih letnih padavin in v kombinaciji z referenčno evapotranspiracijo kot razmerje med povprečno vsoto padavin julij–avgust in povprečno evapotranspiracijo v teh dveh mesecih. To razmerje nakazuje na verjetnost pojavljanja suše v teh dveh najbolj kritičnih mesecih. Referenčna evapotranspiracija se nahaja tudi kot samostojna spremenljivka v obliki povprečne letne vrednosti. Kvaziglobalni sončni obsev je vključen v model kot letna vsota po vsaki celici modela.

Podatke o rabi tal smo pridobili iz Projekta posodobitve evidentiranja nepremičnin, katerega podprojekt je bil Zajem in spremljanje rabe kmetijskih zemljišč in okviru katerega je nastala Baza podatkov o rabi zemljišč (MKGP, 2003). S pomočjo podatkovne zbirke o rabi zemljišč smo lahko vsako celico v našem modelu predstavili tudi z deležem gozda v njej, deležem travnikov, deležem ostalih kmetijskih površin in deležem pozidanih zemljišč. Spremenljivke o rabi tal so za izdelavo modela pomembne v tem smislu, da se učni algoritem nauči, v kakšnem okolju posamezne drevesne vrste rastejo in na nek način je vključen vpliv človeka. Da smo v model dodali še krajinski vidik, smo izdelali za vsako celico modela še gostoto gozdnih robov kot mero za razdrobljenost gozdov (McGarigal in Marks, 1995). Kje in koliko je gozdnega roba (m·ha<sup>-1</sup>), smo izračunali iz podatkovne zbirke o rabi zemljišč.

Oblika površja je v modelu predstavljena z najmanjšo nadmorsko višino, največjo nadmorsko višino, standardnim odklonom nadmorske višine v celici in naklonom. Standardni odklon nadmorske višine je pokazatelj razgibanosti zemeljskega površja. Vir nadmorskih višin in povprečnih naklonov v celicah modela je bil digitalni model reliefa s 100 m ločljivostjo (GURS, 2000).

Za pokazatelja lesnoproizvodne sposobnosti rastišča smo izbrali rastiščni koeficient (Košir, 1976, 1992). Rastiščni koeficient je relativni pokazatelj lesnoproizvodne sposobnosti rastišča, ki temelji na gozdni združbi. Uporaben je zato, ker je določen za površino cele Slovenije. Vsak odsek v preglednici Odseki podatkovne zbirke Gozdni fondi ima določen rastiščni koeficient. Rastiščni koeficient za celico modela smo izračunali s ponderirano srednjo vrednostjo, kjer je ponder površina odseka.

Zelo velik poudarek smo dali na talne spremenljivke. Večino podatkov smo pridobili iz Digitalne pedološke karte v merilu 1 : 25.000 in pedoloških profilov (CPVO, 1999). Vzeli smo 10 razredov vrst tal: šotna, antropogena, eluvialno-iluvialna, halomorfna, humusno akumulativna, kambična, nerazvita, obrečna, oglejena in psevdoglejena. Razredi talnih tipov so bili upoštevani kot delež njihove zastopanosti v celici modela. Teksturo tal smo upoštevali v obliki treh spremenljivk in sicer kot povprečni delež peska, melja in gline v celici modela. Iz digitalne pedološke karte in pedoloških profilov smo pridobili še podatke o povprečni globini tal (v cm) in povprečnem deležu organske snovi v celici. Vključili smo še spremenljivke, ki opisujejo kemijske lastnosti tal: pH, količino izmenljivega fosforja in kalija v mg/100 g), razmerje CN (razmerje med vsebnostjo ogljika in celokupnega dušika) in izmenjalna kapaciteta tal. Med talnimi spremenljivkami so še tiste, ki predvsem vplivajo na vočni režim tal, to so gostota tal, poroznost tal, vodna kapaciteta tal, prepustnost tal in indeks erodibilnosti tal. Podatke za slednje spremenljivke smo pridobili iz modela GLEAMS (Knisel in Davis, 2000). Gostota tal, poroznost tal, vodna kapaciteta tal in prepustnost tal je bila določena na podlagi tabelaričnih vrednosti, v katere vhodni podatek je tekstura tal, t.j. razmerje med glino, meljem in peskom. Indeks erodibilnosti tal je bil določen po naslednji enačbi (Wischmeier in Smith, 1978):

$$K = \frac{2,1 \cdot TF^{1,14} \cdot 10^{-4} \cdot (12 - a) + 3,25 \cdot (b - 2) + 2,5(c - 3)}{100} \quad \dots(1)$$

$$TF = (ME + PE) \cdot (100 - GL) \quad \dots(2)$$

kjer so

<i>TF</i>	teksturni faktor
<i>a</i>	delež organske snovi
<i>b</i>	struktura tal
<i>c</i>	prepustnost tal
<i>ME</i>	delež melja
<i>PE</i>	delež peska
<i>GL</i>	delež gline

Med talne spremenljivke smo še vključili povprečen delež skalovja in kamnitosti v celici. Podatke za te dve spremenljivki smo dobili v preglednici Odseki v Gozdnih fondih (ZGS, 2001).

### 1.3 Ocena potencialne spremembe površine in premikov v drevesnih vrstah

Da bi lahko ocenili potencialne spremembe površine in premikov v drevesnih vrstah, smo izdelali več preglednic, ki prikazujejo potencialne spremembe za tri scenarije podnebnih sprememb MIN, AVG in MAX ter za dve obdobji 2021–2050 in 2071–2100. Prva preglednica prikazuje potencialno spremembo v deležu površine med trenutno razširjenostjo in napovedano potencialno razširjenostjo posameznih drevesnih vrst. Tako številke nad nič pomenijo, da se bo površina morda povečala, številke pod nič pomenijo zmanjšanje površine. Zaradi velike absolutne napake v napovedih iz regresijskega odločitvenega drevesa smo se odločili, da razliko v deležu površine izračunamo iz modelov pojavnosti, t.j. klasifikacijskih odločitvenih dreves posameznih drevesnih vrst.

Izdelali smo dve preglednici, ki prikazujeta povprečne potencialne premike posameznih drevesnih vrst v smeri jug-sever in smeri vzhod-zahod. Potencialne premike smo izračunali kot razliko v premikih južnih in severnih mej pojavljanja posameznih drevesnih med stanjem v letu 2001 in napovedmi za tri podnebne scenariji in dve obdobji. Negativne vrednosti pomenijo premike na jug in na zahod, pozitivne vrednosti pa pomenijo premike na sever in vzhod. Premiki so podani v kilometrih.

Tako kot smo izdelali preglednici za potencialne premike skrajnih mej drevesnih vrst, smo podobno izdelali še dve preglednici, ki prikazujeta potencialne spremembe v ekološkem optimumu drevesnih vrst. Ta sprememba je prikazana kot premik optimuma v smeri jug-sever in smeri vzhod-zahod v kilometrih med stanjem v letu 2001 in napovedmi iz modelov. Optimum drevesne vrste smo definirali kot njeno najpogostejše pojavljanje na določenem območju.

#### 1.4 *Predpostavke in omejitve modela*

Predpostavke in omejitve modela so podobne kot v modelu, ki so ga razvili za vzhodno Ameriko (Iverson in Prasad, 1998), saj smo se v našem modelu zgledovali po njihovem modelu. Poskušali smo navesti predpostavke in pomanjkljivosti modela z namenom, da se bi model lahko še izboljšal v smislu zmanjševanja njegove negotovosti.

Scenariji podnebnih sprememb so precej negotovi. Bolj verjetne napovedi so za bližnjo prihodnost. Negotovost smo v modelu zmanjšali tako, da smo vključili več scenarijev, ki obsegajo celoten interval možnih sprememb v temperaturi, količini padavin in intenzivnosti evapotranspiracije. Model so lahko ponovno zažene s podatki drugačnega scenarija ali s podatki z večjo prostorsko ločljivostjo. Predvsem se bodo lahko izboljšale napovedi, ko bodo izdelani scenariji podnebnih sprememb ne samo za 9 krajev, kot je to v našem primeru, ampak za celotno območje Slovenije z večjo ločljivostjo.

Če prekrivamo vhodne podatke z različnih virov in ločljivosti, se pojavi napaka, ki se prenaša na rezultate. Ta vpliv se lahko zmanjša z večjo celico modela. V našem primeru je bila celica velika 1 km<sup>2</sup>. Podatki iz Gozdnih fondov (ZGS, 2001) so vezani na gozdni odsek, ki je navadno manjši kot 1 km<sup>2</sup>, podatki podnebnih spremenljivk so že v osnovi ujemali z velikostjo celice modela, podatki o lastnosti tal so bili pripravljene iz Digitalne pedološke karte, ki ima manjšo ločljivost kot celica modela. Večino dejavnikov se hitreje spreminja v prostoru kot je izbrana velikost celice modela. Ker v celici modela jemljemo povprečne vrednosti spremenljivk, se lahko v območjih, kjer so ekološke razmere zelo pesterne in zaradi svojih specifičnih lastnosti nudijo habitat specialistom, se lahko te lastnosti v povprečnih vrednostih porazgubijo in s tem tudi potencialni habitat za drevesne vrste. Predvsem se bi lahko verjetnost napovedi modela izboljšala, če bi imeli podatke večje ločljivosti talnih spremenljivk, predvsem pa naslednjih: gostota tal, poroznost tal, vodna kapaciteta tal in prepustnost tal, katerih vrednosti so bile določene na podlagi tabelarnih vrednosti.

Model ne upošteva fizioloških sprememb in sprememb v medvrstnih odnosih. Zato z modelom ni mogoče oceniti potencialne spremembe v tekmovanju v "novih" združbah drevesnih vrst. Loehle in LeBlanc (1996) sta v pregledu modelov gozda zabeležila, da veliko modelov predpostavlja, da se drevesne vrste pojavljajo tam, kjer so takšni pogoji, ki jim omogočajo preživetje, ne morejo pa preživeti zunaj podnebnih pogojev, ki vladajo v trenutni razširjenosti vrste. To je problem t.i. osnovne ekološke niše, ki ni nikoli v popolnosti



realizirana. To je lahko posebej problem, če se v modelu omejujemo le na manjše število podnebnih spremenljivk. Modeli opisani tukaj vsebuje tudi to pomanjkljivost, vendar je nekoliko zmanjšana zaradi tega, ker vključuje veliko število spremenljivk in zaradi dejstva, da želimo oceniti le potencialno spremembo razširjenosti drevesnih vrst zaradi podnebnih sprememb. Model predpostavlja klimaksne pogoje in da ne obstajajo omejitve pri migraciji. Verjamemo, da so mogoče velike izboljšave za več drevesnih vrst, če bi v model vključili specifične lastnosti posameznih vrst in prostorskih okvirov, kjer rastejo.

## 2 *Rezultati*

### 2.1 *Modeli*

Modeli regresijskega odločitvenega drevesa napoveduje razširjenost drevesnih vrst različno natančno (preglednica 1). Za mero zanesljivosti modela smo izbrali korelacijski koeficient  $r$  in absolutno napako merjeno v %. Najbolj natančen model lesne zaloge je za smreko ( $r = 0,84$ ). Med bolj natančne modele (tisti, ki imajo  $r$  večji ali enak 0,7) še spadajo modeli za drevesno vrsto puhasti hrast, jelka, dob, topoli, siva jelša, črni gaber, bukev, robinija, črna jelša, mali jesen, ostrolistni jesen, vrbe, poljski brest, grmišča, črni bor, rdeči bor in graden. Modeli lesne zaloge najslabše napovedujejo ( $r$  je manjši od 0,3) za primer drevesne vrste sitka, pacipresa, močvirski hrast, negnoj, tisa, lesnika, hruška, rdeči hrast in ostrolistni javor.

Na splošno so napovedi natančnejše za tiste drevesne vrste, ki so generalisti, t.j. tiste, ki imajo široko ekološko nišo. Obratno pa imajo modeli za specialiste slabšo natančnost. Manj natančni modeli so na splošno slabše pokriti s podatki o razširjenosti, npr. rušje, lesnika, hruška, tisa, negnoj. Med manj natančnimi regresijskimi modeli so tudi modeli, ki napovedujejo lesno zalogo za tujo, t.j. neavtohtono drevesno vrsto, npr. stika, pacipresa, močvirski hrast, grška jelka, rdeči hrast. Za te modele je značilno, da imajo absolutno napako že več kot 100 %, kar pomeni, da so popolnoma nezanesljivi. Najbolj nezanesljivi modeli pa so bili tisti, ki napovedujejo lesno zalogo za skupino drevesnih vrst, npr. kot so skupine ostali trdi listavci, mehki listavci, ostali iglavci, ostali bori. Te skupine smo izpustili iz nadaljnjih analiz.

Klasifikacijska odločitvena drevesa, t.j. modeli za napovedovanje razširjenosti drevesnih vrst, napovedujejo pojavljanje drevesnih vrst z različno zanesljivostjo. Za ocenjevanje zanesljivosti modelov za napovedovanje razširjenosti drevesnih vrst smo izbrali kazalec, ki prikazuje delež pravilno razporejenih primerov, t.j. celic, v kateri uspeva drevesna vrsta (kazalec *bb*). Kazalec zanesljivosti modela *bb* se na splošno sklada z absolutno napako, ki je manjša, ko je *bb* večji. Najnatančnejši modeli razširjenosti drevesnih vrst (absolutna napaka je manjša kot 50 % in *bb* je večji kot 79 %) so za smreko, bukev, gorski javor, graden, beli gaber, rdeči bor, kostanj, jelko, črni gaber, češnjo. Med najmanj zanesljivimi modeli (*bb* je manjši kot 20 % in absolutna napaka je večja od 80 %) so modeli za pacipreso, oreh, sitko, tiso, močvirski hrast, rdeči hrast, negnoj, japonski macesen, duglazijo, lesniko. Če primerjamo po natančnosti modele za napovedovanje lesne zaloge z modeli za napovedovanje razširjenosti drevesnih vrst, ugotovimo, da modeli za napovedovanje pojavnosti dajejo natančnejše in zanesljivejše napovedi. Iz tega razloga smo v večini

nadaljnjih uporab raje uporabili slednje. Modeli za napovedovanje razširjenosti drevesnih vrst so na splošno natančnejši v tistih primerih, ko je drevesna vrsta generalist, ima široko ekološko nišo in je dobro pokrita s podatki; manj natančni pa so tisti modeli za tiste drevesne vrste, ki so specialisti, ali pa neavtohtone vrste in katerih kakovost vhodnih podatkov je slaba. Vidimo, da so splošna pravila o zanesljivosti modelov podobna za obe vrsti modelov.

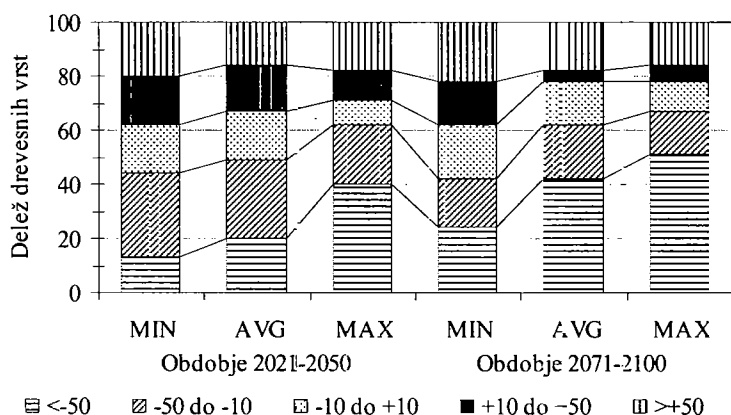
V preglednici o natančnosti posameznih modelov (preglednica 1) se nahajata tudi dva stolpca s podatki o številu spremenljivk. Število spremenljivk vključenih v model lesne zaloge je med 21 in 43. Največ spremenljivk imajo modeli za bukev, graden, beli gaber, češnjo in maklen. Najmanj spremenljivk imajo modeli za ostrolistni javor, pacipreso, hruško, lesniko, negnoj, sitko, močvirski hrast in tiso. Iz preglednice lahko razberemo, da so na splošno zanesljivejši modeli tisti, ki imajo vključenih več spremenljivk. Večino modelov za napovedovanje razširjenosti drevesnih vrst vključuje 43 spremenljivk od 45 neodvisnih spremenljivk, ki so bile podane kot vhodni podatki v razvoj modela. Le manjše število klasiﬁkacijskih odločitvenih dreves vključuje manj kot 40 spremenljivk, to so modeli za sitko, tiso, oreh, negnoj, pacipreso, hruško, lesniko in ostrolistni jesen. Podobno kot pri regresijskih odločitvenih drevesih tudi pri teh modelih na splošno velja, da manj spremenljivk v modelu pomeni večjo napako in s tem manjšo zanesljivost pri napovedi modela. Za modele, ki vključujejo manjše število spremenljivk, je značilno, da so to modeli za specialistične drevesne vrste, ki potrebujejo zelo specifične pogoje, da uspevajo na nekem območju.

## 2.2 *Potencialne spremembe v površini*

Po podatkih ZGS so drevesne vrste v letu 2001 rasle na površini od 38 do 11.099 km<sup>2</sup> (preglednica 2). Največjo površino v Sloveniji prasača bukev, smreka, gorski javor, graden, rdeči bor, beli gaber, jelka, veliki jesen, breza, idr. Na najmanjši površini rastejo negnoj, lesnika, hruška, sitka, močvirski hrast, oreh, tisa, rdeči hrast, idr.

Kar za 57 % drevesnih vrst modeli napovedujejo zmanjšanje potencialne površine, ki bi jo lahko poračale (slika 10, preglednica 2). Najslabša napoved (zmanjšanje površine za več kot 70 %) je za oreh, tiso, mali jesen, jelko, rdeči bor, gorski brest. Za slednje štiri drevesne vrste je napoved bolj verjetna, saj model za oreh in tiso ima veliko absolutno napako (preglednica 1). To pomeni, da bodo za te drevesne vrste verjetno nastopile podnebno neugodne razmere in lahko pričakujemo, da bodo morda nekatere izmed njih izginile iz slovenskih gozdov. Za okoli 22 % drevesnih vrst modeli napovedujejo približno isto zastopanost v gozdovih, kakor je bilo to do zdaj (razred -10 % do +10 %, slika 10). Med slednjimi je bukev, beli gaber, maklen, duglazija, mokovec, idr. (preglednica 2). Ne glede na scenarij in obdobje modeli napovedujejo, da se bo povprečno za 27 % drevesnih vrst potencialna površina povečala za več kot 10 % (slika 10). Modeli napovedujejo za nekatere drevesne vrste, da se bo njihova potencialna površina povečala za več kot 100 %, npr. puhasti hrast (598 %), močvirski hrast (233 %), robinija (144 %), črni bor (114 %), topoli (111 %). Za vse slednje drevesne vrste je značilno, da imajo rade toplejše podnebje. Bolj ugodne razmere (potencialna površina se poveča med 50 % in 100 %) bodo nastopile še za cer, lesniko, ostrolistni jesen in črni gaber. Glede na scenarij podnebnih sprememb bo scenarij MAX izgubil največ potencialne površine za poraslost z drevesi. Napovedi za kasnejša obdobja so slabša. Za vse scenarije in obe obdobji velja splošen trend upadanja potencialne površine za rast drevesnih vrst. V vseh scenarijih je več kot 50 % drevesnih vrst, katerim bo potencialna površina upadla.

Po scenariju MAX v obdobju 2071–2100 se bodo razmere spremenile za nekatere drevesne vrste toliko, da njihov potencialni obstoj v Sloveniji ne bo več mogoč. Med temi drevesnimi vrstami so gorski brest, lipa in lipovec, mali jesen, veliki jesen, trepetlika in rdeči bor. Tem drevesnim vrstam se zelo približajo še (potencialna površina se za omenjeni scenarij in obdobje zmanjša za več kot 90 %): jerebika, smreka, breza, češnja, jelka, oreh, ostrolistni javor, tisa in zeleni bor.



Slika 10: Potencialna sprememba površine po deležu drevesnih vrst in scenarijih podnebnih sprememb za dve izbrani obdobji (razredi so podani v deležu spremembe površine)

Preglednica 2: Napoved sprememb površin, ki jo poraščajc posamezne drevesne vrste, zaradi podnebnih sprememb za dve obdobji (2021–2050 in 2071–2100) ter za tri scenarije (MIN, AVG in MAX) (v deležu spremembe površine glede na stanje leta 2001)

Drevesna vrsta	Pov. (km <sup>2</sup> )	Obdobje 2021–2050				Obdobje 2071–2100				Povp.
		MIN	AVG	MAX	Povp.	MIN	AVG	MAX	Povp.	
oreh	230	-96	-95	-95	-96	-96	-96	-95	-96	-96
mali jesen	4637	-58	-65	-91	-71	-81	-98	-100	-93	-82
tisa	269	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92	-92
gorski brest	3577	-16	-60	-94	-56	-55	-99	-100	-85	-71
jelka	7557	-40	-63	-80	-61	-61	-91	-96	-83	-72
rdeči bor	8537	-28	-64	-84	-59	-59	-90	-100	-83	-71
veliki jesen	6659	-22	-44	-81	-49	-59	-88	-100	-82	-66
breza	6611	-24	-60	-86	-57	-56	-91	-98	-82	-69
jerebika	601	-29	-53	-73	-51	-46	-80	-99	-75	-63
lipa in lipovec	4902	-20	-45	-79	-48	-32	-90	-100	-74	-61
smreka	10954	-24	-24	-47	-32	-36	-67	-99	-67	-49
trepetlika	6040	27	-37	-83	-31	-14	-86	-100	-67	-49
vrbe	2174	-36	-34	-63	-44	-39	-69	-83	-64	-54
gorski javor	9991	-10	-49	-64	-41	-51	-56	-75	-61	-51
ostrolistni javor	1301	-19	-1	-61	-27	10	-79	-93	-54	-41
sitka	106	-79	-53	-45	-59	-56	-48	-45	-50	-54
macesen	6052	16	-9	-45	-13	-9	-57	-61	-42	-27
zeleni bor	1410	23	17	-76	-12	27	-60	-91	-41	-27
graden	8591	6	0	-21	-5	3	-32	-85	-38	-22
češnja	6121	31	23	-31	8	28	-44	-98	-38	-15
poljski brest	444	43	-34	-55	-15	4	-54	-55	-35	-25
dob	1431	-8	-20	-41	-23	-31	-16	-52	-33	-28
negnoj	38	-59	-14	-21	-31	-9	-36	-43	-30	-30
siva jelša	1203	-8	-7	4	-4	-33	-11	-2	-15	-9

maklen	3175	9	1	-23	-4	4	-8	-28	-11	-7
rdeči hrast	372	-17	-9	-13	-13	7	-11	-14	-6	-9
bukev	11099	-2	0	-1	-1	-2	-1	-2	-2	-1
đuglazija	831	88	-11	-55	7	77	-8	-62	2	5
beli gaber	8303	6	3	5	5	3	3	3	3	4
mokovec	4149	-17	12	29	8	-4	9	7	4	6
črna jelša	4475	47	20	-22	15	62	-16	-34	4	9
brek	1931	-16	34	10	10	-29	37	11	6	8
topokrpi javor	497	133	30	21	61	38	6	-23	7	34
kostanj	5502	34	15	1	17	29	9	9	16	16
hruška	79	-19	-11	15	-5	18	24	24	22	9
grmišča	1378	-61	-38	22	-26	-67	-17	279	65	20
črni gaber	6242	0	45	74	40	34	79	87	67	53
cer	3478	64	131	94	56	150	131	-29	84	90
lesnika	53	54	81	84	73	95	90	86	90	82
ostrolistni jesen	515	250	-19	-88	48	443	-74	-89	93	70
črni bor	2261	50	124	127	101	125	137	121	128	114
topoli	1852	25	113	144	94	103	142	141	129	111
robinja	2645	76	82	153	104	109	163	283	185	144
močvirski hrast	114	132	448	186	256	419	173	40	210	233
puhasti hrast	1108	323	540	666	510	560	786	712	686	598
Povprečno skupaj		14	16	-2	9	30	1	-10	7	8

### 2.3 *Potencialni preriki skrajnih mej in optimuma*

Izračunali smo ocene južne, severne, vzhodne in zahodne meje ter območje optimuma vsake drevesne za sedanje stanje in vsak podnebni scenarij in za dve obdobji. Iz razlik smo dobili potencialne premike skrajnih meja in območje optimuma posameznih drevesnih vrst. Rezultati teh obdelav so prikazani v štirih slikah (slika 11, 12, 13, 14) in štirih preglednicah (preglednica 3, 4, 5 in 6).

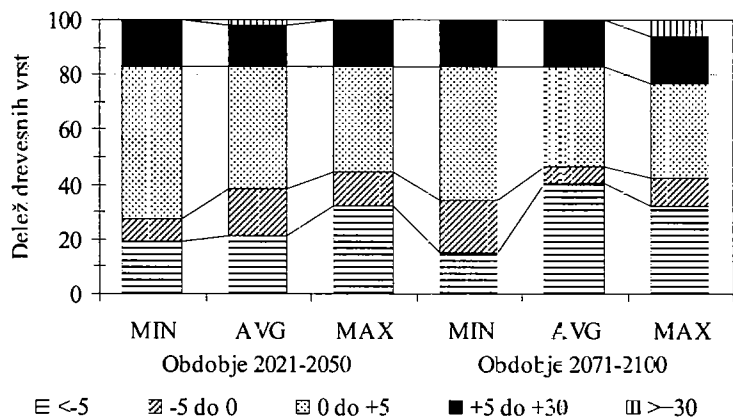
Splošna težnja premikov skrajnih mej arealov in optimumov drevesnih vrst je na sever in na zahod. Tako se bodo skrajne meje drevesnih vrst v povprečju premaknile na sever za 4 km (preglednica 3), na zahod za 10 km (preglednica 5), njihov optimum pa na sever za 13 km (preglednica 4), na zahod pa 3 km (preglednica 6).

Na jug si bo morda svoje skrajne meje razširila predvsem sitka, siva jelša, negnoj, gorski javor, brek (preglednica 3). Na sever si bo verjetno svoje skrajne meje premaknila predvsem tisa, mali jesen, puhasti hrast, gorski brest, hruška, cer, pacipresa, črni bor, lesnika. Modeli so ocenili, da se potencialne meje v smeri jug-sever nekaterim drevesnim vrstam ne bodo spremenile, to so npr. bukev, rdeči hrast, graden, črna jelša, dob. Čeprav je splošen trend potencialnih premikov drevesnih vrst na sever, se pri scenariju MAX v obdobju 2021–2050 in pri scenariju AVG v obdobju 2071–2100 skupni delež drevesnih vrst, katerih potencialne meje so bodo morebiti premaknile na jug, približa skoraj polovici (45 % in 47 % drevesnih vrst) (slika 11). To kaže na to, da nekaterim drevesnim vrstam ugaja toplejše podnebje, drugim pa hladnejše. Tiste, ki so toploljubne se bodo ob zmernih povišanjih povprečne temperature razširile na sever in obdržale svoje mestu na jugu, tiste, ki pa ne prenašajo visokih temperatur, pa bodo verjetno počasi izginjale na jugu in morda migrirale na sever. Potencialne meje se bodo pri določenih drevesnih vrstah morda na jug prestavile do 35 km na sever pa tudi do 50 km. Največjemu deležu drevesnih vrst se bodo potencialne meje premaknile  $\pm 5$  km v smeri jug-sever. Zanimiv je previs, ki se zgodi v obdobju 2071–2100

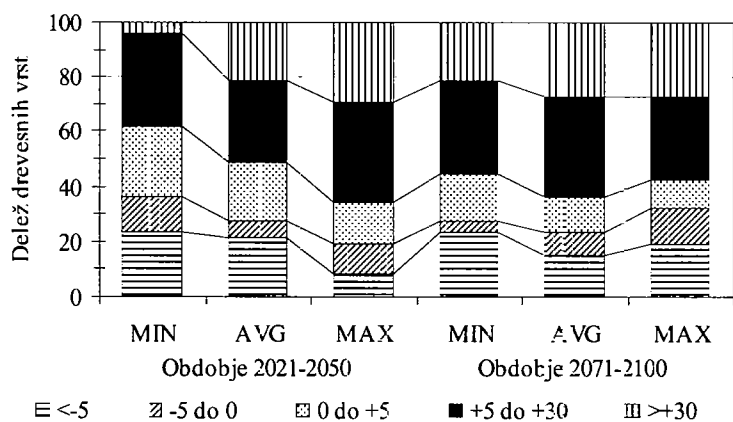


med scenarijema AVG in MAX, ko se delež drevesnih vrst, ki bo morda premaknil svoje potencialne meje areala na jug, zmanjša. To si lahko razlagamo tako, da po tem scenariju začnejo nastopati previsoke temperature tudi za toplotoljubne vrste.

Optimum drevesne vrste smo izračunali kot mediano, t.j. kot mesto, kjer se drevesna vrsta najpogosteje pojavlja. Predpostavljamo, da je takšen izračun samo grob približek ekološkega optima. Potencialna sprememba optima se bo verjetno v povprečju gibala med premikom na jug za 28 km in premikom na sever za 55 km (preglednica 4). Potencialni premik optima na jug lahko pričakujemo pri kistanju, sitki, duglaziji, dobu, sivi jelši. Potencialni premik optima na sever bo morda največji pri jerebiki, črnem boru, maklenu, hruški, brezi, črna jelši, češnji, topokrpam javoru. Po povprečnih modelnih napovedih lahko pričakujemo, da se pri tisi, rdečem boru, belem gaštru, bukvi in velikem jesenu potencialni optimum ne bo spremenil. V scenariju MAX v obdobju 2071–2100 se za gorski brest, lipo in lipovec ter mali jesen potencialni optimum prestavi na sever za toliko, da v Sloveniji ni več mogoče njihovo uspevanje. Najbolj verjeten je scenarij AVG. Po njem se bo v prvem obdobju 2021–2050 potencialni optimum povprečno premaknil na sever za 11 km, v kasnejšem obdobju 2071–2100 pa še za nekoliko več, t.j. za 19 km. Po modelnih napovedih bo splošen trend naraščanja deleža drevesnih vrst, katerih potencialni optimum se bo premaknil na sever, in upadanja deleža drevesnih vrst, katerih potencialni optimum se naj bi premaknil na jug (slika 12). Ta trend se nekoliko spremeni v scenariju MAX v obdobju 2071–2100, ko se delež drevesnih vrst, katerih potencialni optimum se naj bi premaknil na jug, nekoliko poveča. Do te spremembe pride zaradi tega, ker se pri nekaterih drevesnih vrstah, t.j. predvsem pri ostrolistnem javoru, grmiščih, gradnu, zelenem boru, sivi jelši in breku, nenadno spremeni njihov trend premika potencialnega optima na sever v obratno smer na jug. Na splošno pa velja, da od 63 % do 81 % drevesnih vrst teži k premiku svojega potencialnega optima na sever (slika 12). Največji delež drevesnih vrst, ki bodo verjetno premaknile svoj potencialni optimum na sever se nahaja v razredu 5–30 km. Le v scenariju MAX v drugem preučevanem obdobju se delež drevesnih vrst, ki bodo najbrž premaknile potencialni optimum na sever, v razredu več kot 30 km približa deležu drevesnih vrst v razredu 5–30 km.



Slika 11: Potencialni premik skrajnih meja areala v smeri jug-sever po deležu drevesnih vrst in scenarijih podnebnih sprememb za dve izbrani obdobji (razredi so podani v kilometrih, negativna vrednost pomeni premik na jug)



Slika 12: Potencialni premik optimuma v smeri jug-sever po deležu drevesnih vrst in scenarijih podnebnih sprememb za dve izbrani obdobji (razredi so podani v kilometrih, negativna vrednost pomeni premik na jug)

Preglednica 3: Povprečen premik skrajnih mej drevesnih vrst v Sloveniji na sever in na jug zaradi podnebnih sprememb (km)

Drevesna vrsta	Obdobje 2021–2050				Obdobje 2071–2100				Povp.
	MIN	AVG	MAX	Povp.	MIN	AVG	MAX	Povp.	
sitka	-83	-20	-34	-46	-20	-20	-33	-24	-35
siva jelša	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25
negnoj	-22	-10	-9	-14	-10	-9	-9	-9	-12
gorski javor	6	-17	-17	-9	5	-17	-16	-9	-9
brek	-12	-12	-8	-11	-5	-12	-6	-8	-9
jelka	-11	-5	-6	-7	-7	-9	-9	-8	-8
macesen	0	0	-4	-1	0	-19	-17	-12	-7
breza	-17	-17	-17	-17	-17	-16	51	6	-6
maklen	-10	-10	8	-4	-10	-10	9	-4	-4
topoli	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
smreka	1	-4	-7	-3	1	-3	3	0	-2
topokrpi javor	-3	-4	4	-1	-5	-4	4	-2	-1
ostrolistni jesen	-3	1	-1	-1	-3	1	-1	-1	-1
bukev	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rdeči hrast	1	1	0	1	1	1	-4	-1	0
graden	1	1	1	1	1	1	-4	-1	0
črna jelša	-1	0	1	0	-1	1	1	0	0
dob	-4	-4	8	0	-4	-2	8	1	0
zeleni bor	-2	0	-3	-2	2	-2	11	4	1
močvirski hrast	4	-3	2	1	-1	2	2	1	1
robinija	1	1	1	1	1	1	1	1	1
oreh	1	1	1	1	1	1	1	1	1
beli gaber	1	1	1	1	1	1	1	1	1
kostanj	1	2	1	1	1	1	2	1	1
ostrolistni javor	9	9	2	7	4	3	-12	-2	3
vrbe	0	-1	7	2	-1	7	7	4	3
črni gaber	-13	10	10	2	-5	10	10	5	4
lipa in lipovec	4	5	7	5	4	-1		2	4
poljski brest	4	4	4	4	4	4	4	4	4
trepetlika	1	0	-13	-4	4	-13	58	16	6
mokovec	7	7	7	7	7	7	7	7	7
duglazija	6	4	12	7	6	4	11	7	7
veliki jesen	2	2	-12	-3	8	-12	55	17	7
grmišča	4	12	7	8	10	9	4	8	8
rdeči bor	1	-10	-1	-3	-4	1	63	20	8
jerebika	1	3	28	11	2	74	-51	8	10
japonski macesen	10	10	10	10	10	10	10	10	10
češnja	0	0	2	1	0	7	51	19	10
lesnike	15	15	12	14	15	15	12	14	14
črni bor	8	22	22	17	22	22	22	22	20
pacipresa	40	16	16	24	16	16	16	16	20
cer	23	24	24	24	24	24	24	24	24
hruška	28	45	18	30	18	18	18	18	24
gorski brest	16	2	4	7	21	80		51	25
puhasti hrast	30	30	30	30	30	30	30	30	30
mali jesen	1	9	82	31	9	74		42	35
tisa	1	58	58	39	58	58	58	58	49
Povprečno skupaj	0	3	5	3	3	7	8	6	4

Legenda: negativne vrednosti pomenijo premik v smeri jug; pozitivne vrednosti pomenijo premik v smeri sever; če vrednosti ni, potem drevesna vrsta migrira iz Slovenije v tem scenariju in obdobju

Preglednica 4: Povprečen premik optimuma drevesnih vrst v Sloveniji na sever in na jug zaradi podnebnih sprememb (km)									
Drevesna vrsta	Obdobje 2021–2050				Obdobje 2071–2100				Povp.
	MIN	AVG	MAX	Povp.	MIN	AVG	MAX	Povp.	
kostanj	-25	-21	-32	-26	-25	-33	-32	-30	-28
sitka	-14	-24	-24	-21	-24	-24	-24	-24	-22
duglazija	-42	-32	6	-23	-16	-32	6	-14	-18
dob	-21	-26	-4	-17	-21	-28	-4	-18	-17
siva jelša	0	2	2	1	-57	2	-15	-23	-11
oreh	-7	-8	-8	-8	-7	-8	-8	-8	-8
grader	-22	0	14	-3	0	5	-36	-10	-7
topoli	-6	-7	-6	-6	-7	-7	-7	-7	-7
macesen	-6	-11	-2	-6	-10	-2	-3	-5	-6
ostrolistni jesen	0	0	14	5	-56	-6	14	-16	-6
močvirski hrast	-16	-32	20	-9	-32	30	11	3	-3
tisa	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
grmišča	0	32	1	11	7	-3	-43	-13	-1
rdeči bor	-3	1	-1	-1	1	-1	1	0	0
bukev	0	4	0	1	0	0	-2	-1	0
beli gaber	0	0	0	0	0	0	0	0	0
veliki jesen	-1	2	2	1	2	2	-1	1	1
poljski brest	4	4	4	4	4	4	4	4	4
smreka	12	-2	10	7	0	12	12	8	7
ostrolistni javor	-3	38	10	15	38	17	-50	2	8
jelka	11	11	11	11	11	14	3	9	10
brek	23	4	-2	8	33	4	-2	12	10
gorski javor	0	15	14	10	15	14	14	14	12
puhasti hrast	-4	-2	28	7	-2	28	30	19	13
trepetlika	1	19	18	13	18	14	15	16	14
pacipresa	-6	9	9	4	9	27	40	25	15
lesnika	16	16	16	16	16	16	16	16	16
rdeči hrast	22	22	3	16	22	22	3	16	16
gorski brest	12	-26	63	16	-27	56		15	16
vrbe	24	8	26	19	8	26	8	14	17
negno	-1	16	20	12	28	19	19	22	17
lipa in lipovec	20	10	31	20	10	31		21	20
zeleni bor	19	1	54	25	25	47	-19	18	21
japonski macesen	21	21	25	22	21	25	25	24	23
mokovec	25	25	25	25	25	25	25	25	25
črni gaber	2	30	30	21	30	29	28	29	25
robinija	14	29	20	21	29	17	52	33	27
mali jesen	11	21	40	24	31	33		32	27
cer	19	22	50	30	22	50	36	36	33
topokrpi javor	-8	-26	70	12	66	70	30	55	34
češnja	0	41	43	28	41	44	45	43	36
črna jelša	10	34	52	32	19	62	52	44	38
breza	43	42	42	42	42	42	36	40	41
hruška	80	80	80	80	4	11	11	9	44
makle	22	46	59	42	46	36	59	47	45
črni bor	0	39	39	26	39	91	92	74	50
jerebika	1	78	80	53	78	75	15	56	55
Povprečno skupaj	3	11	21	12	9	19	15	14	13

Legenda: negativne vrednosti pomenijo premik v smeri jug, pozitivne vrednosti pomenijo premik v smeri sever; če vrednosti ni, potem drevesna vrsta migrira iz Slovenije v tem scenariju in obdobju

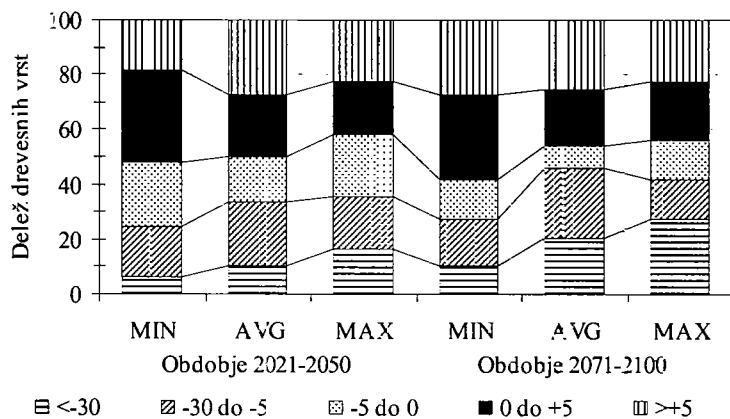
**Kakor pričakujemo spremembo v potencialnih skrajnih meja in optimuma v smeri jug-sever,**



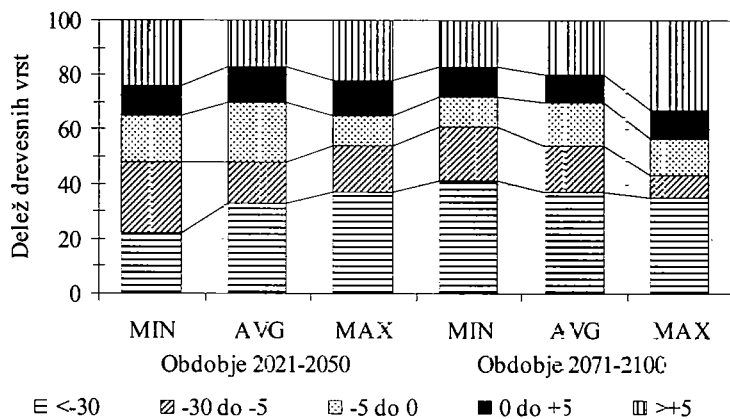
pričakujemo podobno spremembo v potencialnih skrajnih mejah in optimumu v smeri zahod-vzhod. Povprečni potencialni premiki v smeri zahod-vzhod se gibljejo med 93 km na zahod in 111 km na vzhod (preglednica 5). Drevesne vrste, ki bodo svoje potencialne skrajne meje premaknile na zahod za več kot 30 km so: tisa, breza, trepetlika, veliki jesen, mali jesen, gorski brest, topokrpi javor, gorski javor in žešnja; tiste, ki pa bodo svoje potencialne meje ob podnebnih spremembah povprečno premaknile za več kot 30 km na vzhod so: oreh, poljski brest, plemeniti listavci, pacipresa. Drevesne vrste, ki bodo povprečno svoji potencialni skrajni meji v smeri zahod-vzhod spremenile do  $\pm 2$  km, so: beli gaber, črna jelša, duglazija, japonski macesen, ostrolistni jesen, bukev, jerebika in cer. Med slednjimi se pojavlja spet bukev, ki se je že pri potencialnih premikih skrajnih meja in optimuma v smeri jug-sever (preglednica 3, preglednica 4) ter spremembi potencialne površine (preglednica 2) pokazala kot zelo "stabilna", t.j. ne kaže velikih sprememb ob nobenem scenariju podnebnih sprememb. V drugi skrajnosti pa se v premikih skrajnih meja drevesnih vrst v smeri zahod-vzhod spet pojavljajo mali jesen, gorski brest ter lipa in lipovec kot primeri, ki bodo iz Slovenije morda izginili (scenarij MAX, obdobje 2071–2100, (preglednica 5). Kot se je že pokazalo pri potencialnih premikih v smeri jug-sever (slika 11), je tudi pri potencialnih premikih v smeri zahod-vzhod delež drevesnih vrst, ki se bo premaknil na zahod skoraj enak deležu, ki se bo potencialno premaknil na vzhod (slika 13). Povprečno 52 % drevesnih vrst bo premaknilo svoje potencialne meje na zahod, od tega bo pri povprečno pri 34 % drevesnih vrstah potencialni premik večji kot 5 km. Potencialni premiki na vzhod bodo povprečno krajši, t.j. pri povprečno 25 % vrst bo premik velik do 5 km, za povprečno 22 % vrst pa bo od 5 do 30 km. Slika 13 prikazuje splošen trend naraščanja deleža drevesnih vrst z strogostjo scenarija in preučevanim obdobjem. Najstrožji scenarij MAX v obdobju 2071–2100 napoveduje, da se bo 27 % drevesnih vrst premaknilo svojo potencialno mejo areala za več kot 30 km na zahod, 15 % vrst je v razredu 5–30 km, 15 % v razredu do 5 km potencialnega premika na zahod; na vzhod pa se bodo po modelnih napovedih potencialne skrajne meje premaknile pri 44 % vrst za povprečno 8 km.

Pri potencialnih premikih optimuma v smeri zahod-vzhod se odraža težnja potencialnih premikov skrajnih meja arealov drevesnih vrst v smeri zahod, t.j. povprečno za 3 km, če upoštevamo vse scenarije in vse drevesne vrste. Drevesne vrste, katerim se bo povprečni potencialni optimum premaknil na zahod za več kot 50 km so: tisa, breza, rdeči bor, gorski javor, smreka, jelka, poljski brest in trepetlika (preglednica 6). Klasifikacijska odločitvena drevesa napovedujejo z določeno verjetnostjo, da se nekaterim drevesnim vrstam ne bo oz. se bo njihov potencialni optimum spremenil le malo, med takšnimi vrstami so beli gaber, negnoj, bukev, siva jelša, veliki jesen, kostanj. Med drevesnimi vrstami so tudi takšne vrste, katerim se bo potencialni optimum morda premaknil na vzhod. Med ekstremnimi primeri so naslednji, ki se jim bo potencialni optimum premaknil za več kot 100 km na vzhod: puhasti hrast, vrbe, ostali bori in oreh. Zaradi teh ekstremnih primerov se v scenariju MAX v drugem obravnavanem obdobju prevesi povprečen premik potencialnega optimuma na vzhod (preglednica 6). Drevesne vrste, katerim se bo potencialni optimum premaknil na vzhod za 30–100 km, so: mali jesen, jerebika, črni gaber, črni bor. Preko vseh treh scenarijev in obeh analiziranih obdobjih se od 56 % do 72 % drevesnim vrstam premakne potencialni optimum na zahod (slika 14). Največji delež drevesnih vrst se nahaja v razredu, v katerem se meje potencialnega optimuma premaknejo na zahod za več kot 30 km. Zanimiv je trend, ko se s strogostjo scenarija povečuje delež drevesnih vrst, katerih meje se bodo premaknile na zahod v prvem obravnavanem obdobju 2021–2050, v drugem obravnavanem obdobju 2071–2100 pa se ta trend obrne navzdol, začne se delež vrst zmanjševati (slika 14), vendar je kljub temu v scenariju MAX še več kot polovica vrst, katerih se bo morda potencialni

optimum premaknil na zahod. Če pa se bo drevesnim vrstam premaknil potencialni optimum na vzhod, se bo večini izmed teh premaknil za več kot 5 km.



Slika 13: Potencialni premik skrajnih meja areala v smeri zahod-vzhod po deležu drevesnih vrst in scenarijih podnebnih sprememb za dve izbrani obdobji (razredi so podani v kilometrih, negativna vrednost pomeni premik na zahod, pozitivna pa na vzhod)



Slika 14: Potencialni premik optimuma v smeri zahod-vzhod po deležu drevesnih vrst in scenarijih podnebnih sprememb za dve izbrani obdobji (razredi so podani v kilometrih, negativna vrednost pomeni premik na zahod, pozitivna pa na vzhod)

Preglednica 5: Povprečen premik: skrajnih med drevesnih vrst v S.oveniji v smeri zahod-vzhod zaradi podnebnih sprememb (km)

Drevesna vrsta	Obdobje 2021–2050				Obdobje 2071–2100				Povp.
	MIN	AVG	MAX	Povp	MIN	AVG	MAX	Povp.	
tisa	-93	-93	-93	-93	-93	-93	-93	-93	-93
breza	-64	-75	-83	-74	-75	-91	-142	-103	-88
trepetlika	-11	-36	-72	-40	-13	-74	-183	-90	-65
veliki jesen	-2	-36	-76	-38	-2	-75	-171	-83	-60
mali jesen	-50	-51	-43	-48	-55	-91		-74	-58
gorski brest	-2	-63	-65	-43	-29	-111		-70	-54
topokrpi javor	-55	-62	-18	-45	-63	-64	-17	-48	-47
gorski javor	-2	-54	-54	-37	-31	-54	-54	-46	-42
češnja	-4	-4	-3	-4	-4	-33	-130	-56	-30
brek	-45	-23	-14	-27	-53	-34	-7	-31	-29
rdeči bor	-16	-1	-1	-6	-3	-27	-117	-49	-28
sitka	-21	-34	-14	-23	-34	-34	-12	-27	-25
jelka	-24	-24	-23	-24	-24	-22	-22	-23	-23
lesnika	-30	-17	-3	-17	-30	-17	-3	-17	-17
ostrolistni javor	-4	-2	-26	-11	-2	-31	-31	-21	-16
lipa in lipovec	7	8	-25	-3	7	-71		-32	-15
negnoj	-2	-17	-17	-12	-17	-17	-17	-17	-15
topoli	-15	-14	-11	-13	-15	-14	-11	-13	-13
močvirski hrast	-12	-13	-13	-13	-12	-13	-13	-13	-13
rdeči hrast	-6	-14	-14	-11	-6	-14	-14	-11	-11
maklen	-14	-12	-11	-12	-13	-10	-7	-10	-11
kostanj	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
zeleni bor	-1	-12	-11	-8	-3	-10	-10	-8	-8
smreka	7	-17	-17	-9	7	-17	-5	-5	-7
robinija	-3	-10	-8	-7	-4	-8	-8	-7	-7
graden	-8	-7	0	-5	-8	-7	-6	-7	-6
dob	-8	-8	-2	-6	-9	-6	-2	-6	-6
beli gaber	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
črna jelša	-3	-1	-2	-2	-3	-1	-2	-2	-2
duglazija	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-5	-2	-2
japonski macesen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ostrolistni jesen	-1	-1	3	0	-2	-1	3	0	0
bukev	-3	2	2	0	-3	2	2	0	0
jerebika	-12	-23	-13	-16	-27	-35	120	19	2
cer	-1	3	4	2	0	4	4	3	2
hruška	3	4	3	3	3	3	3	3	3
vrbe	-2	-1	1	-1	-1	12	10	7	3
mokovec	5	5	5	5	5	5	5	5	5
siva jelša	6	5	5	5	5	5	5	5	5
macesen	8	8	6	7	8	6	6	7	7
črni bcr	-9	11	12	5	11	13	14	13	9
grmišča	7	10	14	10	8	10	14	11	11
puhasti hrast	22	22	22	22	22	22	22	22	22
črni gaber	7	31	31	23	24	31	31	29	26
pacipresa	36	29	28	31	29	28	28	28	30
plemeniti listavci	-6	6	33	11	-71	84	155	56	34
poljski brest	24	52	52	43	38	39	39	39	41
oreh	111	111	111	111	111	111	111	111	111
Povprečno skupaj	-6	-9	-9	-8	-9	-15	-12	-12	-10

Legenda: negativne vrednosti pomenijo premik v smeri zahod, pozitivne vrednosti pomenijo premik v smeri vzhod; če vrednosti ni, potem drevesna vrsta migrira iz Slovenije v tem scenariju in obdobju



Preglednica 6: Povprečen premik optimuma drevesnih vrst v Sloveniji v smeri zahod-vzhod zaradi podnebnih sprememb (km)

Drevesna vrsta	Obdobje 2021–2050				Obdobje 2071–2100				Povp.
	MIN	AVG	MAX	Povp.	MIN	AVG	MAX	Povp.	
tisa	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83	-83
breza	-31	-25	-99	-52	-89	-105	-112	-102	-77
rdeči bor	-22	-90	-76	-63	-90	-34	-110	-78	-70
gorski javor	-22	-86	-89	-66	-81	-28	-107	-72	-69
smreka	-27	-23	-89	-46	-20	-88	-100	-69	-58
jelka	-71	-69	-71	-70	-70	-69	18	-40	-55
poljski brest	-75	-37	-37	-50	-82	-37	-37	-52	-51
trepetlika	14	-36	-77	-33	-43	-76	-83	-67	-50
japonski macesen	-50	-50	-47	-49	-50	-48	-51	-50	-49
češnja	-14	-4	-54	-24	-30	-39	-118	-62	-43
hruška	-50	-44	-39	-44	-40	-39	-39	-39	-42
macesen	-13	2	-79	-30	2	-80	-78	-52	-41
ostrolistni jesen	-70	-45	6	-36	-134	-10	9	-45	-41
lesnika	2	-48	-48	-31	-48	-48	-48	-48	-40
gorski brest	-6	-36	-48	-30	-36	-75		-56	-40
brek	-84	-9	-8	-34	-93	-24	-9	-42	-38
duglazija	-77	-33	2	-36	-77	-37	2	-37	-37
grmišča	-48	-52	-27	-42	-41	-46	-9	-32	-37
sitka	0	-38	-38	-25	-38	-38	-38	-38	-32
zeleni bor	-30	-72	-10	-37	-76	-24	30	-23	-30
graden	-1	-1	-8	-3	-1	-5	-114	-40	-22
ostrolistni javor	11	73	-97	-4	71	-95	-85	-36	-20
lipa in lipovec	6	18	-43	-6	-52	-13		-33	-17
močvirski hrast	-14	-15	-23	-17	-15	-23	-3	-14	-16
mokovec	-20	-24	-30	-25	-25	36	-30	-6	-16
pacipresa	5	4	4	4	4	4	-86	-26	-11
dob	1	1	4	2	-89	1	14	-25	-11
cer	-1	-6	-6	-4	-6	-6	-1	-4	-4
robinija	-4	-5	1	-3	-6	-1	0	-2	-3
maklen	-15	0	0	-5	0	0	0	0	-3
topoli	0	-1	-5	-2	0	-5	-5	-3	-3
bukev	-2	-2	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-2
beli gaber	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
negnoj	15	-5	-5	2	-5	-5	-5	-5	-2
siva jelša	-2	-2	-2	-2	-2	0	1	0	-1
veliki jesen	13	-5	-20	-4	11	20	-20	4	0
kostanj	-2	-2	6	1	-10	6	6	1	1
črna jelša	-17	-20	23	-5	-18	-8	64	13	4
topokrpi javor	-25	20	20	5	-20	20	20	7	6
rdeči hrast	52	2	2	19	18	52	2	24	21
mali jesen	25	43	73	47	9	-1		4	30
jerebika	6	36	17	20	49	3	88	47	33
črni gaber	0	0	95	32	0	95	97	64	48
črni bor	-1	104	104	69	104	104	104	104	87
puhasti hrast	104	96	97	99	104	97	101	101	100
vrbe	60	103	118	94	132	128	135	132	113
Povprečno skupaj	-4	-2	-2	-3	-8	-1	1	-3	-3

Legenda: negativne vrednosti pomenijo premik v smeri zahod, pozitivne vrednosti pomenijo premik v smeri vzhod; če vrednosti ni, potem drevesna vrsta migrira iz Slovenije v tem scenariju in obdobju



### 3 *Javorov rak*

Javorov rak je bila na novo odkrita bolezen v Sloveniji. Zato je bilo smiselno razviti model, ki prikazuje oceno tveganja širitve bolezni. Za ta namen smo prilagodili model, ki je bil razvit za potrebe kartiranja tveganja ustalitve in širjenja fitoftorne sušice vejic (angl. sudden oak death) (Meentemeyer in sod., 2005). Model smo prilagodili lastnostim in razširjenosti glive *Eutypella parasitica*. Specifičen model za oceno tveganja širjenja *E. parasitica* še ni bil razvit.

V model smo vključili 3 spremenljivke, ki opisujejo prostorsko razširjenost javorov in podnebne razmere, to so indeks gostiteljev, temperatura in padavine.

#### 3.1 *Razvoj podatkovne zbirke*

##### 3.1.1 *Podatki o gostiteljih*

V model smo vključili 7 avtohtonih vrst javorov (preglednica 9). Podatke o razširjenosti javorov in njihovi lesni zalogi smo pridobili iz dveh virov. Najpomembnejši vir podatkov je bila podatkovna zbirka Gozdni fondi (2001), katero upravlja ZGS. Gozdni fondi vključujejo podatke o razširjenosti in lesni zalogi 4. javorov po gozdnih odsekih, t.j. za gorski javor, ostrolistni javor, topokrpi javor in maklen. Podatke o razširjenosti ne pa tudi o količini za preostale 3 vrste javorov, t.j. trokrpi javor, tatarski javor in opalni javor, smo dobili iz Gradiva za Atlas flore Slovenije (Jogan in sod., 2001), ki podaja razširjenost rastlinskih vrst v Sloveniji po srednjeevropski mreži kartiranja flore.

##### 3.1.2 *Temperatura in padavine*

Podnebni spremenljivki, ki jih vsebuje naš model, so mesečne povprečne temperature in padavine. Model, ki ocenjuje tveganje zaradi *Eutypella parasitica* za območje Evrope vključuje še relativno zračno vlažnost (Ogris in sod., 2006a), ki smo jo v modelu za območje Slovenije izpustili, ker raziskave dokazujejo njen majhen vpliv na sproščanje askospor, t.j. sama visoka relativna zračna vlažnost ni dovolj, da se bi zaradi nje začelo sproščanje askospor. Le pri zelo visoki relativni zračni vlažnosti je izsuševanje skorje počasnejše in zato nekoliko podaljšuje sproščanje trosov po dežju (Johnson in Kuntz, 1979). Podatke temperatur in padavin nam je posredoval ARSO. Podatki so v digitalni rastrski obliki z ločljivostjo 1 km.

#### 3.2 *Razvoj modela*

Razvili smo model na osnovi pravil, ki napovedujejo tveganje širjenja glive *Eutypella parasitica* v Sloveniji. Modeli tega tipa določijo pomen vhodnih spremenljivk z uporabo podatkov iz različnih raziskovanj in izvedenskih mnenj. V našem modelu smo priredili vsaki vhodni spremenljivki ponder in interval glede na stopnjo vpliva na nevarnost širjenja glive (preglednica 7 in preglednica 8). Enačba za zagor močela je preprosta vsota produktov vseh rangov spremenljivk z njihovim ponderjem, ki jo podelimo z vsoto ponderjev:

$$\bar{S} = \frac{\sum_i^n W_i R_{ij}}{\sum_i^n W_i} \quad \dots(3)$$

kjer so

- $\bar{S}$  ocena tveganja širjenja bolezni v celici,  
 $W_i$  ponder  $i$ -te spremenljivke,  
 $R_{ij}$  rang  $j$ -te vrednosti  $i$ -te spremenljivke, t.j. rang  $i$ -te spremenljivke odvisen od vrednosti spremenljivke v določeni celici.

Ponderji in rangi spremenljivk temeljijo na terenskih in laboratorijskih študijah simptomov bolezni na različnih gostiteljih. Posebno pozornost je namenjena razlikam med gostitelji, ki omogočajo širjenje glive, kot tudi različnim vplivom okoljskih dejavnikov na preživetje, reprodukcijo in prenos glive. V tem modelu je tveganje širjenja definirano kot potencial nekega območja za proizvodnjo trosov in nadaljnje širjenje bolezni na dodatne javorove osebkne in dodatna območja. Ta model se osredotoča na naravne načine širjenja bolezni in ne upošteva širjenja bolezni na daljše razdalje s pomočjo človeka, kot so npr. transport okuženih hlodov ali sadik.

Napovedi tveganja širjenja so bile izračunane za vseh 12 mesecev v letu. Povprečje vseh 12 mesečnih kart je dalo kumulativno karto nevarnosti širjenja v 4. razredih.

Preglednica 7: Ponderji ( $W$ ), ki smo jih priredili spremenljivkam v modelu nevarnosti širjenja *Eutypella parasitica*, ki so rangirani od 2 do 6, t.j. od najmanjšega do največjega pomena

Spremenljivka	Ponder
Indeks gostiteljev	6
Padavine	2
Temperatura	2

Preglednica 8: Intervali za spremenljivke in prirejeni rangi ( $R$ ) v modelu nevarnosti širjenja *Eutypella parasitica*, ki so rangirani od 0 do 5, t.j. od najmanj do najbolj ugodnih razmer za širjenja patogena

Rang	Indeks gostiteljev	Padavine (mm)	Temperatura (°C)
5	465–580	> 100	8–9
4	351–465	80–100	7–8; 9–10
3	235–350	60–80	6–7; 10–11
2	123–234	40–60	5–6; 11–12
1	4–119	20–40	4–5; 12–13
0	-	< 20	< 4; > 13

### 3.2.1 Rangiranje gostiteljev

Vse naravno prisotne javore, ki predstavljajo gostitelje za *Eutypella parasitica*, smo rangirali z rangi od 1 do 10 glede na njihov potencial, da se na njih razvije bolezen in njihov potencial za nadaljnjo širjenje bolezni (preglednica 9). Za širjenje bolezni in potencial okužbe z glivo je pomembno tudi to, kolikšen delež javorja je v sestoji. Zveza med količino javorov v sestoji in količino okuženih javorov ni linearna, kot je to ugotovil French (1969). Glede na njegove izsledke smo količino javora (delež lesne zaloge javorja v odseku) rangirali 1–6 (preglednica 10).

Pri širjenju bolezni je pomembno med drugim tudi to, koliko so posamezne populacije

javorov med sabo oddaljene in koliko so velike. To merijo različne mere povezanosti. Moilanen in Nieminen (2002) sta naredila raziskavo in ovrednotila različne mere povezanosti. Najbolj preprosta mera povezanosti je metoda najbližjega soseda vendar spada med slabše mere. V rangiranje gostiteljev smo vključili indeks povezanosti po Hanski-ju (1999), ki vključuje velikosti vseh možnih populacij gostiteljev in njihove prostorsko razporeditev ter spada med boljše mere povezanosti. Indeks povezanosti je definiran kot:

$$S_i = \sum_{j \neq i} \exp(-\alpha d_{ij}) A_j \quad \dots(4)$$

kjer so

$d_{ij}$	evklidska razdalja med populacijo $i$ in $j$ [hm]
$1/\alpha$	povprečna migracijska razdalja [hm]
$A_j$	površina populacije $j$ [ha]

Povprečna migracijska razdalja je bila določena na 900 m na osnovi stopnje kopičenja okužb v naravi (7 meritev na Rožniku v Ljubljani). Za razdalje med populacijami smo uporabili razdalje med centriodi odsekov. Pri tem smo domnevali, da so javorji enakomerno porazdeljeni po vsej površini odseka in da so meje populacij določene z mejami odsekov. Pri ocenjevanju indeksa povezanosti v kilometrski mreži med vsemi prisotnimi odseki v celici smo uporabili geometrično sredino, ker se indeks porazdeljuje po J-porazdelitvi. Indeks povezanosti smo razdelili v 5 enako širokih razredov, katerim smo priredili range 1–5, ki smo jih uporabili v nadaljnjih izračunih.

Izračunali smo indeks gostiteljev, ki je vsota produktov med rangi občutljivosti gostiteljev za bolezen, rangi količine javorov v določeni celici in rangi indeksa povezanosti (slika 15). Interval indeksa gostiteljev 4–580 je razdeljen v 5 enako širokih razredov, katerim so bili prirejeni rangi 1–5 (preglednica 8), t.j. od najmanjše do največjega potenciala za širjenje bolezni. Indeks gostiteljev je najvplivnejša spremenljivka v modelu, saj ji smo priredili najvišji ponder 6 (preglednica 7).

Rangiranje javorov po občutljivosti za javorov rak in potenciala za širjenja glive smo izvedli glede na vedenje o njihovi občutljivosti na *E. parasitica*, frekvenci pojavljanja po vrstah javorov, velikosti naravnega areala vrst in prostorski zveznosti pojavljanja javorov v Sloveniji. Gorskemu javorju smo priredili najvišji rang, ker je bila večina javorovih rakov najdena na tej vrsti javora (Jurc in sod., 2005), med vsemi javorji ga je v lesni zalogi največ, razširjen je skoraj po celi Sloveniji in razširjenost je zvezna. Maklenu smo priredili rang 8, ker je drugi najbolj pogost gostitelj glive *E. parasitica* v Sloveniji, t.j. okoli 10 % vseh najdenih javorovih rakov v Sloveniji se nahaja na maklenu (Ogris in sod., 2005), domnevno je delež še večji, če primerjamo razmerje med številom pregledanih gorskih javorov in maklenov (43 : 1). Ostrolistnemu javorju smo priredili rang 5, ker je tretji najbolj pogost javor v Sloveniji, njegova razširjenost je na velikem področju Slovenije in je dokaj zvezna, kot gostitelj je že bil zabeležen v Sloveniji in sicer samo en primerek in je že znan gostitelj iz Severne Amerike, kjer je dokaj pogost na tej vrsti javora in sicer navadno se pojavlja na javorih izven gozda (Sinclair in sod., 1989). Vse ostale vrste javorov še niso bile ugotovljene kot gostitelji *E. parasitica* kot tudi še niso bili eksperimentalno preverjeni, če so občutljivi na bolezen, zato smo jim priredili manjši rang, t.j. rang 1–3 glede na njihovo pogostost in razširjenost v Sloveniji, ter njihovega prekrivanja razširjenosti z gorskim, ostrolistnim in



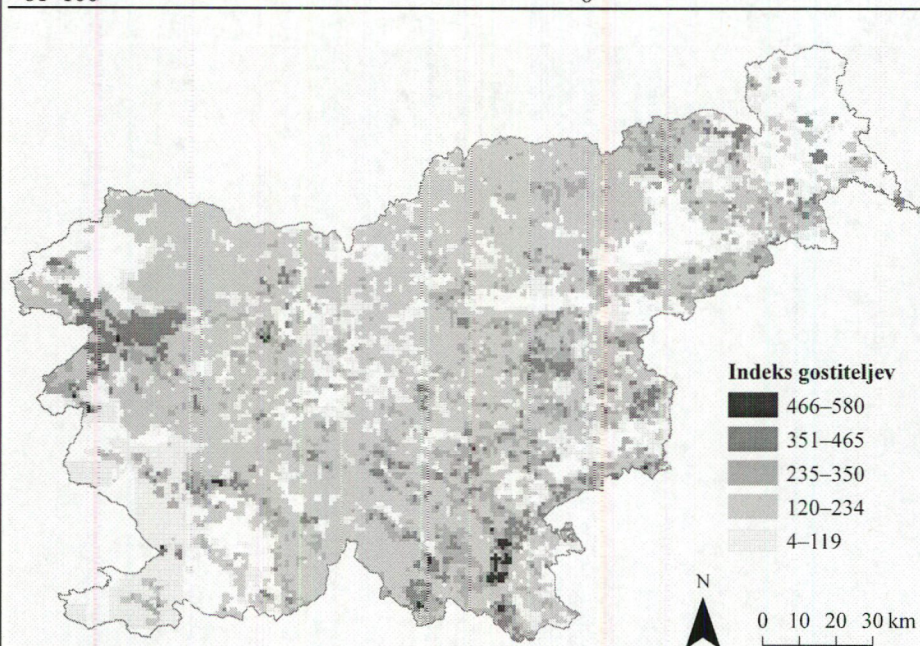
poljskim javorom.

Preglednica 9: Rangiranje gostiteljev z rangi od 1 do 10, t.j. od najmanjše do največje občutljivosti gostiteljev in potenciala za širjenje glive *Eutypella parasitica* v Sloveniji

Rang gostitelja	Latinsko ime	Slovensko ime
10	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	gorski javor, beli javor
8	<i>A. campestre</i> L.	maklen, poljski javor
5	<i>A. platanoides</i> L.	ostrolistni javor
3	<i>A. monspessulanum</i> L.	trokrpi javor
3	<i>A. obtusatum</i> W. et K. ex. Willd.	topokrpi javor
1	<i>A. tataricum</i> L.	tatarski javor
1	<i>A. opalus</i> Mill.	opalni javor

Preglednica 10: Rangiranje deleža javorov v lesni zalogi z rangi od 6 do 1

Delež javorov v lesni zalogi	Rang
0–20	4
21–40	2
41–60	1
61–80	2
81–100	6



Slika 15: Indeks gostiteljev, vrednosti 4–580 so linearno razporejene v 5 razredov

### 3.2.2 Rangiranje temperature in padavin

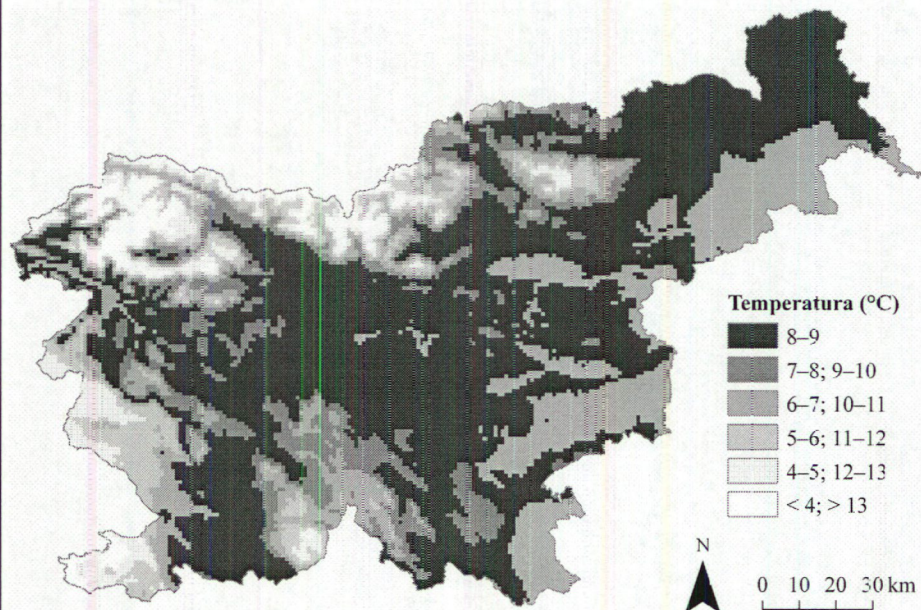
Sproščanje trosov glive *E. parasitica* je največje pri temperaturi med 24 in 28 °C (Johnson in Kunz, 1979; Lachance, 1971). Laboratorijski preskusi so pokazali, da ni sproščanja trosov pri temperaturi pod 4 °C in nad 36 °C. Intervali temperatur in pripadajoči rangi so bili uravnani glede na naravno razširjenost javorovega raka v Severni Ameriki (Ogris in sod., 2006a). Interval temperature najvišjega ranga 5, se je pri tem postopku zelo znižal na 8–9 °C. Temperature izven tega intervala so bile linearno prirejene nižjim rangom (preglednica 8, slika 16). To morda nakazuje na to, da lahko okužba nastane že pri temperaturi samo nekaj višje nad 4 °C in ni zelo pomembno koliko višje. To domnevo bi morali preskusiti.



Spremenljivki temperatura smo priredili ponder 2 (preglednica 7).

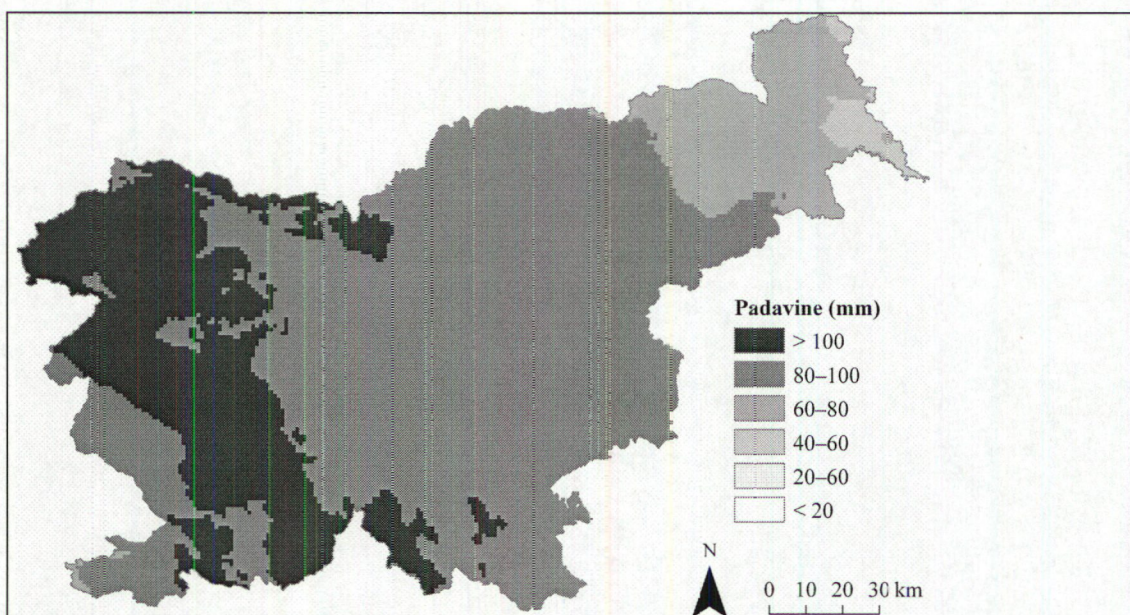
Da bi zreli periteciji sproščali askospore, morajo biti mokri. Najmanj 3 mm dežja mora prodreti skozi krošnje dreves, da se začne sproščanje trosov (Johnson in Kuntz, 1979; Lacharce, 1971). Izmetavanje trosov se začne 2 uri za tem, ko je začel padati dež. Če je v mesecu padlo več kot 100 mm dežja, smo tej celici priredili najvišji rang 5. Pri nižjih količinah dežja, t.j. po intervalih 20 mm, smo postopoma znižali rang (preglednica 8, slika 17). Spremenljivki padavine smo priredili ponder 2 (preglednica 7).

Izdelali smo karto podnebne primernosti za širjenje javorovega raka, ki prikazuje združen vpliv temperature in padavin (slika 18). Karta prikazuje povprečje 12. mesecev na osnovi ponderjev in rangov obeh podnebnih spremenljivk.

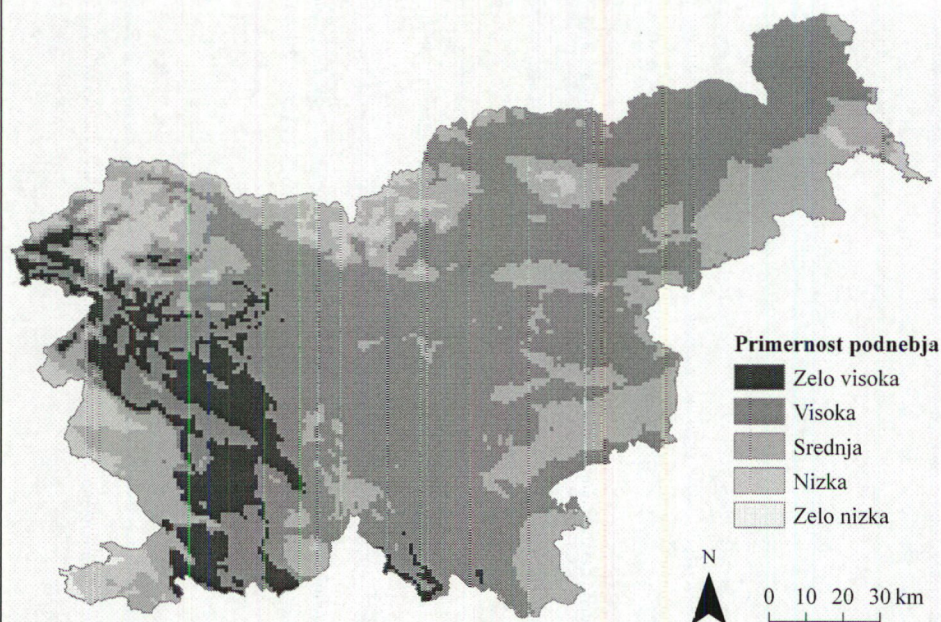


Slika 16: Primernost temperature za *Eutypella parasitica* v Sloveniji





Slika 17: Padavine v 5. razredih glede na primernost za širjenje *Eutypella parasitica*



Slika 18: Podnebna primernost za širjenje *Eutypella parasitica* glede na ponderje in range vseh vključenih podnebnih spremenljivk

### 3.3 Preverjanje veljavnosti modela

Veljavnost modela smo preverjali glede na to, kako se že najdeni javori z javorovim rakom porazdeljujejo po različnih rangih upoštevanih spremenljivk v modelu (preglednica 8) in po rangih rezultat modela, t.j. oceni tveganja širjenja bolezni (preglednica 11).

Rangiranje gostiteljev je bilo komaj zadostno, kajti večina zabeleženih javorovih rakov se nahaja v celicah na javorih, t.j. gostiteljih, ki so bile rangirane z 2. Samo 7 okuženih javorov se nahaja v celicah, ki so bile rangirane s 3, t.j. s srednjo oceno nevarnosti širjenja bolezni



glede na gostitelja. Nekaj (6) javorovih rakov se nahaja v celicah, ki so bile ocenjene kot zelo slabo primerne za širjenje bolezní glede na prisotnost gostiteljev.

Podnebnima spremenljivkama temperatura in padavine smo zelo dobro določili interval vrednosti in rang. To prikazuje preglednica 11, kjer vidimo, da se pri temperaturi večino zabeleženih javorovih rakov nahaja v rangi 5, pri padavinah se skoraj vsi javorovi raki nahajajo v rangi 4.

Končna ocena veljavnosti modela je dobra, saj se večino (77 od 86) zabeleženih javorovih rakov nahaja v celicah, ki so bile ocenjene z rangom tveganja 3. Zato lahko ocenjujemo napovedi modela kot srednje verjetne.

Preglednica 11: Število najdenih javorov z javorovim rakom po različnih rangih spremenljivk modela in oceni tveganja širjenja bolezní

Rang	Gostitelj	Temperatura	Padavine	$\bar{S}$
5	-	32	2	-
4	-	3	97	-
3	7	14	-	77
2	73	-	-	9
1	6	-	-	-

Opomba: Ocena veljavnosti modela je bila narejena na dan 27. 7. 2006, ko je bilo v Sloveniji zabeleženih 99 javorovih rakov. Fri gostiteljih je skupna vsota 86 rakov iz razloga, ker se nekaj javorovih rakov nahaja v celicah, kjer ni gozda, npr. mesto Ljubljana.

### 3.4 Ocena tveganja zaradi podnebnih sprememb

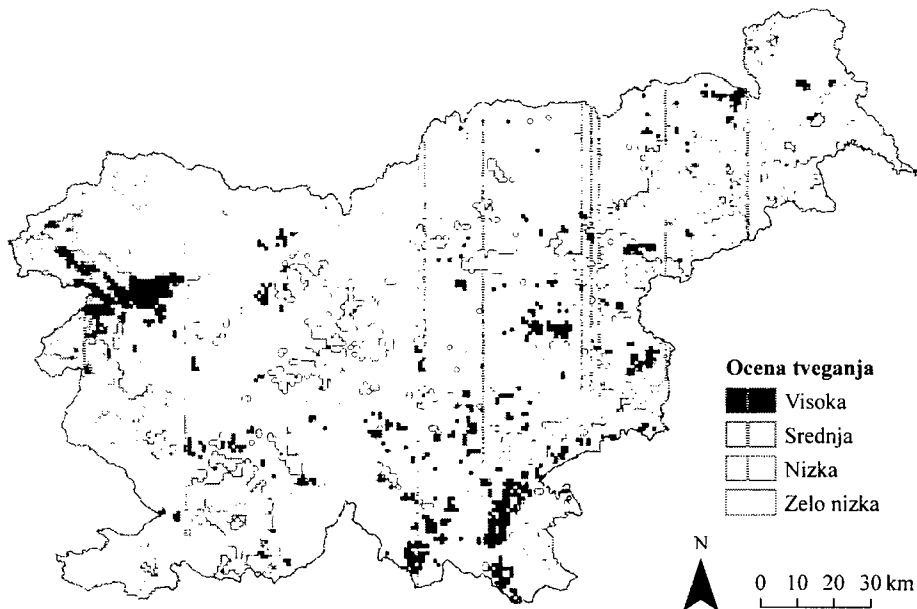
Podnebne spremembe pomenijo dvig temperature zraka, kar za sabo potegne povišano evapotranspiracijo in četudi se količina padavin ne bo bistveno spremenila, to pomeni sušni stres za rastline. Zaradi drugačnih podnebnih razmer v prihodnosti se bo predvidoma gliva *Eutypella parasitica* obnašala drugače. Ocenili smo tveganje zaradi *Eutypella parasitica* ob predvidenih podnebnih spremembah. Oceno tveganja smo naredili za dva obdobja, t.j. za obdobje 2021–2050 in 2071–2100, ter za tri scenarije podnebnih sprememb, t.j. MIN, AVG in MAX.

Model ocene tveganja za javorov rak zaradi podnebnih sprememb je skoraj popolnoma enak modelu, ki se nanaša na sedanost, s to razliko, da so drugi vhodni podatki. Pri izračunu indeksa gostiteljev smo upoštevali verjetno razširjenost in premik javorov ob treh različnih scenarijih podnebnih sprememb in za dve omenjeni obdobji. Upoštevali smo verjetno razširjenost gorskega javora, ostrolistnega javora, topokrpega javora in maklena. Nismo pa vključili verjetno razširjenost trokrpega javora, tatarskega javora in opalnega javora, kajti za te nismo izdelali verjetnostnih kart premikov razširjenosti iz razloga, ker jih ZGS ne spremlja v svojih podatkovnih zbirkah. V indeksu gostiteljev smo upoštevali tudi indeks povezanosti, izpustili pa smo rangiranje po lesni zalogi, ker ima napoved lesnih zalog veliko absolutno napako (preglednica 1). Od podnebnih spremenljivk smo upoštevali napoved za temperaturo in za padavine. Podnebne spremenljivke smo rangirali na isti način kot smo to storili pri izdelavi ocene tveganja za sedanost.

## 4 Rezultati - JAVOROV RAK

### 4.1 Ocena tveganja za sedanje razmere

Model podaja oceno tveganja zaradi *Eutypella parasitica*, ki povzroča javorov rak. Model je prostorski in spada v razred modelov, ki rešujejo problem z uporabo indeksov. Model vključuje tri spremenljivke, t.j. gostitelje, temperaturo in padavine. Ocena tveganja je bila izračunana za vseh 12 mesecev, povprečje podaja kumulativno oceno tveganja (slika 19). Uporabili smo okvir GGO za prikaz površin po različnih stopnjah tveganja (preglednica 12).



Slika 19: Ocena tveganja zaradi *Eutypella parasitica* v Sloveniji

Za širjenje *Eutypella parasitica* nastopajo v Sloveniji najbolj ugodni podnebni pogoji od aprila do vključno novembra.

8 % površine gozdov v Sloveniji ima visoko tveganje, da zboli z javorovim rakom. Večja območja z visokim tveganjem se nahajajo v GGO Tolmin in Novo mesto (preglednica 12). Manjša območja z visokim tveganjem se nahajajo v GGO Kočevje, Celje, Murska Sobota, idr. Območja z visokim tveganjem se v splošnem nahajajo na manjših površinah, t.j. povprečno ok. 5 km<sup>2</sup> (preglednica 13). Največje območje (191 km<sup>2</sup>) z visokim tveganjem se nahaja v GGO Tolmin. Območja visokega tveganja zaradi *Eutypella parasitica* se nahajajo na tistih predelih, kjer je se visok indeks gostiteljev ujema z ugodnimi podnebnimi razmerami. V teh območjih so načeloma zelo ugodni in ugodni podnebni pogoji za širjenje bolezni in imajo visok indeks gostiteljev, kar pomeni, da se tam nahaja več vrst javorov, lesna zaloga je ugodna in razdalja med njimi ni prevelika.

Srednje tveganje zaradi javorovega raka je ocenjeno na 43 % površine gozdov. Območja s srednjim tveganjem se nahajajo v GGO Ljubljana, Celje, Brežice, Kočevje in Novo mesto (preglednica 12). Prva tri GGO, t.j. Ljubljana, Celje in Brežice so območja, kjer so bili



zabeleženi vsi javorovi raki.. Vrstni red se sklada tudi s številom najdenih rakov po posameznih območjih. Srednje tveganje pokriva največja območja (preglednica 13), t.j. povprečno 25 km<sup>2</sup>. Največje območje srednjega tveganja je locirano vzhodno od Ljubljane do meje s Hrvaško in se raztegne do juga in severa Slovenije. Drugo največje območje srednjega tveganja se nahaja zahodno od Ljubljane in sega do Tolmina ter zaseže manjši pas kot zahodna površina. Srednje tvegana območja imajo zelo visoko in visoko ugodne temperaturne razmere, padavin je na splošno prav zadosti in indeks gostiteljev je zadosten. Ta območja imajo veliko gorskega javorja in maklena.

Model ocenjuje 44 % površin gozdov, da je tveganje nizko zaradi javorovega raka. GGO Bled, Slovenj Gradec, Nazarje, Murska sobota, Maribor, Postojna in Kranj imajo več kot polovico površine GGO nizko oceno tveganja (preglednica 12). Območja z nizko oceno tveganja so povprečno velika 14 km<sup>2</sup> (preglednica 13). Največje območje nizkega tveganja je v severni Sloveniji, t.j. območje Julijskih Alp, Karavank in Savinjskih Alp, ki pokrivajo skupaj 1980 km<sup>2</sup>. Večja območja nizkega tveganja so še med Ljubljano, Postojno in Kočevjem, Pohorje in območje ob Dravi. Območja nizkega tveganja pokrivajo prostor med in tik ob območjih s srednjim tveganjem. Območja z nizkim tveganjem imajo manj ugodne temperaturne razmere, padavin je zadosti za širjenje glive in indeks gostiteljev je zadosten.

Zelo nizko tveganje zaradi javorovega raka je ocenjeno 4 % gozdov. Območja nizkega tveganja se nahajajo v GGO Sežana in Murska sobota (preglednica 12). Ta območja so povprečno velika okoli 7 km<sup>2</sup> (preglednica 13) in se nahajajo na robovih območij, ki so bila ocenjena z nizkim tveganjem. Zelo nizko tveganje imajo tista območja, ki imajo neprimerne ali komaj zadostne podnebne razmere in nizek indeks gostiteljev. Območja zelo nizkega tveganja so na Krasu, Alpah in od Ptujskega polja do Murskega polja.

Preglednica 12: Površine po vseh stopnjah tveganja zaradi *Eutypella parasitica* v vseh GGO v Sloveniji (v km<sup>2</sup> in deležu površine GGO)

GGO	Površina (km <sup>2</sup> )	Visoko tveganje		Srednje tveganje		Nizko tveganje		Zelo nizko tveganje	
		km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Tolmin	1929	395	20	909	47	556	29	69	4
Bled	1231	1	0	139	11	1024	83	67	5
Kranj	836	33	4	340	41	430	51	33	4
Ljubljana	1382	14	1	967	70	393	28	8	1
Postojna	972	49	5	412	42	512	53	0	0
Kočevje	981	108	11	578	59	296	30	0	0
Novo mesto	1503	321	21	756	50	426	28	0	0
Brežice	789	58	7	498	63	233	30	0	0
Celje	718	62	9	456	64	195	27	3	0
Nazarje	480	1	0	141	29	317	66	22	5
Slovenj Gradec	628	2	0	139	22	469	75	17	3
Maribor	881	20	2	341	39	507	58	13	1
Murska sobota	401	34	8	57	14	261	65	49	12
Sežana	1020	14	1	236	23	443	43	327	32
Skupaj	13751*	1111		5969		6064		607	
Delež (%)		8		43		44		4	

\*Opomba: Površina gozdov v Sloveniji je okoli 12022 km<sup>2</sup>. V preglednici pride do odstopanja od te površine iz razloga, ker je celotna močela velika 1 km<sup>2</sup>.

Preglednica 13: Statistika površin po vseh stopnjah tveganja zaradi *Eutypella parasitica*

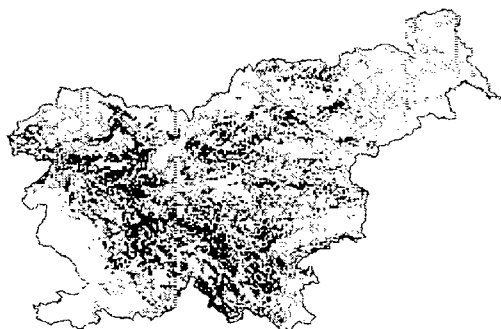
Ocena tveganja	Površina (km <sup>2</sup> )			
	Minimum	Maksimum	Povprečje	Standardni odklon
Visoka	1	191	4,7	15,3
Srednja	1	4213	25,0	254,8
Nizka	1	1980	14,0	100,9
Zelo nizka	1	172	6,7	21,9

#### 4.2 Ocena tveganja zaradi podnebnih sprememb

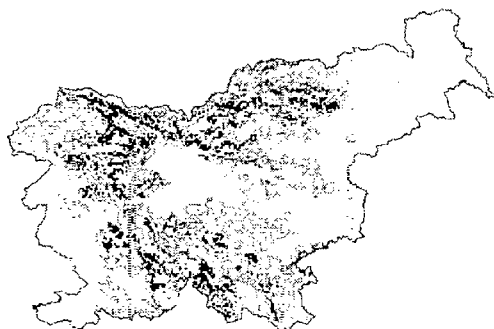
Oceno tveganja za javorov rak v Sloveniji zaradi podnebnih sprememb prikazujemo na šestih kartah s štirimi razredi tveganja (slika 20). S kart je razvidno, da bo javorov rak verjetno vedno manj pomembna bolezen. Razlogov za to je več. Največji vpliv na oceno tveganja ima spremenljivka indeks gostiteljev. Podnebne spremembe posledično vplivajo na gozd in na drevesne vrste v njem tako, da s tem ko se spremenijo ekološke razmere se spremenijo tudi življenjski pogoji, ki nekje postanejo neugodni nekje pa ugodnejši za posamezno drevesno vrsto. To ima za posledico, da se bodo drevesne vrste verjetno premaknile, t.j. migrirale na nova področja, kjer jih do sedaj ni bilo. V primeru javorov je temu tako, da se bo verjetno njihov delež v gozdovih z leti zmanjševal ne glede na scenarij podnebnih sprememb (preglednica 2). Po scenariju AVG v obdobju 2021–2050 se naj bi delež javorov skupaj zmanjšal za 5 %, po scenariju AVG konec 21. stoletja pa se naj bi površina, ki jo poraščajo javori, povprečno zmanjšala že za 34 %, po scenariju MAX pa celo za 55 %. Najbolj se bo verjetno zmanjševal delež ostrolistnega javora in gorskega javora. Delež maklena se bo verjetno na začetku še povečeval potem pa bo njegov delež v gozdovih začel upadati. Zanimiv je pojav topokrpega javora, katerega delež se bo skoraj po vseh scenarijih v naslednjem stoletju na začetku povečal, proti koncu stoletja bo pa verjetno njegov delež začel upadati, ampak še vedno ga bo več kot ga je sedaj. Areal javorov se bo verjetno premaknil precej proti severu in severozahodu. Podnebne razmere za širitev in ustalitev bolezni se bodo po eni strani morda izboljšale, po drugi strani pa poslabšale. Temperature se bodo predvidoma povečale (slika 1), kar bo verjetno na širjenje bolezni ob trenutni kalibraciji temperaturne spremenljivke vplivalo negativno. Napoved za količino padavin je precej negotova. Ne ve se, ali se bo količina padavin na splošno povečala ali pa bo upadla (slika 2). Po scenariju MIN bo količina padavin načeloma upadla, po scenariju AVG bo količina padavin ostala približno ista, po scenariju MAX pa bo količina padavin narasla in s tem bodo tudi ugodnejše razmere za širjenje javorovega raka.

Za primerjavo s sedanostjo smo izračunali spremembo ocene tveganja, t.j. spremembo deleža površine po posameznih GGO (preglednica 14). Če vzamemo scenarij AVG, ki predstavlja eno od bolj verjetnih poti podnebnih sprememb, in obdobje 2021–2050, se bo tveganje najbolj povečalo v GGO Murska sobota (133 %), Maribor (48 %), Slovenj Gradec (28 %), in Celje (25 %). Tveganje pa se bo najbolj zmanjšalo v GGO Sežana (-70 %), Novo mesto (-35 %), Tolmin (-27 %), Brežice (-22 %), Bled (-22 %) in ostalih GGO. Podobna napoved je za MIN in MAX scenarij, z edino večjo razliko, da bo pri MAX scenariju v GGO Murska sobota delež površine z javorovim rakom upadel. V obdobju 2071–2100 pride do več sprememb. Pri scenariju AVG se bo najbrž delež javorovega raka povečal le v dveh GGO, t.j. Slovenj Gradec (15 %) in Celje (7 %), pri vseh ostalih GGO se bo pa delež površine verjetno zmanjšal: GGO Murska sobota (-88 %), Sežana (-69 %), Bled (-41 %), Kranj (-41 %) in ostalih območjih. Scenarij MIN napoveduje podobne spremembe v oceni tveganja kot scenarij AVG v obdobju 2021–2050. Po scenariju MAX v obdobju 2071–2100

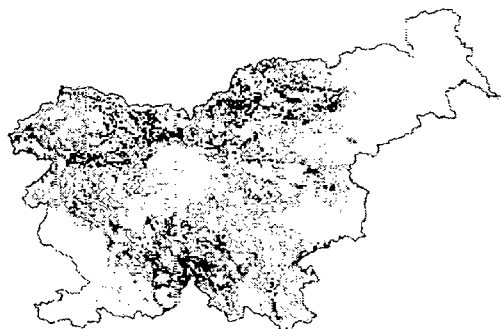
se bo verjetno delež bolezni zmanjšal v vseh območjih, najbolj v GGO Kočevje (-84 %), Murska sobota (-81 %) in Postojna (-79 %).



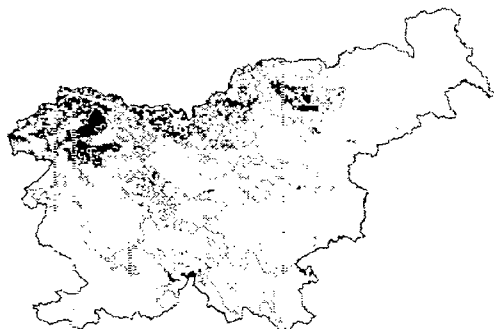
Ocena tveganja za obdobje 2021-2050, MIN



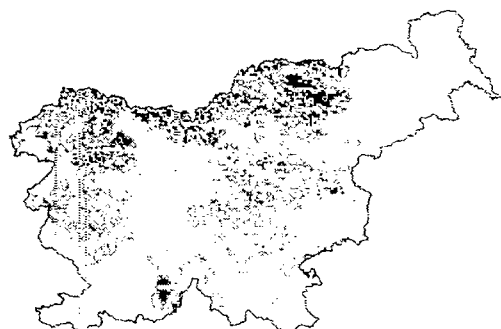
Ocena tveganja za obdobje 2071-2100, MIN



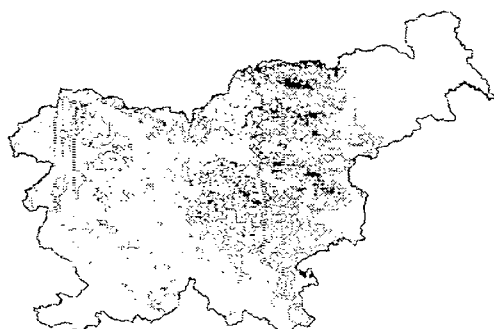
Ocena tveganja za obdobje 2021-2050, AVG



Ocena tveganja za obdobje 2071-2100, AVG



Ocena tveganja za obdobje 2021-2050, MAX



Ocena tveganja za obdobje 2071-2100, MAX

**Legenda**

Ocena tveganja

■ visoka

■ srednja

□ nizka

□ zelo nizka



0 25 50 75 100 km

Slika 20: Ocene tveganja zaradi *Eutypella parasitica* v Sloveniji za tri različne scenarije podnebnih sprememb (MIN, AVG in MAX) ter za dve obdobji 2021-2050 in 2071-2100

Preglednica 14: Sprememba ocen tveganja zaradi *Eutypella parasitica* v vseh GGO v Sloveniji za tri scenarije podnebnih sprememb (MIN, AVG in MAX) ter za dve obdobji 2021–2050 in 2071–2100 (v razliki deleža površine GGO glede na napoved za sedanjost, glej preglednica 12)

Scenarij	GGO	Napoved za obdobje 2021–2050					Napoved za obdobje 2071–2100				
		5*	4*	3*	2*	1*	5*	4*	3*	2*	1*
MIN	Tolmin	3	-5	-3	-19	-4	1	-15	-28	-4	-2
	Bled	3	7	37	-64	-5	5	16	23	-64	-5
	Kranj	9	26	21	-42	-4	5	25	3	-35	-4
	Ljubljana	17	50	17	-19	-1	2	12	-34	17	0
	Postojna	8	28	17	-51	0	3	16	21	-48	0
	Kočevje	18	28	-1	-29	0	5	4	-11	-4	0
	Novo mesto	6	10	-29	1	0	1	-16	-33	13	6
	Brežice	2	24	-34	35	0	0	-5	-56	11	29
	Celje	6	31	1	28	0	1	-2	-46	31	15
	Nazarje	5	30	52	-52	-5	4	27	15	-43	-5
	Slovenj Gradec	2	14	83	-71	-3	4	35	39	-49	-3
	Maribor	4	19	12	54	0	3	7	-18	-6	71
	Murska sobota	0	-8	-7	158	-1	0	-8	-14	-29	200
Sežana	0	1	-15	-13	-31	0	0	-13	-23	-29	
AVG	Tolmin	1	-10	-2	-11	-4	0	-12	-14	-9	-4
	Bled	1	11	47	-75	-5	0	32	8	-76	-5
	Kranj	2	20	12	-41	-4	0	11	-23	-27	-2
	Ljubljana	1	6	-25	20	-1	0	0	-52	25	12
	Postojna	0	8	24	-43	0	0	-5	-16	-10	0
	Kočevje	0	6	8	-21	0	0	-11	-30	41	0
	Novo mesto	0	-18	-32	15	0	0	-21	-45	-5	34
	Brežice	0	-3	-47	27	0	0	-7	-56	14	20
	Celje	2	2	-28	48	0	0	-9	-46	28	34
	Nazarje	4	23	28	-52	-5	0	6	15	-28	0
	Slovenj Gradec	5	36	60	-71	-3	0	7	44	-40	4
	Maribor	1	10	-11	28	20	0	-2	-18	-23	9
	Murska sobota	0	-8	-14	72	33	0	-8	-14	-63	-3
Sežana	0	-1	-21	-17	-31	0	-1	-23	-14	-31	
MAX	Tolmin	0	-15	-12	21	-4	0	-20	-34	33	-4
	Bled	1	11	36	-77	-5	0	0	6	-53	-5
	Kranj	1	8	-8	-30	-4	0	-4	-31	-29	-4
	Ljubljana	0	3	-61	24	-1	0	2	-59	11	-1
	Postojna	0	-3	-21	-43	0	0	-5	-42	-33	0
	Kočevje	0	-11	-58	-7	0	0	-11	-59	-14	0
	Novo mesto	0	-21	-46	19	3	0	-21	-47	19	0
	Brežice	0	-2	-58	27	13	0	-2	-51	32	1
	Celje	0	0	-49	50	4	0	1	-47	43	0
	Nazarje	0	12	-1	-32	-5	0	8	-13	-38	-5
	Slovenj Gradec	1	29	32	-55	-3	0	5	5	-40	-3
	Maribor	0	14	-19	-37	48	0	-1	-24	9	12
	Murska sobota	0	-8	-14	-65	32	0	-8	-14	-65	6
Sežana	0	-1	-21	-15	-32	0	-1	-23	-9	-32	

\*Legenda za oceno tveganja: 5 = zelo visoka, 4 = visoka, 3 = srednja, 2 = nizka, 1 = zelo nizka

Za lažjo predstavbo o pomembnosti javorovega raka v prihodnosti smo izdelali povzetek, ki prikazuje deleže površin z javorovim rakom po stopnjah tveganja (preglednica 15). Iz preglednice je razviden splošen trend upadanja deleža površin z javorovim rakom. Ne glede na scenarij podnebnih sprememb in preučevano obdobje je večji delež površin razporejen v



srednjo in nižji stopnji ocen tveganja in le manjši delež površin je ocenjeno kot zelo visoko tvegano in visoko tvegano. Pri scenariju MIN v obdobju 2021–2050 se naj bi javorov rak pojavljal na 114 % površin, kar je 15 % več kot bi bilo mogoče v sedanjih razmerah. To je možno zato, ker se v tem scenariju zelo poveča delež topokrpega javora (preglednica 2). V kasnejšem obdobju in scenariju AVG in MAX model napoveduje zmanjševanje deleža površin z javorovim rakom. Tako je v obdobju 2071–2100 po scenariju MAX le še dobra polovica (54 % oz. -45 % manj kot sedaj) površine ocenjena predvsem z nizkim tveganjem zaradi javorovega raka.

Če se omejimo na zelo visoko in visoko tveganje, ugotovimo, da s časom in rangom scenarija upada in se premika proti severu. Prav iz tega razloga so v skupnem seštevku (ne glede na obdobje in scenarij) ocenjeni z višjim tveganjem kraji, ki so severneje, t.j. GGO Slovenj Gradec, Nazarje, Maribor, Kranj, Celje in Bled. V to skupino se vključijo v scenariju MIN še GGO Ljubljana, Kočevje in Postojna.

Preglednica 15: Povzetek sprememb ocen tveganja zaradi *Eutypella parasitica* v Sloveniji za tri scenarije podnebnih sprememb (MIN, AVG in MAX) ter za dve obdobji 2021–2050 in 2071–2100 (% površine)

Scenarij	Ocena tveganja za obdobje 2021–2050					Skupaj	Ocena tveganja za obdobje 2071–2100					Skupaj
	5*	4*	3*	2*	1*		5*	4*	3*	2*	1*	
MIN	6	25	50	31	0	114	2	12	29	31	14	89
AVG	1	11	41	34	4	91	0	6	21	34	10	70
MAX	0	6	20	34	6	67	0	2	10	41	1	54

Razlika glede na napoved za sedanost (preglednica 12)												
MIN	6	17	7	-13	-4	15	2	4	-14	-13	10	-10
AVG	1	3	-2	-10	0	-8	0	-2	-22	-10	6	-29
MAX	0	-2	-23	-10	2	-32	0	-6	-33	-3	-3	-45

\*Legenda za oceno tveganja: 5 = zelo visoka, 4 = visoka, 3 = srednja, 2 = nizka, 1 = zelo nizka

Statistika površin (preglednica 16) prikazuje največje in povprečne velikosti površin po stopnjah tveganja. V preglednici lahko opazimo splošen trend upadanja največje površine, ki je sklenjena in ocenjena z določenim tveganjem. V tem se posredno odraža drobljenje areala javorov, kar zavira širjenje glive *Eutypella parasitica*. Če primerjamo povprečne velikosti površin ocenjene z določenim tveganjem v sedanosti (preglednica 13) in v napovedih za prihodnost (preglednica 16), lahko ugotovimo, da se je v modelu za sedanost povprečna velikost sklenjene površine gibala med 5 in 25 km<sup>2</sup>, v napovedi za prihodnjih 100 let pa še samo med 1 in 14 km<sup>2</sup>. Največja sklenjena površina je velika 1479 km<sup>2</sup> (scenarij MIN, zelo visoko tveganje, obdobje 2021–2050) in se razteza med Šentvidom pri Stični, Ljubljano, Kamnikom, Logarsko Dolino, Dravogradom, Slovenj Gradcem, Šoštanjem in Zagorjem ob Savi. Drugo največje sklenjeno območje (scenarij AVG, nizko tveganje, obdobje 2071–2100) je veliko 1220 km<sup>2</sup> in se začne na zahodu pri Senožčah, se razteza na sever do Ljubljane, na jugovzhod preko Suhe Krajine in Kočevskega Roga in vključuje del Bele Krajine, gre na jugu do Goteniške Gore in se vrne proti severu in zajame del Blok. Na podoben način lahko uporabimo skupaj obe preglednici (preglednica 15 in preglednica 16) in dobimo iz njiju koristne informacije, t.j. zveemo več o površini določenega scenarija in stopnji tveganja – zveemo kako je razporejena, kolikšna je njena maksimalna velikost, povprečna velikost in standardni odklon od povprečne vrednosti. Skupaj s kartami ocen tveganja (slika 20) lahko vidimo, kje se te površine nahajajo.



Preglednica 16: Statistika površin po 5. stopnjah tveganja zaradi *Eutypella parasitica* v Sloveniji za tri scenarije podnebnih sprememb (MIN, AVG in MAX) ter za dve obdobji 2021–2050 in 2071–2100

Scenarij	Ocena tveganja	Površina (km <sup>2</sup> )							
		Obdobje 2021–2050				Obdobje 2071–2100			
		Min.	Maks.	Povp.	Stand. odklon	Min.	Maks.	Povp.	Stand. odklon
MIN	Zelo visoka	1	82	2,3	5,1	1	18	1,8	1,9
	Visoka	1	137	4,1	8,9	1	41	3,2	5,1
	Srednja	1	1479	10,4	76,1	1	402	7,1	27,6
	Nizka	1	842	7,9	46,6	1	195	4,9	13,1
	Zelo nizka	1	28	4,1	7,1	1	776	7,5	52,9
AVG	Zelo visoka	1	4	1,3	0,6	1	1	1,0	0,0
	Visoka	1	69	3,0	6,1	1	266	5,0	24,1
	Srednja	1	839	12,9	62,3	1	560	7,4	38,2
	Nizka	1	768	6,2	35,0	1	1220	5,6	43,7
	Zelo nizka	1	273	14,2	44,7	1	221	6,0	20,0
MAX	Zelo visoka	1	3	1,3	0,7	0	0	0	0
	Visoka	1	67	2,6	4,7	1	26	2,4	3,4
	Srednja	1	654	8,8	42,4	1	207	5,4	15,5
	Nizka	1	691	5,4	26,7	1	791	6,1	31,5
	Zelo nizka	1	201	4,6	16,9	1	19	2,0	2,6

### 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-je) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvo, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vočnih 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?

Ustvarjene ali pridobljene so računalniške zbirke podatkov o lastnostih okolja na nivoju države Slovenije, ki so pripravljene za uporabo in na voljo zainteresiranim raziskovalcem v okviru Gozdarskega inštituta Slovenije in raziskovalne skupine. Pridobljeni so rezultati in objavljene so raziskane ugotovitve o vplivu klimatskih sprememb na gozdove in narejeni so prvi scenariji dogodkov ob predvidenih spremembah v prihodnosti. Uporabniki teh rezultatov bo gozdarska stroka, ki mora zaradi predvidenih klimatskih sprememb prilagoditi strokovne temelje načrtovanja, gojenja in varstva gozdov, morda pa tudi organiziranost in verjetno tehnologije dela v gozdu. Glavna dognanja projekta še niso publicirana, so pa pripravljena in večinoma bodo objavljena v zborniku Gozdarskih študijskih dni 2007.

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

Ozaveščanje gozdarske stroke in splošne javnosti o možnih spremembah v gozdovih zaradi predvidenih klimatskih sprememb, dokazi za nujno spremembo načina življenja zaradi negativnih učinkov neracionalne rabe energije, ki je osnovni povzročitelj klimatskih sprememb. Prilagajanje gozdarstva na vseh področjih in nivojih predvidenim spremembam podnebja.

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?

COST Akcija E52 (2006-2010): "Evaluation of Beech Genetic Resources for Sustainable Forestry"

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

Diplomska dela na študiju gozdarstva UNI in VSS: 8 uspešno zagovarjanih diplomskih del (mentorica prof. dr. M. Jurc – glej prilogo Bibliografija)  
Doktorantka VILHAR, Urša. Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda v Kočevskem Rogu : doktorska disertacija = Water balance of dinaric silver fir-beech forest in Kočevski Rog : doctoral dissertation. Ljubljana: [Gozdarski inštitut Slovenije], 2006. XLV, 196 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd\\_vilhar\\_ursa.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd_vilhar_ursa.pdf). [COBISS.SI-ID 1646502]



#### 4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

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

Aktivno sodelovanje dr. G. Božiča (nacionalni koordinator, član delovne skupine in podpredsednik Upravnega odbora projekta) v okviru COST Akciji E52 s partnerji iz 23 držav. [http://www.bfafh.de/inst2/cost\\_e52/index.htm](http://www.bfafh.de/inst2/cost_e52/index.htm)

DS V. Aktivno sodelovanje z

Dept Forest Mycology and Pathology, Swedish University of Agricultural Sciences, SE-750 07 Uppsala, Sweden (prof. Jan Stenlid),

Forestry and Agricultural Biotechnology Institute, University of Pretoria, Pretoria 0002, South Africa (dr. Bernard Slippers)

School of Biological Sciences, University of Aberdeen, Aberdeen AB24 2TZ, UK (prof. Spephan Woodward)

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

DS IV. Gozdni genski viri: Pridobivanje ter izmenjava znanja, razvijanje metodologij in ovrednotenje podatkov meritev rasti in razvoja sadik v mednarodnih provenienčnih poskusih z bukvi za raziskave, ki bodo prispevale k celovitejšemu poznavanju prilagoditveno pomembnih genetskih znakov bukve, opredelitvi in varstvu gozdnih genskih virov, oceni vpliva klimatskih sprememb na gozdne ekosisteme in preverjanju ustreznosti obstoječih modelov za izdelavo napovedi o možni razširjenosti bukve v Evropi pod določenimi klimatskimi scenariji

DS V. Varstvo in gojenje gozdov: Na osnovi aktivnosti in kontaktov tega projekta smo bili povabljeni v: SIXTH FRAMEWORK PROGRAMME, PRIORITY 8.1: 'Policy-oriented research – Scientific support to policies' – SSP. COORDINATION ACTION: FORTHREATS

Project full title: European network on emerging diseases and invasive species threats to European Forest Ecosystems. Contract no.: 044436 (projekt sprejet).

Povabljeni smo tudi v predlagani projekt:

European Science Foundation – Programme Ref. No. 1764. Title: From Nursery to Forest: The Increasing Threat to Trees and Forest Ecosystems from the Genus Phytophthora. Acronym PHYTOFORTHREAT. (vodja projekta: Stephen Woodward, School of Biological Sciences, University of Aberdeen, AB24 3UU Aberdeen Scotland)

#### 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.*

V prilogah so **krepko** označena dela, ki nastala v okviru tega 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:**

--

---

<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 predstavitvah projekta in njegovih rezultatih vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

**DUŠAN JURC [07948]**

**Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006**

---

**ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI**

**1.01 Izvirni znanstveni članek**

1. JURC, Dušan, TURCHETTI, T. Cryphonectria parasitica : diagnostics. *Bull. OEPP*, August 2005, vol. 35, iss. 2, str. 295-298. [COBISS.SI-ID [1634982](#)]

2. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, JURC, Maja. Javorov rak (Eutypella parasitica: Ascomycota: Fungi) na gorskem javorju in maklenu : značilnosti in razlike = Eutypella canker (Eutypella parasitica: Ascomycota: Fungi) on sycamore maple and field maple : characteristics and differences. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 10, str. 411-418, ilustr. [COBISS.SI-ID [1587622](#)]

**1.02 Pregledni znanstveni članek**

3. JURC, Dušan, JURC, Maja. Storževa listonožka (*Leptoglossus occidentalis*, Hemiptera: Coreidae) se hitro širi po Sloveniji = Leaf footed conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis*, Hemiptera: Coreidae) is quickly spreading across Slovenia. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 2, str. 59-67, ilustr. [COBISS.SI-ID [1487782](#)]

4. JURC, Dušan. Navadna smreka - *Picea abies* (L.) Karsten : bolezni debla, vej in lesa : *Heterobasidion parviporum*, *Heterobasidion annosum*, *Stereum sanguinolentum*, *Fomitopsis pinicola*, *Gloeophyllum odoratum* = Norway spruce - *Picea abies* (L.) Karsten : diseases of trunk, branches and wood : *Heterobasidion parviporum*, *Heterobasidion annosum*, *Stereum sanguinolentum*, *Fomitopsis pinicola*, *Gloeophyllum odoratum*. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 3, [str. 141-156], ilustr. [COBISS.SI-ID [1676198](#)]

**1.03 Kratki znanstveni prispevek**

5. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. First reported outbreak of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on Turkey oak in Slovenia. *New disease reports*, February 2005 - July 2005, vol. 11, [2 str.], ilustr. [COBISS.SI-ID [1510822](#)]
6. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka. First report of *Botryosphaeria dothidea* causing bark dieback of European hop hornbeam in Slovenia. *New disease reports*, February 2005 - July 2005, vol. 11, [3 str.], ilustr. [COBISS.SI-ID [1514662](#)]
7. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, SLIPPERS, J., STENLID, J. First report of *Eutypella* canker of *Acer pseudoplatanus* in Europe. *New disease reports*, August 2005 - January 2006, vol. 12, [2 str.], ilustr. <http://www.bspp.org.uk/ndr/jan2005/2005-99.asp>. [COBISS.SI-ID [1596070](#)]
8. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka. First reported *Botryosphaeria dothidea* causing bark dieback of European hop hornbeam in Slovenia. *Plant Pathol.*, 2006, vol. 55, no. 2, str. 299. [COBISS.SI-ID [1657510](#)]
9. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. First reported outbreak of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on Turkey oak in Slovenia. *Plant Pathol.*, 2006, vol. 55, no. 2, str. 299. [COBISS.SI-ID [1657254](#)]
10. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. First report of *Eutypella* canker of *Acer pseudoplatanus* in Europe. *Plant Pathol.*, 2006, vol. 55, iss. 4, str. 577. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01426.x>. [COBISS.SI-ID [1711270](#)]

### 1.05 Poljudni članek

11. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej. Priložnost za razvoj mikologije pri nas : podatkovna zbirka o glivah Slovenije. *Delo (Ljubl.)*, 2.12.2004, letn. 46, št. 281, str. 19, ilustr. [COBISS.SI-ID [1344934](#)]

### 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

12. GREBENC, Tine, PILTAVER, Andrej, JURC, Dušan, HOČEVAR, Milan, KRAIGHER, Hojka. The importance of coarse woody debris for conservation of fungi : comparative results from virgin forest reserves and managed forests in Slovenia. V: SALERNI, Elena (ur.), PERINI, Claudia (ur.). *I fungi del monte amiata : atti del III convegno nazionale di studi micologici*. Piancastagnaio: Università degli Studi di Siena, 2005, str. 22-27. [COBISS.SI-ID [1486758](#)]
13. JURC, Dušan. Mesto Poročevalske, diagnostične in prognostične službe za gozdove v sistemu varstva rastlin Slovenije = Status of reporting, diagnostic and prognostic service for forests in the Slovenian plant protection system. V: HLAČNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical



Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 167-180, ilustr.  
[COBISS.SI-ID [1681318](#)]

14. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, JURC, Maja. Podatkovna zbirka gliv Slovenije *Boletus informaticus* in njen pomen za ocenjevanje biotske pestrosti gozdnih ekosistemov = The database of fungi in Slovenia *Boletus informaticus* and its significance for assessing biodiversity of forest ecosystems. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 303-316, ilustr.  
[COBISS.SI-ID [1684134](#)]

## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

15. UREK, Gregor, ŠIRCA, Saša, JURC, Maja, JURC, Dušan. Environmental conditions which could influence the establishment and spread of pine wood nematode in Slovenia. V: *European Society of Nematologists XXVII International Symposium : Rome, 14-18 June 2004 : programme and abstracts*. Rome: European Society of Nematologists, 2004, str. 62. [COBISS.SI-ID [1739880](#)]

16. JURC, Dušan. Šumarski rasadnici u Sloveiji i zdravstveno stanje sadnica. *Glas. biljn. zašt.*, 2004, god. 4, br. 1, str. 33. [COBISS.SI-ID [1405886](#)]

17. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. Introduction to Eutypella canker of maple : presented at EPPO conference on Phytophthora ramorum and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/21\\_ogris&jurc/Ogris&Jurc1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/21_ogris&jurc/Ogris&Jurc1.HTM). [COBISS.SI-ID [1646758](#)]

18. JURC, Dušan, JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JAKŠA, Jošt, JURC, Maja. Is an attempt to eradicate Eutypella canker of maple in Europe feasible? : presented at EPPO conference on Phytophthora ramorum and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/23\\_jurc/Jurc1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/23_jurc/Jurc1.HTM). [COBISS.SI-ID [1647014](#)]

19. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, JURC, Maja. Spread risk of Eutypella cancer of maple in Europe : presented at EPPO conference on Phytophthora ramorum and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/22\\_ogris/Ogris1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/22_ogris/Ogris1.HTM). [COBISS.SI-ID [1647270](#)]

20. AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, GREBENC, Tine, JURC, Dušan, KRAIGHER, Hojka. Roots and types of ectomycorrhizae as indicators of change in forest ecosystems. V: *Forests in the balance : linking tradition and technology : XXII IUFRO World congress, 8-13 August 2005, Brisbane, Australia*, (The International

forestry review). Brisbane: Commonwealth forestry association, 2005, str. 243. [COBISS.SI-ID [1553830](#)]

21. GREBENC, Tine, BLASCHKE, H., JURC, Dušan, KRAIGHER, Hojka. Types of ectomycorrhizae on beech trees fumigated with ozone. V: *Forests in the balance : linking tradition and technology : XXII IUFRO World congress, 8-13 August 2005, Brisbane, Australia*, (The International forestry review). Brisbane: Commonwealth forestry association, 2005, str. 246. [COBISS.SI-ID [1554086](#)]

22. PIŠKUR, Barbara, POHLEVEN, Franc, JURC, Dušan, KALAN, Polona, ROBEK, Robert, KRAIGHER, Hojka. Mycoremediation of contaminated and sterile sites. V: *Rhizosphere management in soils contaminated with organic and inorganic pollutants : COST action 631, Understanding and Modelling Plant-Soil Interactions in the Rhizosphere Environment (UMPIRE) : Kraków-Tomaszowice, Poland, 12-14 May, 2005*. [Kraków: European Union, Ministry of Scientific Research and Information Technology: Institute of botany of the Jagiellonian University], 2005, str. 43. [COBISS.SI-ID [1509798](#)]

23. PIŠKUR, Barbara, ROBEK, Robert, JURC, Dušan, POHLEVEN, Franc, KRAIGHER, Hojka. Mycoremediation - fungal strain selection and the preparation of experimental fields. V: TLUSTOŠ, Pavel (ur.). *From understanding and modeling to application : managing the nature potentials of the rhizosphere for designing rhizosphere technologies : final meeting of COST Action 631, 20/21-23 April 2006*. Prague: Czech University of Agriculture, 2006, str. 49. [COBISS.SI-ID [1685414](#)]

24. PIŠKUR, Barbara, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka, JURC, Dušan. Molecular detection and identification of *Eutypella parasitica*, the causal agent of *Eutypella* canker of maples = Molekularna detekcija in identifikacija glive *Eutypella parasitica*, povzročiteljice javorjevega raka. V: FILIPIČ, Metka (ur.), ZAJC, Irena (ur.). 4th Congress of Slovenian Genetic Society and 2nd Meeting of the Slovenian Society of Human Genetics with International Participation = IV. Kongres Slovenskega genetskega društva in II. srečanje Slovenskega društva za humano genetiko, z mednarodno udeležbo, September 28th-October 1st, 2006, Biološko središče, Ljubljana. *Genetika 2006 : Book of Abstracts*. Ljubljana: Slovensko genetsko društvo, 2006, str. 170. [COBISS.SI-ID [1744038](#)]

25. PIŠKUR, Barbara, POHLEVEN, Franc, JURC, Dušan, ROBEK, Robert, KRAIGHER, Hojka, SINJUR, Iztok. Mycoremediation with contemporary use of plants for revitalising contaminated and sterile site. V: DOLENC KOCE, Jasna (ur.), VODNIK, Dominik (ur.), DERMASTIA, Marina (ur.). 4. slovenski simpozij o rastlinski biologiji z mednarodno udeležbo, Ljubljana, 12.-15. september 2006 = 4th Slovenian Symposium on Plant Biology with International Participation, Ljubljana, September 12-15, 2006. *Knjiga povzetkov*. Ljubljana: Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije = The Slovenian Society of Plant Physiology, 2006, str. 150-151. [COBISS.SI-ID [1438857](#)]

## 1.20 Predgovor, spremna beseda

26. JURC, Dušan, JURC, Maja, JAKŠA, Jošt. Zdravje gozda : uvodnik. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 1, str. 2. [COBISS.SI-ID [1551878](#)]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.01 Znanstvena monografija

27. OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej, JURC, Dušan. *Boletus informaticus 1.1.015*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, cop. 2004. 1 el. optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID [1667238](#)]

28. JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, OGRIS, Nikica. *Glive Slovenije : vrste in razširjenost = Fungi of Slovenia : species and distribution*, (Studia forestalia Slovenica, 124). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica, 2005. VI, 497 str., ilustr. ISBN 961-6425-24-2. [COBISS.SI-ID [223652096](#)]

29. OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej, JURC, Dušan. *Boletus informaticus 1.2.000*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, cop. 2006. 1 el. optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID [1667494](#)]

### 2.06 Priročnik, slovar, leksikon, atlas, zemljevid

30. JURC, Dušan, JURC, Maja. *Priročnik za ugotavljanje povzročiteljev poškodb : delovna različica*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 30 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1708454](#)]

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

31. KRAIGHER, Hojka, LEVANIČ, Tom, SMOLEJ, Igor, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, RUPEL, Matej, GREBENC, Tine. *Final report of the NAT-MAN project = WP 7 = physical and chemical properties of decaying beech wood in selected forest reserves in Denmark, Hungary, Slovenia and the Netherlands*. [Ljubljana: Slovenian Forestry Institut, 2004]. [17 str.], ilustr. [COBISS.SI-ID [1314470](#)]

32. EMBORG, Jens, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej, MLINŠEK, Dušan, ROŽENBERGAR, Dušan, ŠALAMUN, Željko, KOLAR, Gaj, VITEZ, Tadeja, PETRIČ, Matevž, TANKO, Boštjan, MAGYAR, Aleksander, BITORAJC, Zoran, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, GREBENC, Tine, STERMŠEK, Zvonko, BOŽIČ, Gregor, KRAJNC, Robert, ROTAR, Nina, RUPEL, Matej, KUŠAR, Gal, ŽLINDRA, Daniel, KOPŠE, Igor, AMBROŽIČ, Elizabeta, KASTELIC, Zvone, ŽITNIK, Sašo, RAJH, Vesna, KRAJNC, Nike, LEVANIČ, Tom, HREN, Andrej, VILHAR, Urša. *Nature-based management of beech in Europe - a multifunctional approach to forestry : EU 5th Framework programme : 5th progress report, 1 February 2000 - 31 avgust 2004, the full project period : quality of life and management of living resources*. [S. l. : s. n.], 2004. 256 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1336486](#)]

33. RENER, Igor, JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Poročilo o zdravstvenih pregledih sadik v gozdnih, okrasnih in topolovih drevesnicah v letu 2004*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 3 str. + pril. [COBISS.SI-ID [1368742](#)]
34. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej, DOLENC, Amadeo. *Seznam vrst in razširjenost makromicet v Sloveniji z analizo stopnje ogroženosti = ciljni raziskovalni program "Konkurenčnost Slovenije 2001-2006" = projekt št. V4-0703*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 408 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1314982](#)]
35. KRAIGHER, Hojka, GREBENC, Tine, JURC, Dušan, KALAN, Polona, LEVANIČ, Tom, PILTAVER, Andrej, MATIJAŠIČ, Dragan, JURC, Maja. *Usmeritve za varstvo in usmerjanje gozdarske dejavnosti za ilirske bukove gozdove na podlagi analiza razkranjanja velikih lesnih ostarikov : zaključno poročilo za raziskovalno nalogo št. 2523-02-100324*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 21 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1361574](#)]
36. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Končno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovnega dela v okviru pogodbe št. 2311-05-000175 o dodatni proučitvi glive povzročiteljice javorovega raka : poročilo velja za obdobje od 6.9.2005 do 1.12.2005*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. Loč. pag., ilustr. [COBISS.SI-ID [1578406](#)]

## 2.13 Elaborat, predstudija, študija

37. JURC, Dušan, JURC, Maja. *Sušenje črnega bora pod vasjo Kastelec*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 7 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1205926](#)]
38. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. *Poročilo o preskusu : analizni izvid: Quercus sp., uvoz iz ZA, 29.09.2006, Šentjur pri Celju : analizni izvid št.: N20060927-007*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 3 f. [COBISS.SI-ID [1741478](#)]
39. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. *Poročilo o prvem močnem odmiranju poganjkov rdečega bora zaradi glive Gremmeniella abietina v Sloveniji*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 10 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1710246](#)]
40. JURC, Dušan, TORELLI, Niko. *Prenova Opere v Ljubljani in rdečelistna bukev*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 5 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1644966](#)]
41. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Report on Eutypella parasitica presence in Slovenia (May 2005 - January 2006) and suggestions for measures*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 3 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1648550](#)]

## 2.15 Izvedensko mnenje, arbitražna odločba

42. JURC, Dušan. *Acer pseudoplatanus : odmiranje drevesc, 25.11.2004, Dobravica - Podgozd, Ig : analizni izvid št. N20041125-01*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 3 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1368230](#)]



43. JURC, Dušan. *Chamaecyparis lawsoniana* : sušenje vejic, 26.11.2004, ob cesti Mislinja - Šentilj : analizni izvid št. N20041126-01. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 3 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1368486](#)]
44. JURC, Dušan. *Hiranje cedre in paciprese pri Ilirski Bistrici*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 4 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1313190](#)]
45. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Odpadanje lipovega listja in problemi oskrbe parka v Ankaranu*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 2004. 5 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1272486](#)]
46. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Sušenje cera in drugega drevja pod hribom Žekanec*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 10 str., ilustr., zvd., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1312934](#)]
47. JURC, Maja, JURC, Dušan. *Kosmati bukov lubadar (Taphrorychus bicolor) na podrtem drevju v GGO Brežice*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenija, Poročevalska, diagnostična in prgnostična služba za varstvo gozdov: 2005. 4 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1506982](#)]
48. JURC, Dušan. *Mnenje o pogojih za uvoz hrastove hločovine iz Severne Amerike v Slovenijo*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 6 str., zvd. [COBISS.SI-ID [1669286](#)]
49. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. *Sušenje sadik gorskega javorja (Acer pseudoplatanus L.) v GGO Brežice*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 2005. 8 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1479078](#)]
50. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JURC, Maja. *Zdravje črevja v parku Splošne bolnišnice Novo mesto, še posebej obžaganega doba (Quercus robur) z obsegom 380 cm*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prgnostična služba za varstvo gozdov, 2005. 7 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1507238](#)]
51. JURC, Dušan. *Quercus rubra, sušenje listja, 18.7 2006 : poročilo o preskusu*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 4 f. [COBISS.SI-ID [1729446](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

52. JURC, Dušan. *Protection of forests in Slovenia : its organization and performance : paper presented at "Situazione fitosanitaria delle foreste alpine: problematiche di monitoraggio e controllo delle avversità biotiche"*, Paluzza, 19 maggio 2004. Paluzza: [s. n.], 2004. [COBISS.SI-ID [1406630](#)]
53. JURC, Dušan. *Most important findings of new forest diseases and pests in recent times in Slovenia : predavanje na First meeting of forest protection specialists and forest*

*phytosanitary specialists in Vienna, 21st-22nd February 2006.* [S. l.: s. n.], 2006.  
[COBISS.SI-ID [1654694](#)]

---

## SEKUNDARNO AVTORSTVO

### Mentor - drugo

54. OGRIS, Nikica. *Vzroki in posledice vetroloma na Pokljuki novembra 2002 : strokovna naloga.* Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 19 str., zvd. [COBISS.SI-ID [1430694](#)]

### Pisec recenzij

55. JURC, Maja. *Varstvo gozdov : študijsko gradivo.* Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnavljanje gozdne vire, 2005. 70 str. loč. pag., ilustr. [COBISS.SI-ID [1519270](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika 193.2.23.19(193.2.23.19)  
Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote  
Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

## PRIMOŽ SIMONČIČ [10264]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. VILHAR, Urša, STARR, Michael, URBANČIČ, Mihej, SMOLEJ, Igor, SIMONČIČ, Primož. Gap evapotranspiration and drainage fluxes in a managed and a virgin dinaric silver fir-beech forest in Slovenia : a modelling study. *European journal of forest research*, 2005, vol. 124, no. 3, str. 165-175, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-005-0067-5>. [COBISS.SI-ID 1542054]
2. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, KUTNAR, Lado, PRUS, Tomaž. Atlas gozdnih tal Slovenije. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 2, [str. 79-90], str. 1-12, ilustr., 2005, letn. 63, št. 3, [str. 139-150], str. 13-24, ilustr., 2005, letn. 63, št. 4, [str. 199-210], str. 25-36, ilustr., 2005, letn. 63, št. 5/6, [str. 251-268], str. 37-52, ilustr., 2005, letn. 63, št. 7/8, [str. 313-328], str. 53-68, ilustr., 2005, letn. 63, št. 9, [str. 373-388], str. 69-84, ilustr., 2005, letn. 63, št. 10, [str. 433-448], str. 85-100, ilustr. [COBISS.SI-ID 1488806]
3. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, ČATEF, Matjaž. Impacts of gaps on humus forms in dinaric silver fir-beech (*Omphalodo-Fagetum*) and soil solution quality. *Mitt. Österr. Bodenk. Ges.*, 2005, heft 72, str. 179-187, ilustr. [COBISS.SI-ID 1438630]
4. KRAIGHER, Hojka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, GREBENC, Tine, SIMONČIČ, Primož. Types of ectomycorrhiza as pollution stress indicators : case studies in Slovenia. *Environ. monit. assess.*, [v tisku]. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-006-9413-4>. [COBISS.SI-ID 1729190]
5. JERAN, Zvonka, MRAK, Tanja, JAČIMOVIČ, Radojko, BATIČ, Franc, KASTELEC, Damijana, MAVSAR, Robert, SIMONČIČ, Primož. Epiphytic lichens as biomonitors of atmospheric pollution in Slovenian forests. *Environ. pollut. (1987)*. [Print ed.], 2006, [v tisku], ilustr. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2006.03.032>. [COBISS.SI-ID 1693606]

#### 1.04 Strokovni članek

6. SIMONČIČ, Primož, ČATER, Matjaž, BREZNIKAR, Andrej, ZUPANIČ, Matjaž. Ekološke in gozdnogojitvene osnove za podsadnjo bukve v antropogenih smrekovih sestojih : zgoščena informacija o rezultatih raziskovalne naloge "Vraščanje listavcev za trajnostno gospodarjenje z gozdovi - SUSTMAN". *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 9, str. 365-372, ilustr. [COBISS.SI-ID [1570982](#)]

#### 1.05 Poljudni članek

7. VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. Gozd in voda : brez gozda ni kakovostne vode. *Gea (Ljublj.)*, 2005, letn. 15, št. 4, str. 68-69, ilustr. [COBISS.SI-ID [1471398](#)]

8. SIMONČIČ, Primož, VILHAR, Urša. Brez gozda ni kakovostne vode. *Delo (Ljublj.)*, 2006, letn. 48, št. 223, str. 15, ilustr. [COBISS.SI-ID [1760934](#)]

#### 1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljeni predavanja)

9. SIMONČIČ, Primož. Kjota protokol in gozd kot ponor CO<sub>2</sub> v Sloveniji. V: *Posvetovanje Varstvo zraka '05 : zbornik predavanj, Ljubljana, 18. - 20. maj 2005.* [Ljubljana]: Zavod za tehnično izobraževanje, [2005], str. 27-40, ilustr. [COBISS.SI-ID [1549478](#)]

#### 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

10. VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož, KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka, KATZENSTEINER, Klaus, DIACI, Jurij. Influence of forest management practice on water balance of forest in the dinaric karst. V: *Ail about karst & water : decision making in a sensitive environment : proceedings, international conference Vienna, October 2006.* [Wiena: s. n.], 2006, str. 290-295, ilustr. [COBISS.SI-ID [1747622](#)]

11. KRAJNC, Nike, PIŠKUR, Mitja, SIMONČIČ, Primož. Ocena ponora CO<sub>2</sub> za spremembo rabe tal gozdarstvo v Sloveniji = CO<sub>2</sub> sink assessment for land use change and forestry for Slovenia. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdna krajina*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 53-64, ilustr. [COBISS.SI-ID [1679270](#)]



## 1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci

**SIMONČIČ, Primož, 2005.** »Ranljivost na podnebne spremembe in prilagajanja nanje za področje gozdarstva«, na delavnici "Problematika podnebnih sprememb ter srednje in dolgoročne strategije in cilji zmanjševanja emisij toplogrednih plinov", Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, 12. april 2005

12. KRAJNC, Nike, MAVSAR, Robert, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož, KRAJNC, Nike. Intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov in program Forest Focus v Sloveniji = Intensive monitoring of forest ecosystems and Forest Focus program in Slovenia. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 111-124, ilustr. [COBISS.SI-ID [1680550](#)]

## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

13. AHEJ, Igor, BREZNIKAR, Andrej, ZUPANIČ, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Some experiences about improving of soil site conditions for more successful regeneration of spruce monocultures. V: *International symposium : 24. - 26. November 2004, University of Ulm, Reissensburg, Germany : Abstracts & Schedule*. [S. l.]: Sustman, 2004, str. 9. [http://www.sustman.de/Final\\_Prog.pdf](http://www.sustman.de/Final_Prog.pdf). [COBISS.SI-ID [1348774](#)]

14. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Light conditions, soil properties, foliar analysis and biomass on the plot with introduced beech seedlings. V: *International symposium : 24. - 26. November 2004, University of Ulm, Reissensburg, Germany : Abstracts & Schedule*. [S. l.]: Sustman, 2004, str. 18. [http://www.sustman.de/Final\\_Prog.pdf](http://www.sustman.de/Final_Prog.pdf). [COBISS.SI-ID [1348262](#)]

15. KUTNAR, Lado, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. Influence of ecological conditions and forest structure on species diversity of (fir)-beech forests in a dinaric region, Slovenia. V: *48th IAVS Symposium : Lisbon, Julz 24th-29th 2005 : abstracts*. Lisboa: ISA Press, Departamento de Protecção de Plantas e de Fotoecologia, 2005, str. 105. [COBISS.SI-ID [1525414](#)]

16. GREBENC, Tine, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka. Abundance of types of ectomycorrhizae on beech reflect changes of selected ecological parameters in small canopy gaps. V: *Ecosystem tree : 10.th International meeting of the working group of experimental ecology within the German society of ecology, AKOE 2005, 14. - 18. März 2005 : final program and abstracts*. Essen: Universität Duisburg, 2005, str. 45. [COBISS.SI-ID [1463462](#)]

17. SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka, LEVANIČ, Tom, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. Spremljanje odziva gozdnih ekosistemov na okoljske razmere = Monitoring of forest ecosystem response regarding environmental conditions. V: *Ekološka sanacija termoeenergetskih objektov in uporaba bioindikacijskih metod : zbornik povzetkov*





*mednarodne konference : book of abstracts*. Velenje: ERICO, 2005, str. 14. [COBISS.SI-ID [1537190](#)]

18. LEVANIČ, Tom, SIMONČIČ, Primož, SLAPNIK, Andreja. Dendroekološka analiza rasti smreke (*Picea abies* Karst.) v okolici dveh termoelektrarn = Dendroecological study of spruce (*Picea abies* Karst.) growth recovery around two coal-fired power plants. V: *Ekološka sanacija termoelektrarn in uporaba bioindikacijskih metod : zbornik povzetkov mednarodne konference : book of abstracts*. Velenje: ERICO, 2005, str. 18. [COBISS.SI-ID [1536934](#)]

19. KRAIGHER, Hojka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, GREBENC, Tine, SIMONČIČ, Primož, BATIČ, Franc, DECKMYN, Gaby, MATYSSEK, Rainer. Mycobioindication of stress in forest trees and forest soils. V: *Soil indicators : programme : book of abstracts*. Wien: Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft: Institut für Bodenforschung, 2005, str. 18. [COBISS.SI-ID [1549222](#)]

20. KRAIGHER, Hojka, AL SAYEGH-PETKOVŠEK, Samar, GREBENC, Tine, SIMONČIČ, Primož, BATIČ, Franc. Mycobioindication of stress in forest trees and forest ecosystems. V: LCHMUS, Krista (ur.). *Woody root processes : impact of different tree species : Tartu, Estonia 5-9 2005*. Tartu: Tartu University Press, 2005, str. 35. [COBISS.SI-ID [1556134](#)]

21. KUTNAR, Lado, SIMONČIČ, Primož. Spremljanje stanja pestrosti (pritalne) vegetacije v okviru intenzivnega monitoringa gozdnih ekosistemov (IM-GE) = Assessment of diversity in (ground) vegetation within intensive monitoring in forest ecosystems. V: MARTINČIČ, Andrej (ur.), WRABER, Tone (ur.), ZUPANČIČ, Miha (ur.). *Zbornik prispevkov in izvlečkov simpozija Flora in vegetacija Slovenije ter sosednjih območij 2005, Ljubljana, 16.-18. september 2005 : contributions and abstracts*. Ljubljana: Botanično društvo Slovenije: = Botanical Society of Slovenia: Slovenska akademija znanosti in umetnosti: = Slovenian Academy of Sciences and Arts, 2005, str. 20-21. [COBISS.SI-ID [1547942](#)]

22. JERAN, Zvonka, OGRINC, Nives, SIMONČIČ, Primož. Total nitrogen and [<sup>15</sup>N] signatures in mosses and lichens collected in a national survey in Slovenia. V: 4th International workshop on biomonitoring of atmospheric pollution (with emphasis on trace elements). *BioMAP : book of abstracts : Agios Nikolaos, Greece, September 17-21, 2006*. [S. l: University of Crete, Department of Biology, 2006], str. 26. [COBISS.SI-ID [20237863](#)]

23. OGRINC, Nives, SIMONČIČ, Primož, KANDUČ, Tjaša, VILHAR, Urša. The study of the carbon soil dynamics in the forest ecosystem using stable isotope approach. V: DOLENC KOCE, Jasna (ur.), VODNIK, Dominik (ur.), DERMASTIA, Marina (ur.). 4. slovenski simpozij o rastlinski biologiji z mednarodno udeležbo, Ljubljana, 12.-15. september 2006 = 4th Slovenian Symposium on Plant Biology with International Participation, Ljubljana, September 12-15, 2006. *Knjiga povzetkov*. Ljubljana: Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije: = The Slovenian Society of Plant Physiology, 2006, str. 173-174. [COBISS.SI-ID [20131111](#)]

24. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Biomass, soil moisture, light and root distribution on site with introduced beech seedlings. V: *Prozesse im Wurzelraum Wasser, Nährstoffe, Sauerstoff und Wurzeln : 11. Jahrestagung des Arbeitskreises "Experimentelle Ökologie" der*

GfÖ : *Schloß Reisenburg* 3.-5. April 2006. [S. l.: s. n.], 2006, str. 37. [COBISS.SI-ID [1670566](#)]

25. KOBAL, Milan, GREBENC, Tine, SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka. Sampling of soil cores. V: *Roots, mycorrhizas and their external mycelia in carbon dynamics in forest soil*. Rovaniemi: Finnish Forest Research Institute, 2006, poster 12. [COBISS.SI-ID [1742758](#)]

26. ŽELEZNIK, Peter, GREBENC, Tine, VITEZ, Tadeja, SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka. Fine root growth and diversity of eubacteria and fungi associated with roots applied as indicators of stress. V: *Roots, mycorrhizas and their external mycelia in carbon dynamics in forest soil*. Rovaniemi: Finnish Forest Research Institute, 2006, poster 39. [COBISS.SI-ID [1743014](#)]

27. SIMONČIČ, Primož, GREBENC, Tine, ŽELEZNIK, Peter, KRAIGHER, Hojka. Fine root growth and diversity of eubacteria and fungi associated with roots, applied as indicators of stress. V: EPHRATH, Jhonathan (ur.). *Woody root processes : revealing the hidden half : Sade Boqer, Israel, 4-6 February 2006*. Sade Boqer: [s. n.], 2006, str. P19. [COBISS.SI-ID [1650598](#)]

28. OGRINC, Nives, SIMONČIČ, Primož, VILHAR, Urša. A pilot stable isotope study of soil solution in *Pirus sylvestris* L. stand at intensive monitoring plot in Slovenia. V: EPHRATH, Jhonathan (ur.). *Woody root processes : revealing the hidden half : Sade Boqer, Israel, 4-6 February 2006*. Sade Boqer: [s. n.], 2006, str. P31. [COBISS.SI-ID [1653926](#)]

29. VILHAR, Urša, NADHEZDINA, Nadja, CERMAK, Jan, GASPAREK, Jan, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Root biomass and transpiration in underplanted beech in spruce stand on Pohorje. V: EPHRATH, Jhonathan (ur.). *Woody root processes : revealing the hidden half : Sade Boqer, Israel, 4-6 February 2006*. Sade Boqer: [s. n.], 2006, str. P7. [COBISS.SI-ID [1654182](#)]

### 1.17 Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji

30. BATIČ, Franc, ČATER, Matjaž, HLADNIK, David, SIMONČIČ, Primož, BATIČ, Franc. Slovenia. V: MARELL, Anders (ur.). *European long-term research for sustainable forestry : experimental and monitoring assets at the ecosystem and landscape level. Part 1, Country reports*, (Technical report, 3). Paris Cedex: GIP ECOFOR. 2005, str. 236-243, ilustr. [COBISS.SI-ID [1556646](#)]

### 1.25 Drugi članki ali sestavki

31. TORELLI, Niko, SIMONČIČ, Primož, PIHLAR, Tatjana. Niko Torelli: Gozd ne izrinja Slovencev! : Slovenija je z nizozemsko pomočjo vzpostavila sodoben sistem za ugotavljanje zdravja gozdov. *Dnevnik (Ljub.)*, 15. nov. 2004, letn. 54, št. 313, str. 2, ilustr. [COBISS.SI-ID [1440673](#)]

32. SIMONČIČ, Primož, KRAJNC, Nike. Mednarodna konferenca : Gozd - prihodnost Slovenije? : 10. november 2004, Galerija Krka, Dunajska 65, Ljubljana. *Gozd. vestn.*, 2004, letn. 62, št. 10, str. 451-453, ilustr. [COBISS.SI-ID [1492646](#)]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.02 Strokovna monografija

33. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, PRUS, Tomaž, KUTNAR, Lado. *Atlas gozdnih tal Slovenije*. Ljubljana: Zveza gozdarskih društev Slovenije: Gozdarski vestnik: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 100 str., ilustr. ISBN 961-6142-13-5. [COBISS.SI-ID [223504896](#)]

34. VEL, Evert, SIMONČIČ, Primož, VRIES, Wim de. *Implementation of a mandatory programme on intensive forest monitoring in Slovenia*, (A.terra-repport, 1171). Wageningen: Alterra, 2005. 43, [24] str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1654934](#)]

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

35. SIMONČIČ, Primož, SMOLEJ, Igor, KALAN, Polona, MAVSAR, Robert, LEVANIČ, Tom. *Intenzivno spremljanje stanja gozdnih ekosistemov (IMP-SI) : letno poročilo (2003) = Intensive monitoring in Slovenia (IMP-SI) : firts annual report (2003)*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije; = Slovenian Forestry Institute; Wageningen: Alterra, 2004. 29 str., ilustr. ISBN 961-6425-18-8. [COBISS.SI-ID [214433536](#)]

36. SIMONČIČ, Primož, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka, ČATER, Matjaž, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. *Nat-Man WP4 : Slovenia*, (Nat-Man working report). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 44 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1358502](#)]

37. EMBORG, Jens, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej, MLINŠEK, Dušan, ROŽENBERGAR, Dušan, ŠALAMUN, Željko, KOLAR, Gaj, VITEZ, Tadeja, PETRIČ, Matevž, TANKO, Boštjan, MAGYAR, Aleksander, BITORAJC, Zoran, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, GREBENC, Tine, STERMŠEK, Zvonko, BOŽIČ, Gregor, KRAJNC, Robert, ROTAR, Nina, RUPEL, Matej, KUŠAR, Gal, ŽLINDRA, Daniel, KOPŠE, Igor, AMBROŽIČ, Elizabeta, KASTELIC, Zvone, ŽITNIK, Sašo, RAJH, Vesna, KRAJNC, Nike, LEVANIČ, Tom, HREN, Andrej, VILHAR, Urša. *Nature-based management of beech in Europe - a multifunctional approach to forestry : EU 5th Framework programme : 5th progress report, 1 February 2000 - 31 avgust 2004, the full project period : quality of life and management of living resources*. [S. l.: s. n.], 2004. 256 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1336486](#)]

38. MAVSAR, Robert, SIMONČIČ, Primož. *Ocena učinkov operativnega programa zmanjševanja emisij toplogrednih plinov v Sloveniji (v skladu s Kjotskim protokolom) :*



*končno poročilo za področje gozdarstva*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 20 str. [COBISS.SI-ID [1171110](#)]

39. KUTNAR, Lado, URBANČIČ, Mihej, MARTINČIČ, Andrej, ČATER, Matjaž, KALAN, Polona, SMOLEJ, Igor, SIMONČIČ, Primož. *Pestrost posebnih gozdnih ekosistemov kot kazalnik rastiščnih razmer in gospodarjenja : zaključno poročilo projekta št. V4-0438-01*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 8, 89, 6, 28 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1204134](#)]

40. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, LEVANIČ, Tom. *Lastnosti tal v oljčnikih na "Beneši" in nad "Lamo" : poročilo*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 9 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1433510](#)]

### **2.13 Elaborat, predstudija, študija**

41. MEDVED, Mirko, ROBEK, Robert, SIMONČIČ, Primož, KRAJNC, Nike, MATIJAŠIČ, Dragan, LEVANIČ, Tom. *Pregled vsebine Nacionalnega gozdnega programa : delovno gradivo*. [Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005]. [7 str.]. [COBISS.SI-ID [1607078](#)]

### **2.25 Druge monografije in druga zaključena dela**

42. MAVSAR, Robert, SIMONČIČ, Primož, VILHAR, Uša, RUPEL, Matej, KUTNAR, Lado, KALAN, Polona. *Vsebina programa intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov in navodila za izvajanje del na ploskvah, Navodila za delo na terenu*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 47 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1306022](#)]

---

## **IZVEDENA DELA (DOGODKI)**

### **3.15 Prispevek na konferenci brez natisa**

43. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. *Obnova smrekovih monokultur s pedsadnjo listavcev : predstavitev na delavnici ZGS, 18.3.2004*. [S. l.]: Zavod za gozdove, 2004. [COBISS.SI-ID [1355174](#)]

44. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. *Rezultati raziskav na ploskvah z vnesenimi listavci v smrekovih monokulturah na Pohorju : predstavitev na delavnici ZGS, 4.11.2004*. [S. l.]: Zavod za gozdove, 2004. [COBISS.SI-ID [1354918](#)]

45. SIMONČIČ, Primož, BATIČ, Franc. *Past and present activities in evaluation and monitoring of air pollution on terrestrial (forest) ecosystems in Slovenia : 16th CCE Workshop, 3-5 April 2006 and 22nd Task Force Meeting, 6-7 April 2006, Bled: International cooperative programme on modelling and mapping (ICP M&M) of critical levels & loads and*



air pollution effects, risks and trends : UNESCO Convention on long-range transboundary air pollution: working group on effects. 2006. [COBISS.SI-ID [4607865](#)]

### 3.16 Vabljeno predavanje na konferenci brez natisa

46. SIMONČIČ, Primož. *Nutrient cycling in the virgin forest remnant and sustainable managed forest in SE Slovenia : symposium "Ecology/Biodiversity research", May 23-24, 2005, Jena.* [S. l.: s. n.], 2005. [COBISS.SI-ID [1664678](#)]

### 3.25 Druga izvedena dela

47. ČATER, Matjež, SIMONČIČ, Primož. *Mineral nutrition and biomass of beech seedlings according to the light gradient : Sustman 4th project meeting, 13.04.-15.04.2005.* Zreče: Slovenia Forest Service: Sloveniana Forestry Institut: SUSTMAN, 2005. [COBISS.SI-ID [1480614](#)]

48. VILHAR, Urša, URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož. *Soil moisture and water balance dynamic at two research plots with introduced beech seedlings : Sustman 4th project meeting, 13.04.-15.04.2005.* Zreče: Slovenia Forest Service: Sloveniana Forestry Institut: SUSTMAN, 2005. [COBISS.SI-ID [1480370](#)]

---

## SEKUNDARNO AVTORSTVO

### Urednik

49. *Gozdarski vestnik.* Simončič, Primož (član uredniškega odbora 2003-). Ljubljana: Zveza gozdarskih društev Slovenije, 1938-. ISSN 0017-2723. [COBISS.SI-ID [3736834](#)]

### Komentor pri diplomskih delih

50. KREPFL, Davor. *Ocena prehranskih razmer za dušik in žveplo za glavne vrste na izbranih trajnih raziskovalnih ploskvah (TRP) v Sloveniji in analiza opada na TRP na Pokljuki in pri Kočevski Reki : diplomsko delo - univerzitetni študij = Assessment of nutrition status for nitrogen and sulphur for the main tree species at the selected permanent research plots (PRP) in Slovenia and analysis of litter in the PRP at the Pokljuka and Kočevska Reka : graduation thesis - university studies.* Ljubljana: [D. Krepf.], 2004. VIII, 44 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1352342](#)]



## Pisec recenzij

51. VILHAR, Urša. *Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda v Kočevskem Rogu : doktorska disertacija = Water balance of dinaric silver fir-beech forest in Kočevski Rog : doctoral dissertation*. Ljubljana: [Gozdarski inštitut Slovenije], 2006. XLV, 196 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd\\_vilhar\\_ursa.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd_vilhar_ursa.pdf). [COBISS.SI-ID 1646502]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI



## TOMISLAV LEVANIČ [11595]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. ČATER, Matjaž, LEVANIČ, Tom. Increments and environmental conditions in two slovenian pedunculate-oak forest compexes. *Ekológia (Bratisl.)*, 2004, vol. 23, no. 4, str. 353-365, ilustr. [COBISS.SI-ID [1286310](#)]

2. LEVANIČ, Tom. Kronologija macesna (*Larix decidua* Mill.) za območje jugovzhodnih Alp = Larch (*Larix decidua* Mill.) chronology for the Southeastern Alp. *Zb. gozd. lesar.*, 2005, št. 76, str. 39-70, ilustr. [COBISS.SI-ID [1538214](#)]

3. LEVANIČ, Tom. Vpliv klime na debelinsko rast macesna (*Larix decidua* Mill.) na zgornji gozdnimeji v JV Alpah = Effect of climate on growth of european larch (*Larix decidua* Mill.) at the upper treeline in the southeastern Alps. *Zb. gozd. lesar.*, 2005 [i.e. 2006], št. 78, str. 29-55, ilustr. [COBISS.SI-ID [1685950](#)]

4. LEVANIČ, Tom. Dendrokronološka analiza stare kmečke hiše v Nevljah pri Kamniku. *Kamniški zb.*, 2006, št. 18, str. 255-261, ilustr. [COBISS.SI-ID [1690278](#)]

5. LEVANIČ, Tom. SLAPNIK, Andreja. Dendroekološka analiza rasti smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) v okolici dveh termoelektrarn = Dendroecological study of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) growth around two coal-fired power plants. *Zb. gozd. lesar.*, 2006, št. 79, str. 3-18, ilustr. [COBISS.SI-ID [1756582](#)]

##### 1.04 Strokovni članek

6. LEVANIČ, Tom. Inštitut za sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo : poročilo za leto 2003. *Glas. ZRS Koper*, 2004, let. 9, št. 1/2, str. 71-84, ilustr. [COBISS.SI-ID [701139](#)]



7. LEVANIČ, Tom. Inštitut za sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo : poročilo za leto 2004. *Glas. ZRS Koper*, 2005, let. 10, št. 1/2, str. 25-30, ilustr. [COBISS.SI-ID [869331](#)]

8. BANDELJ MAVSAR, Dunja, LEVANIČ, Tom, JAVORNIK, Branka. Analiza genetske raznolikosti oljk z markerji DNA. *Oljka (izola)*, 2005, let. 13, št. 1, str. 20-22, ilustr. [COBISS.SI-ID [885203](#)]

9. LEVANIČ, Tom. Inštitut za sredozemsko kmetijstvo in oljkarstvo : poročilo za leto 2005. *Glas. ZRS Koper*, 2006, let. 11, št. 1/2, str. 25-34, ilustr. [COBISS.SI-ID [1065683](#)]

### **1.05 Poljudni članek**

10. LEVANIČ, Tom. Kadri in izobraževanje : Prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli : ambasador RS v znanosti. *Gozd. vestn.*, 2004, letn. 62, št. 7/8, str. 349-350, portret. [COBISS.SI-ID [1308582](#)]

### **1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci**

11. LEVANIČ, Tom. Ugotavljanje starosti dreves = Determining the age of trees. V: BRUS, Robert (ur.). *Staro in debelo drevje v gozdu : zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni, 25.-26. marec 2004 : conference proceedings of the 22nd Forestry Study Days, 25-26, March 2004*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2004, str. 19-31. [COBISS.SI-ID [1186470](#)]

12. LEVANIČ, Tom. Uporaba dendrometrov za spremljanje debelinske rasti dreves na ploskvah za intenzivni monitoring = Use of band dendrometers to monitor radial increment of the trees on intensive monitoring plots in Slovenia. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 97-109, ilustr. [COBISS.SI-ID [1680294](#)]

### **1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci**

13. OVEN, Primož, GRIČAR, Jožica, ZUPANČIČ, Martin, LEVANIČ, Tom, STRAŽE, Aleš, DEMŠAR, Blaž. Relevant anatomical markers for research of wood formation in Norway spruce with pinning technique. V: *Abstracts : Eurodendro 2004*. Rendsburg: Eurodendro, 2004, str. 36. [COBISS.SI-ID [1229449](#)]

14. BANDELJ MAVSAR, Dunja, LEVANIČ, Tom, JAKŠE, Jernej, JAVORNIK, Branka. Določanje sorodnostnih odnosov sort oljk z uporabo molekularskih markerjev = Determination of genetic relationships of olive varieties using molecular markers. *Glas. ZRS Koper*, 2004, let. 9, št. 7, str. 40-41. [COBISS.SI-ID [777171](#)]

15. SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka, LEVANIČ, Tom, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. Spremljanje odziva gozdnih ekosistemov na okoljske razmere = Monitoring of forest ecosystem response regarding environmental conditions. V: *Ekološka sanacija termoenergetskih objektov in uporaba bioindikacijskih metod : zbornik povzetkov mednarodne konference : book of abstracts*. Velenje: ERICO, 2005, str. 14. [COBISS.SI-ID [1537190](#)]
16. LEVANIČ, Tom, SIMONČIČ, Primož, SLAPNIK, Andreja. Dendroekološka analiza rasti smreke (*Picea abies* Karst.) v okolici dveh termoelektrarn = Dendroecological study of spruce (*Picea abies* Karst.) growth recovery around two coal-fired power plants. V: *Ekološka sanacija termoenergetskih objektov in uporaba bioindikacijskih metod : zbornik povzetkov mednarodne konference : book of abstracts*. Velenje: ERICO, 2005, str. 18. [COBISS.SI-ID [1536934](#)]
17. LEVANIČ, Tom. Stable isotopes in oak (*Quercus robur* L.) rings as an indicator of oak die-back. V: *Eurodendro 2005 : international conference of dendrochronology : September, 28th-October 2nd 2005, Viterbo, Italy*. Viterbo: Sette citta, 2005, str. 25-26. [COBISS.SI-ID [1551782](#)]
18. NAGEL, Thomas Andrew, LEVANIČ, Tom, DIACI, Jurij. A dendroecological reconstruction of disturbance in an old-growth *Fagus-Abies* forest, Slovenia. V: *Abstracts of the conference on natural disturbance-based silviculture : managing for complexity*. Rouznoranda: Université du Québec an Abitibi-Témiscamingue, 2006, str. 119. [COBISS.SI-ID [1707942](#)]
19. POKORNY, Boštjan, LEVANIČ, Tom, POLIČNIK, Helena. Tree-rings as an archive of environmental pollution: selection of the most suitable tree species for historical biomonitoring of ambient heavy metal burdens. V: 4th International workshop on biomonitoring of atmospheric pollution (with emphasis on trace elements). *BioMAP : book of abstracts : Agios Nikolaos, Greece, September 17-21, 2006*. [S. l: University of Crete, Department of Biology, 2006], str. 51-52. [COBISS.SI-ID [718038](#)]
20. PODGORNIK, Maja, VRHOVNIK, Irena, LEVANIČ, Tom, JAKŠE, Jernej, JAVORNIK, Branka, BANDELJ MAVSAR, Dunja. Gojenje fig v Sloveniji = Fig cultivation in Slovenia. V: BUTINAR, Bojan (ur.), VALENČIČ, Vasilij (ur.), OBID, Alenka (ur.). *Dnevi sredozemskega kmetijstva 2006 : mednarodni znanstveni sestanek, Izola, 30.-31. marec 2006 : [program in povzetki] : convegno scientifico internazionale, Isola, 30-31 marzo 2006 : [programma e riassunti] : International scientific meeting, Izola, 30th -31st March 2006 : [program and abstracts]*. (Glasnik ZRS Koper, Letn. 11, št. 3). Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, 2006, let. 11, št. 3, str. 25-26. [COBISS.SI-ID [1070547](#)]

## 1.25 Drugi članki ali sestavki

21. BRUS, Robert, BONČINA, Andrej, VESELIČ, Ž. van, JENČIČ, Samo, FURLAN, Franci, LEVANIČ, Tom. Gozdarstvo v času in prostoru : povzetek zaključne razprave na 22. gozdarskih študijskih dnevih. *Gozd. vestn.*, 2004, let. 52, št. 4, str. 234-237. [COBISS.SI-ID [1228198](#)]

22. BUFON, Milan, LEVANIČ, Tom, KRYŠTUFEK, Boris, GUŠTIN, Mitja, FILIPI, Goran, PIŠOT, Rado, PELIKAN, Egon. Program UP ZRS za leto 2005. *Glas. ZRS Koper*, 2005, let. 10, št. 1/2, str. 185-196. [COBISS.SI-ID [873939](#)]

23. BUFON, Milan, LEVANIČ, Tom, KRYŠTUFEK, Boris, GUŠTIN, Mitja, FILIPI, Goran, PIŠOT, Rado, PELIKAN, Egon. Program UP ZRS za leto 2006. *Glas. ZRS Koper*, 2006, let. 11, št. 1/2, str. 155-164. [COBISS.SI-ID [1070035](#)]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

24. KRAIGHER, Hojka, LEVANIČ, Tom, SMOLEJ, Igor, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, RUPEL, Matej, GREBENC, Tine. *Final report of the NAT-MAN project = WP 7 = physical and chemical properties of decaying beech wood in selected forest reserves in Denmark, Hungary, Slovenia and the Netherlands*. [Ljubljana: Slovenian Forestry Institut, 2004]. [17 str.], ilustr. [COBISS.SI-ID [1314470](#)]

25. SIMONČIČ, Primož, SMOLEJ, Igor, KALAN, Polona, MAVSAR, Robert, LEVANIČ, Tom. *Intenzivno spremljanje stanja gozdnih ekosistemov (IMP-SI) : letno poročilo (2003) = Intensive monitoring in Slovenia (IMP-SI) : first annual report (2003)*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije; Slovenian Forestry Institute; Wageningen: Alterra, 2004. 29 str., ilustr. ISBN 961-6425-18-8. [COBISS.SI-ID [214433536](#)]

26. EMBORG, Jens, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej, MLINŠEK, Dušan, ROŽENBERGAR, Dušan, ŠALAMUN, Željko, KOLAR, Gaj, VITEZ, Tadeja, PETRIČ, Matevž, TANKO, Boštjan, MAGYAR, Aleksander, BITORAJC, Zoran, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, GREBENC, Tine, STERMŠEK, Zvonko, BOŽIČ, Gregor, KRAJNC, Robert, ROTAR, Nina, RUPEL, Matej, KUŠAR, Gal, ŽLINDRA, Daniel, KOPŠE, Igor, AMBROŽIČ, Elizabeta, KASTELIC, Zvone, ŽITNIK, Sašo, RAJH, Vesna, KRAJNC, Nike, LEVANIČ, Tom, HREN, Andrej, VILHAR, Urša. *Nature-based management of beech in Europe - a multifunctional approach to forestry : EU 5th Framework programme : 5th progress report, 1 February 2000 - 31 August 2004, the full project period : quality of life and management of living resources*. [S. l.: s. n.], 2004. 256 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1336486](#)]

27. KRAIGHER, Hojka, GREBENC, Tine, JURC, Dušan, KALAN, Polona, LEVANIČ, Tom, PILTAVER, Andrej, MATIJAŠIČ, Dragan, JURC, Maja. *Usmeritve za varstvo in usmerjanje gozdarske dejavnosti za ilirske bukove gozdove na podlagi analiza razkranjanja velikih lesnih ostankov : zaključno poročilo za raziskovalno nalogo št. 2523-02-100324*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 21 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1361574](#)]

28. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, LEVANIČ, Tom. *Lastnosti tal v oljčnikih na "Beneši" in nad "Lamo" : poročilo*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 9 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1433510](#)]

### 2.13 Elaborat, predštudija, študija

29. MEDVED, Mrko, ROBEK, Robert, SIMONČIČ, Primož, KRAJNC, Nike, MATIJAŠIČ, Dragan, LEVANIČ, Tom. *Pregled vsebine Nacionalnega gozdnega programa : delovno gradivo*. [Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005]. [17 str.]. [COBISS.SI-ID [1607078](#)]

### 2.25 Druge monografije in druga zaključena dela

30. BANDELJ MAVSAR, Dunja, BEŠTER, Erika, BUČAR-MIKLAVČIČ, Milena, BUTINAR, Bojan, ČALIJA, Darinka, KANJIR, Željka, LEVANIČ, Tom, VALENČIČ, Vasilij, MAZI, Žiga. *ABC o 'Istrski belici' = Factsheet on the olive variety 'Istrska belica' = L'ABC della varietà 'Bianca istriana'*. Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče: Labs, 2005. 1 zloženka [16 str.], ilustr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1074387](#)]

31. POLIČNIK, Helena, LEVANIČ, Tom, POKORNY, Boštjan. *Drevesne branike kot retrospektivni bioindikator časovnih sprememb v onesnaženosti okolja : poročilo za leto 2005*. Velenje: ERICo, marec 2006. VI, 35 f., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [703958](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.14 Predavanja na tuji univerzi

32. LEVANIČ, Tom. *Network for dendroecological and dendrochronological research in Northern Europe : nordic doctoral research course in dendroecology and dendrochronology, 15-21 October 2004, University of Joensuu*. Joensuu: University of Joensuu, 2004. [COBISS.SI-ID [1730726](#)]

### 3.25 Druga izvedena dela

33. BANDELJ MAVSAR, Dunja, BUČAR-MIKLAVČIČ Milena, BUTINAR, Bojan, VESEL, Viljanka, KACJAN-MARŠIČ, Nina, LEVANIČ, Tom. *Novi raziskovalni pristopi v oljkarstvu in sredozemskem kmetijstvu : Koper, 10. december 2004 = Convegno scientifico internazionale Nuovi approcci di ricerca nell'olivicoltura e nell'agricoltura mediterranea : Capodistria, 10. dicembre 2004 = International scientific conference New research trends in olive growing and Mediterranean agriculture : Koper, 10th December 2004*. Koper, 2004. [COBISS.SI-ID [971475](#)]



## SEKUNDARNO AVTORSTVO

### Urednik

34. *Annales. Series historia naturalis*. Levanič, Tom (član uredniškega odbora 1999-). Koper: Zgodovinsko društvo za južno Primorsko: Znanstveno raziskovalno središče Republike Slovenije = Capodistria: Società storica del Litorale: Centro di ricerche scientifiche della Repubblica di Slovenia = Koper: Science and Research Centre of the Republic of Slovenia, 1994-. ISSN 1408-533X. [COBISS.SI-ID [71951360](#)]

35. *Glasnik ZRS Koper*. Levanič, Tom (član uredniškega odbora 2000-2002, urednik 2004). Koper: Znanstveno raziskovalno središče Republike Slovenije = Capodistria: Centro di ricerche scientifiche della Repubblica di Slovenia = Koper: Science and Research Centre of the Republic of Slovenia, 1996-. ISSN 1318-9131. [COBISS.SI-ID [60865792](#)]

36. BANDELJ MAVSAR, Dunja (ur.), LEVANIČ, Tom (ur.). [*Program in povzetki = Programma e riassunti = Programme and abstracts*], (Glasnik ZRS Koper, letn. 9. št. 7). Koper: Univerza na Primorskem, Znanstveno raziskovalno središče = Capodistria: Università dell'itorale, Centro di ricerche scientifiche = Koper: University of Primorska, Science and Research Centre, 2005. 64 str. [COBISS.SI-ID [22400768](#)]

37. LEVANIČ, Tom (ur.), MEDVED, Mirko (ur.). *Raziskovalne naloge s področja žičnega spravila iz gozdov v lasti Republike Slovenije : poročilo projekta: 1405SKZG*. Ljubljana: Silva Slovenica, 2005. 1 el. optični disk (CD-ROM). ISBN 961-6425-23-4. [COBISS.SI-ID [221274624](#)]

### Mentor pri magistrskih delih

38. SLAPNIK, Andreja. *Dendroekološka analiza debelinskega prirastka navadne smreke (Picea abies (L.) Karsten) v okolici termoelektrarn Šoštanj in Trbovlje : magistrsko delo = Dendroecological evaluation of the radial increment in norway spruce (Picea abies (L.) Karsten) in the vicinity of the coal-fired power plants Šoštanj and Trbovlje : master thesis*. Maribor: [A. Slapnik], 2006. XIV, 124 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1704358](#)]

### Mentor pri diplomskih delih

39. ŠUŠA, Mateja. *Fitoremediacija s hitrorastočimi drevesnimi vrstami : diplomsko delo - univerzitetni študij = Phytoremediation with fastgrowing trees : graduation thesis - university studies*. Ljubljana: [M. Šuša], 2005. X, 68 str., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1537702](#)]

### Komentor pri doktorskih disertacijah

40. BANDELJ MAVSAR, Dunja. *Analiza genetske variabilnosti oljke (Olea europaea L.) z molekulskimi markerji : doktorska disertacija = Analysis of genetic variability of olive (Olea europaea L.) with molecular markers : Doctoral dissertation*, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Doktorske disertacije, 553). Ljubljana: [D. Bandelj Mavsar], 2005. XIV, 116 listov, [17] listov prilog, graf. prikazi, tabele, ilustr. [COBISS.SI-ID [4252281](#)]

41. FERREIRA, Andreja. *Vloga gozda v trajnostno-sonaravnem razvoju Zgornje Gorenjske : doktorska disertacija = The role of the forest in sustainable development of the Upper Gorenjska region : doctoral dissertation*. Ljubljana: [A. Ferreira], 2005. XI, 271 f., [14] f. pril., ilustr., preglednice. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd\\_ferreira\\_andreja.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd_ferreira_andreja.pdf). [COBISS.SI-ID [225972992](#)]

### Pisec recenzij

42. DEMŠAR, Blaž. *Nastanek lesa pri smreki (Picea abies (L.) Karst.) iz avstrijskih Alp : diplomsko delo (univerzitetni študij) = Wood formation in Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) from Austrian Alps : graduation thesis (university studies)*, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Visokošolske (univerzitetne) diplomske naloge, Dn 792). Ljubljana: [B. Demšar], 2004. XII, 55 f., [11 f. pril.], tabele, ilustr. [COBISS.SI-ID [1211017](#)]

43. ZUPAN, Barbara. *Nastanek ksilemske branike pri smrekah na Pokljuki v letu 2003 : diplomsko delo (univerzitetni študij) = Xylem growth ring formation in Norway spruce trees from Pokljuka in year 2003 : graduation thesis (university studies)*, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Visokošolske (univerzitetne) diplomske naloge, Dn 802). Ljubljana: [B. Zupan], 2005. XII, 51 f., [7. f. pril.], tabele, ilustr. [COBISS.SI-ID [1265545](#)]

44. VIDMAR, Primož. *Variabilnost kambijeve aktivnosti in nastanka lesa pri pokljuški smreki v rastni sezoni 2002 : diplomsko delo (visokošolski strokovni študij) = Variability of cambial activity and wood formation in norway spruce from Pokljuka in the growing season 2002 : graduation thesis (higher professional studies)*, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Visokošolske (strokovne) diplomske naloge, Vs 120). Ljubljana: [P. Vidmar], 2005. X, 39 f., tabele, ilustr. [CCBISS.SI-ID [1328777](#)]

45. RADIĆ, Sašo. *Nastanek ranitvenega lesa pri pokljuških smrekah v rastni sezoni 2003 : diplomsko delo (visokošolski strokovni študij) = Wound-wood formation in Norway spruce from Pokljuka in growth season 2003 : graduation thesis (higher professional studies)*, (Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Visokošolske (strokovne) diplomske naloge, Vs 171). Ljubljana: [S. Radić], 2006. IX, 48 f., [5 f. pril.], tabele, ilustr. [COBISS.SI-ID [1453193](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

## GREGOR BOŽIČ [14869]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. PUČKO, Marjana, GREBENC, Tine, BOŽIČ, Gregor, BRUS, Robert, KRAIGHER, Hojka. Identification of types of ectomycorrhizae on seedlings in a beech provenance trial = Identifikacija tipov ekto-mikorize na sadikah v bukovem provenienčnem poskusu. *Zb. gozd. lesar.*, 2004 [i.e. 2005], št. 75, str. 87-104. [COBISS.SI-ID [1437350](#)]
  2. PUČKO, Marjana, BOŽIČ, Gregor, KRAIGHER, Hojka. Razvoj molekularne baze podatkov za smreko in možnost razlikovanja treh provenienc na podlagi molekularnih markerjev = Development of molecular database for Norway spruce and the possibility of distinguishing tree provenances on the basis of molecular markers. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 9, str. 355-364, ilustr. [COBISS.SI-ID [1550502](#)]
  3. PUČKO, Marjana, GREBENC, Tine, RIBARIČ-LASNIK, Cvetka, BOŽIČ, Gregor, KONNERT, Monika, KRAIGHER, Hojka. Effects of biotic stress on seed quality and antioxidant content in Norway spruce trees from approved seed stands in Slovenia. *Phyton (Horn)*, 2005, vol. 45, no. 3, str. 331-339, ilustr. [COBISS.SI-ID [1546662](#)]
  4. BOŽIČ, Gregor. Genetski vidik naravne obnove smrekovega sestoja na nastali raziskovalni ploskvi Šijec na Pokljuki = The genetic aspect of the spruce stand natural regeneration in the permanent forest research plot Šijec on the Pokljuka plateau. *Zb. gozd. lesar.*, 2005, št. 77, str. 43-60, ilustr. [COBISS.SI-ID [1635494](#)]
  5. BALLIAN, Dalibor, GREBENC, Tine, BOŽIČ, Gregor, MELNIK, Viktor, WRABER, Tone, KRAIGHER, Hojka. History, genetic differentiation and conservation strategies for disjunct. *Conservation Genetics*, 2006, [v tisku]. <http://dx.doi.org/10.1007/s10592-006-9131-z>. [COBISS.SI-ID [1653670](#)]
- 
- ##### 1.04 Strokovni članek
6. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor. Seznam gozdnih semenskih objektov - stanje na dan 1. 1. 2004. *Urad. list Repub. Slov. (1991)*, 30.1.2004, letn. 14, št. 8, str. 983-987. [COBISS.SI-ID [1692326](#)]

7. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor. Seznam gozdnih semenskih objektov - stanje na dan 1. 1. 2005. *Urad. list Repub. Slov. (1991)*, 28.1.2005, letn. 15, št. 8, str. 521-525. [COBISS.SI-ID [1692582](#)]

8. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor. Seznam gozdnih semenskih objektov - stanje na dan 1. 1. 2006. *Urad. list Repub. Slov. (1991)*, 27.1.2006, letn. 16, št. 9, str. 876-880. [COBISS.SI-ID [1692838](#)]

### **1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci**

9. URBANČIČ, Mihej, KUTNAR, Lado, BOŽIČ, Gregor. Plant growth and diversity as indicators of soil conditions of mires in the eastern Julina Alps. V: WÖHRLE, Nicole (ur.). *Eurosoil 2004 : September, 04 - 12 Freiburg/Germany : abstracts and full papers*. Freiburg: s. n., 2004. <http://www.bodenkunde.uni-freiburg.de/eurosoil/>. [COBISS.SI-ID [1286054](#)]

10. KRAIGHER, Hojka, PUČKO, Marjana, BOŽIČ, Gregor. Revision of forest seed objects (seed stands) in Slovenia in 2003/2004. V: KONNERT, Monika (ur.). *Forum Genetik - Wald - Forstwirtschaft : Tagungsbericht : Ergebnisse forstgenetischer Feldversuche und Laborstudien und ihre Umsetzung in die Praxis : arbeitstagung von 20.- 22. September 2004 in Teisendorf*. Teisendorf: Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, 2004, str. 216-227, ilustr. [COBISS.SI-ID [1520806](#)]

### **1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci**

11. BOŽIČ, Gregor. Conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) and white poplar (*Populus alba* L.) in Slovenia. V: KOSKELA, Jarkko (ur.), VRIES, S. M. G. de (ur.), KAJBA, Davořin (ur.), WÜHLISCH, Georg von (ur.). *Populus nigra network : report of the seventh meeting (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eight (22-24 May 2003, Treppeln, Germany) meetings*. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 2004, str. 67. [COBISS.SI-ID [1504678](#)]

12. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor, MINIĆ, Marijana, PUČKO, Marjana. Gozdno semenarstvo v Sloveniji = Forest seed husbandry in Slovenia. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 291-302, ilustr. [COBISS.SI-ID [1683878](#)]

### **1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci**

13. KRAIGHER, Hojka, BOŽIČ, Gregor. Revision of forest seed objects (seed stands) in Slovenia in 2003 / 2004. V: *Bayerisches amt für forstliche saat- und pflanzenzucht : Forum Genetik-Wald-Forstwirtschaft 2004, 20.-22. September 2004*. Teisendorf: Bayerische Staatsforstverwaltung, 2004, [Str. 41]. [COBISS.SI-ID [1310630](#)]



14. BALLIAN, Dalibor, GREBENC, Tine, MELNIK, Viktor, FRANJIĆ, Josip, BOŽIČ, Gregor, KRAIGHER, Hojka. Genetical identification of Croatian Sibiraea (Sibiraea Croatica Deg., Rosaceae). V: *Bayerisches amt für forstliche saat- und pflanzenzucht : Forum Genetik-Wald-Forstwirtschaft 2004*, 20.-22. September 2004. Teisendorf: Bayerische Staatsforstverwaltung, 2004, [Str. 67]. [COBISS.SI-ID [1310886](#)]
15. BALLIAN, Dalibor, GREBENC, Tine, MELNIK, Viktor, FRANJIĆ, Josip, BOŽIČ, Gregor, KRAIGHER, Hojka. Genetical identification of Croatian Sibiraea (Sibiraea croatica Deg., Rosaceae). V: KONNERT, Monika (ur.). *Forum Genetik - Wald - Forstwirtschaft : Tagungsbericht : Ergebnisse forstgenetischer Feldversuche und Labor- studien und ihre Umsetzung in die Praxis : arbeitstagung von 20.- 22. September 2004 in Teisendorf*. Teisendorf: Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht, 2004, str. 336. [COBISS.SI-ID [1521062](#)]
16. BALLIAN, Dalibor, BOŽIČ, Gregor. Kontrola morfološke identifikacije klonova iz sjemenske plantaže bijelog bora "Koziji grm" pomoću izoenzimskih markera = The control of morphologic identification of the clones from the seed orchard of scots pine "Koziji grm" by using the isoenzyme markers. V: *Strategija razvoja domaće proizvodnje : Bihać*, 28. 30. septembar/rujan 2004. godine. [S. l.: s. n.], 2004, str. 128. [COBISS.SI-ID [1316006](#)]
17. GREBENC, Tine, BALLIAN, Dalibor, BOŽIČ, Gregor, KRAIGHER, Hojka. Molecular diversity and phylogenetic position of the genus Sibiraea within the family Rosaceae. V: XVII International Botanical Congress, Vienna, Austria, 17-23 July 2005. *Abstracts : XVII IBC 2005*. [Vienna: s. n., 2005], str. 439. [http://www.ibc2005.ac.at/program/abstracts/IBC2005\\_Abstracts.pdf](http://www.ibc2005.ac.at/program/abstracts/IBC2005_Abstracts.pdf). [COBISS.SI-ID [1612966](#)]
18. KRAIGHER, Hojka, PUČKO, Marjana, BOŽIČ, Gregor. Gojenje gozdov v luči genetike (M. Wraber 1950) - načela, razvoj, izvečba do 2005 = Sylviculture in the context of genetics (M. Wraber 1950)-principles, development and implementation till the year 2005. V: MARTINČIČ, Andrej (ur.), WRABER, Tone (ur.), ZUPANČIČ, Mitja (ur.). *Zbornik prispevkov in izvlečkov simpozija Flora in vegetacija Slovenije ter sosednjih območij 2005*, Ljubljana, 16.-18. september 2005 : contributions and abstracts. Ljubljana: Botanično društvo Slovenije: = Botanical Society of Slovenia: Slovenska akademija znanosti in umetnosti: = Slovenian Academy of Sciences and Arts, 2005, str. 18. [COBISS.SI-ID [1547686](#)]
19. GREBENC, Tine, BALLIAN, Dalibor, BOŽIČ, Gregor, WRABER, Tone, KRAIGHER, Hojka. Primerjava genetskih struktur avtohtonih populacij hrvaške in altajske sibirije z uporabno metod molekularne analize DNK = Compersion of the genetic structures of autochthomus Croatian and Altaic sibiraea populations by use of molecular analysis of DNA. V: MARTINČIČ, Andrej (ur.), WRABER, Tone (ur.), ZUPANČIČ, Mitja (ur.). *Zbornik prispevkov in izvlečkov simpozija Flora in vegetacija Slovenije ter sosednjih območij 2005*, Ljubljana, 16.-18. september 2005 : contributions and abstracts. Ljubljana: Botanično društvo Slovenije: = Botanical Society of Slovenia: Slovenska akademija znanosti in umetnosti: = Slovenian Academy of Sciences and Arts, 2005, str. 28. [CCBISS.SI-ID [1548198](#)]
20. GREBENC, Tine, BALLIAN, Dalibor, BOŽIČ, Gregor, WRABER, Tone, KRAIGHER, Hojka. Are croatian and altaic sibiraea - the same species? = Ali sta



hrvaška in altajska sibireja - isti vrst?. V: FILIPIČ, Metka (ur.), ZAJC, Irena (ur.). 4th Congress of Slovenian Genetic Society and 2nd Meeting of the Slovenian Society of Humar. Genetics with International Participation = IV. Kongres Slovenskega genetskega društva in II. srečanje Slovenskega društva za humano genetiko, z mednarodno udeležbo, September 28th-October 1st, 2006, Biološko središče, Ljubljana. *Genetika 2006 : Book of Abstracts*. Ljubljana: Slovensko genetsko društvo, 2006, str. 124. [COBISS.SI-ID [1744294](#)]

21. BALLIAN, Dalibor, BOŽIČ, Gregor, BOGUNIČ, Franjo, PUČKO, Marjana, KONNERT, Monika, KRAIGHER, Hojka. The analysis of the genetic variability of Norway spruce (*Picea abies*) subpopulation at the mountain of Igman. V *[Plant, fungal and habitats diversity investigation and conservation] : book of abstracts*. Sofia: Bulgarian Academy of Sciences, 2006, str. 264. [COBISS.SI-ID [1747878](#)]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.02 Strokovna monografija

22. ULBER, Marcus, GUGERLI, Felix, BOŽIČ, Gregor. *Swiss stone pine = Pinus cembra*, (EUFROGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use). Rome: International Plant Genetic Resources Institute, EUFROGEN secretariat, 2004. zbiranka [6 str.], ilustr. ISBN 92-9043-619-0.  
[http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pubfile.asp?ID\\_PUB=928](http://www.ipgri.cgiar.org/publications/pubfile.asp?ID_PUB=928). [COBISS.SI-ID [1199014](#)]

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

23. EMBORG, Jens, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej, MLINŠEK, Dušan, ROŽENBERGAR, Dušan, ŠALAMUN, Željko, KOLAR, Gaj, VITEZ, Tadeja, PETRIČ, Matevž, TANKO, Boštjan, MAGYAR, Aleksander, BITORAJC, Zoran, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURČ, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lačo, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, GREBENC, Tine, STERMŠEK, Zvonko, BOŽIČ, Gregor, KRAJNC, Robert, ROTAR, Nina, RUPEL, Matej, KUŠAR, Gal, ŽLINDRA, Daniel, KOPŠE, Igor, AMBROŽIČ, Elizabeta, KASTELIC, Zvone, ŽITNIK, Sašo, RAJH, Vesna, KRAJNC, Nike, LEVANIČ, Tom, HREN, Andrej, VILHAR, Urša. *Nature-based management of beech in Europe - a multifunctional approach to forestry : EU 5th Framework programme : 5th progress report, 1 February 2000 - 31 August 2004, the full project period : quality of life and management of living resources*. [S. l.: s. n.], 2004. 256 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1336486](#)]





**ANDREJ KOBLER [16067]**

**Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006**

---

**ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI**

**1.01 Izvirni znanstveni članek**

1. KOBLER, Andrej, CUNDER, Tomaž, PIRNAT, Janez. Modelling spontaneous afforestation in Postojna area, Slovenia. *J. Nat. Conserv.*, 2005, vol. 13, str. 127-135, ilustr. [COBISS.SI-ID [1510310](#)]

**1.04 Strokovni članek**

2. PUR, Aleksander, PRIBAKOVIĆ BRINOVEC, Radojko, LAVRAČ, Nada, DEBELJAK, Marko, BOHANEK, Marko, CESTNIK, Bojan, URBANČIČ, Tanja, ALBREHT, Tit, KOPAČ, Tadeja, KOBLER, Andrej, KLEMENC, Jernej, LUKŠIČ, Primož. Sodobne metode analiziranja in vrednotenja primarne in sekundarne ravni zdravstvenega varstva. *Bilt.-ekon. organ. inform. zdrav.*, 2006, letn. 22, št. 1, str. 4-17. [COBISS.SI-ID [19781415](#)]

**1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci**

3. KOBLER, Andrej, PFEIFER, Norbert, OGRINC, Peter, TODOROVSKI, Ljupčo, OŠTIR, Krištof, DŽEROSKI, Sašo. Using redundancy in aerial lidar point cloud to generate DTM in steep forested relief. V: KOUKAL, Tatjana (ur.). *3D remote sensing in forestry : proceedings : international workshop, Vienna, 14th-15th Feb. 2006*. Vienna: University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Department of Spatial, Landscape and Infrastructure-Sciences, 2006, str. 264-269, ilustr. [http://www.rali.boku.ac.at/fileadmin/v/H85/H857/workshops/3drsforestry/Proceedings\\_3D\\_Remote\\_Sensing\\_2006.pdf](http://www.rali.boku.ac.at/fileadmin/v/H85/H857/workshops/3drsforestry/Proceedings_3D_Remote_Sensing_2006.pdf). [COBISS.SI-ID [1700006](#)]

4. DŽEROSKI, Sašo, KOBLER, Andrej, GJORGJIOSKI, Valentin, PANOV, Panče. Using decision trees to predict forest stand height and canopy cover from LANSAT and LIDAR data. V: TOCHTERMANN, Klaus (ur.), SCHARL, Arno (ur.). *Managing environmental knowledge : EnviroInfo 2006 : proceedings of the 20th International Conference on Informatics for Environmental Protection, September 6-8, 2006, Graz, Austria*. Aachen: Shaker Verlag, 2006, str. 125-133. [COBISS.SI-ID [20110631](#)]
5. KOBLER, Andrej, ZAFRAN, Janez. Podatki letalskega lidarskega snemanja in njihova uporaba pri gospodarjenju z gozdom = Aerial lidar data and their application in forest management. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 83-96, ilustr. [COBISS.SI-ID [1680038](#)]
6. KOBLER, Andrej, DŽEROSKI, Sašo, KERAMITSOGLU, Iphigenia. Habitat mapping using machine learning-extended kernel-based reclassification of an Ikonos satellite image. V: DEBELJAK, Marko (ur.), DŽEROSKI, Sašo (ur.), ŽENKO, Bernard (ur.). *Selected papers from the Fourth European Conference on Ecological Modelling, September 27-October 1, 2004, Bled, Slovenia*, (Ecological modelling, Vol. 191, issue 1, 2006). Amsterdam: Elsevier, 2006, 2006, vol. 191, no. 1, str. 83-95, ilustr. [COBISS.SI-ID [1591718](#)]
7. KOBLER, Andrej, DŽEROSKI, Sašo, FAJFAR, Dušan. Napovedovanje požarne ogroženosti naravnega okolja v geografskem informacijskem sistemu. V: BOHANEK, Marko (ur.), GAMS, Matjaž (ur.), RAJKOVIČ, Vladislav (ur.), URBANČIČ, Tanja (ur.), BERNIK, Mojca (ur.), MLADENIČ, Dunja (ur.), GROBELNIK, Marko (ur.), HERIČKO, Marjan (ur.), KORDEŠ, Urban (ur.), MARKIČ, Olga (ur.), MUSEK, Janek (ur.), OSREDKAR, Mari Jože (ur.), KONONENKO, Igor (ur.), NOVAK ŠKARJA, Barbara (ur.). *Zbornik 9. mednarodne multikonference Informacijska družba IS 2006, 9. do 14. oktober 2006*, (Informacijska družba). Ljubljana: Institut "Jožef Stefan", 2006, str. 35-38. [COBISS.SI-ID [20209447](#)]
8. STOJANOVA, Daniela, PANOV, Panče, KOBLER, Andrej, DŽEROSKI, Sašo, TAŠKOVA, Katerina. Learning to predict forest fires with different data mining techniques. V: BOHANEK, Marko (ur.), GAMS, Matjaž (ur.), RAJKOVIČ, Vladislav (ur.), URBANČIČ, Tanja (ur.), BERNIK, Mojca (ur.), MLADENIČ, Dunja (ur.), GROBELNIK, Marko (ur.), HERIČKO, Marjan (ur.), KORDEŠ, Urban (ur.), MARKIČ, Olga (ur.), MUSEK, Janek (ur.), OSREDKAR, Mari Jože (ur.), KONONENKO, Igor (ur.), NOVAK ŠKARJA, Barbara (ur.). *Zbornik 9. mednarodne multikonference Informacijska družba IS 2006, 9. do 14. oktober 2006*, (Informacijska družba). Ljubljana: Institut "Jožef Stefan", 2006, str. 255-258. [COBISS.SI-ID [20209959](#)]
9. TAŠKOVA, Katerina, PANOV, Panče, KOBLER, Andrej, DŽEROSKI, Sašo, STOJANOVA, Daniela. Predicting forest stand properties from satellite images with different data mining techniques. V: BOHANEK, Marko (ur.), GAMS, Matjaž (ur.), RAJKOVIČ, Vladislav (ur.), URBANČIČ, Tanja (ur.), BERNIK, Mojca (ur.), MLADENIČ, Dunja (ur.), GROBELNIK, Marko (ur.), HERIČKO, Marjan (ur.), KORDEŠ, Urban (ur.), MARKIČ, Olga (ur.), MUSEK, Janek (ur.), OSREDKAR, Mari Jože (ur.), KONONENKO, Igor (ur.), NOVAK ŠKARJA, Barbara (ur.). *Zbornik 9. mednarodne multikonference Informacijska družba IS 2006, 9. do 14. oktober 2006*, (Informacijska družba). Ljubljana: Institut "Jožef Stefan", 2006, str. 259-262. [COBISS.SI-ID [20210215](#)]



## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

10. KOBLER, Andrej, DŽEROSKI, Sašo, KERAMITSOGLOU, Iphigenia. Habitat mapping of an Ikonos satellite image using Kernel-based reclassification enhanced with machine learning. V: DŽEROSKI, Sašo (ur.), ŽENKO, Bernard (ur.), DEBELJAK, Marko (ur.). The Fourth International Workshop on Environmental Applications of Machine Learning (EAML 2004), Bled, Slovenia, September 27-October 1, 2004. *Proceedings*. Ljubljana: Jožef Stefan Institute, 2004, str. 37-38. [COBISS.SI-ID [1309606](#)]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

11. KLUG, Hermann, VRŠČAJ, Borut, PERSOLJA, Jolanda, KOBLER, Andrej, CUNDER, Tomaž, HOČEVAR, Milan. *GIS management and decision tools : Spatial indicators for European nature conservation : summary report of deliverables no. 13 (Demonstration of GIS as management and decision tool), no. 14 (GIS prototype run report), no. 4e (GIS model of spontaneous afforestation), no. 5e (GIS meta data model) and 6e (Demo CD-ROM of meta data system) at Project Month 32*. [S. l.: s. n.], 2004. Pregledovalnik za WWW. <http://spin.space.noa.gr/service/SPIN-d13+.pdf>. [COBISS.SI-ID [4067193](#)]

12. BOCK, Michael, VRŠČAJ, Borut, KOBLER, Andrej, SELIŠKAR, Andrej, ADAMIČ, Miha. *Spatial indicators for european nature conservation : final report : contract no. EVG1-CT-2000-00019*. [S. l.]: Spatial Indicators for European Nature Conservation (SPIN), 2004. Pregledovalnik za WWW. <http://spin.space.noa.gr/service/SPIN-final-report.pdf>. [COBISS.SI-ID [1280422](#)]

13. LAVRAČ, Nada, DEBELJAK, Marko, BOHANEC, Marko, CESTNIK, Bojan, PUR, Aleksander, URBANČIČ, Tanja, ALBREHT, Tit, PRIBAKOVIČ BRINOVEC, Radivoje, KOPAČ, Tadeja, KOBLER, Andrej, KLEMENC, Jernej, LUKŠIČ, Primož. *Analiza dejavnikov za postavitev mreže zdravstvenih delavcev na primarni in sekundarni ravni (MediNet) : končno poročilo projekta*. Ljubljana: Inštitut "Jožef Štefan", Odsek za tehnologije znanja - E8, 2005. 178 f., ilustr., graf. prikazi, tabele. [COBISS.SI-ID [20727513](#)]

14. HOČEVAR, Milan, KOBLER, Andrej, KUŠAR, Gal, JAPELJ, Anže. *Gozdni viri Slovenije : stanje in razvoj 1990-2000-2005 : Global forest resources assessment 2005 : poročilo za Slovenijo*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. III, 120 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1591206](#)]

15. GABRIJELČIČ, Peter, FIKFAK, Alenka, ČOK, Gregor, GRUEV, Marta, RAČEČIČ-SKRT, Urška, RAČEČIČ, Rok, KOBLER, Andrej, VARUŠIČ, Janez. *Podrobnejša pravila urejanja prostora - urejanje manjših naselij : zaključno poročilo*. Ljubljana: Fakulteta za arhitekturo, 2005. 1 zv., ilustr. [COBISS.SI-ID [1832068](#)]

## 2.13 Elaborat, predstudija, študija

16. GABRIJELČIČ, Peter, GRUEV, Marta, FIKFAK, Aleka, ČOK, Gregor, KOBLER, Andrej, MARUŠIČ, Ivan. *Podrobnejša pravila urejanja prostora - urejanje manjših naselij*. Ljubljana: [Fakulteta za arhitekturo], 2004. 48 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1606276](#)]

## 2.15 Izvedensko mnenje, arbitražna odločba

17. KRAIGHER, Hojka, PUČKO, Marjana, KOBLER, Andrej, URBANČIČ, Mihej, KUTNAR Lado. *Primernost gozdnega reprodukcijskega materiala tujih provenienc za uporabo na posameznih provenienčnih območjih Slovenije : ekspertiza*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 39 str., ilustr. [CCBISS.SI-ID [1568422](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

18. DŽEROSKI, Sašo, KOBLER, Andrej, GJORGJIOSKI, Valentin, PANOVA, Panče. *Predicting forest stand height and canopy cover from LANDSAT and LIDAR data using data mining techniques : presented at Second NASA Data Mining Workshop: Issues and Applications in Earth Science, May 23-24, 2006, Pasadena, PA*. 2006. [COBISS.SI-ID [20051495](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

---

NIKICA OGRIS [23448]

Osebna bibliografija za obdobje 2003-2006

---

ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

1.01 Izvirni znanstveni članek

1. OGRIS, Nikica, JURC, Maja. Posledice viharnega vetra na Pokljuki v letu 2002 = Consequences of storm wind at Pokljuka in 2002. *Gozd. vestn.*, 2004, letn. 62, št. 7/8, str. 316-325, ilustr. [COBISS.SI-ID [1307302](#)]
2. OGRIS, Nikica, DŽEROSKI, Sašo, JURC, Maja. Windthrow factors - a case study on Pokljuka = Dejavniki vetroлома na primeru vetroлома na Pokljuki. *Zb. gozd. lesar.*, 2004, št. 74, str. 59-76, ilustr. [COBISS.SI-ID [1324710](#)]
3. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, JURC, Maja. Javorov rak (*Eutypella parasitica*: Ascomycota: Fungi) na gorskem javorju in maklenu : značilnosti in razlike = *Eutypella* canker (*Eutypella parasitica*: Ascomycota: Fungi) on sycamore maple and field maple : characteristics and differences. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 10, str. 411-418, ilustr. [COBISS.SI-ID [1587622](#)]
4. MEDVED, Mirko, OGRIS, Nikica, KLUN, Jaka, KOŠIR, Boštjan, VONČINA, Rafael. Koledarski čas in učinki dela z žičnimi napravami sincrofalke na tolminskem = Calendar time and work performance of sincrofalke cable cranes in the tolminsko region. *Zb. gozd. lesar.*, 2005 [i. e. 2006], št. 77, str. 113-142, ilustr. [COBISS.SI-ID [1636262](#)]

1.03 Kratki znanstveni prispevek

5. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. First reported outbreak of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on Turkey oak in Slovenia. *New disease reports*, February 2005 - July 2005, vol. 11, [2 str.], ilustr. [COBISS.SI-ID [1510822](#)]
6. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka. First report of *Botryosphaeria dothidea* causing bark dieback of European hop hornbeam in Slovenia. *New disease reports*, February 2005 - July 2005, vol. 11, [3 str.], ilustr. [COBISS.SI-ID [1514662](#)]
7. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, SLIPPERS, J., STENLID, J. First report of *Eutypella* canker of *Acer pseudoplatanus* in Europe. *New disease reports*, August 2005 - January 2006, vol. 12, [2 str.], ilustr. <http://www.bspp.org.uk/ndr/jan2006/2005-99.asp>. [COBISS.SI-ID [1596070](#)]
8. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka. First reported *Botryosphaeria dothidea* causing bark dieback of European hop hornbeam in Slovenia. *Plant Pathol.*, 2006, vol. 55, no. 2, str. 299. [COBISS.SI-ID [1657510](#)]
9. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. First reported outbreak of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on Turkey oak in Slovenia. *Plant Pathol.*, 2006, vol. 55, no. 2, str. 299. [COBISS.SI-ID [1657254](#)]
10. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. First report of *Eutypella* canker of *Acer pseudoplatanus* in Europe. *Plant Pathol.*, 2006, vol. 55, iss. 4, str. 577. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01426.x>. [COBISS.SI-ID [1711270](#)]

## 1.05 Poljudni članek

11. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej. Priložnost za razvoj mikologije pri nas : podatkovna zbirka o glivah Slovenije. *Delo (Ljubl.)*, 2 12.2004, letn. 46, št. 281, str. 19, ilustr. [COBISS.SI-ID [1344934](#)]

## 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

12. KLUN, Jaka, OGRIS, Nikica, MEDVED, Mirko. Analiza delovnega časa pri spravilu z žičnimi žerjavi syncrofalke v slovenskih razmerah = Analysis of working time in wood extraction with syncrofalke cable in slovene conditions. V: MEDVED, Mirko (ur.), KOŠIR, Boštjan (ur.). *Mednarodno posvetovanje Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: = Slovenian Forestry Institute, 2004, str. 129-150, ilustr. [http://petelin.gozdis.si/zicnice/fin/pdf\\_articles/klun.pdf](http://petelin.gozdis.si/zicnice/fin/pdf_articles/klun.pdf). [COBISS.SI-ID [1294758](#)]

13. MEDVED, Mirko, OGRIS, Nikica, KLUN, Jaka, MEDVED, Mirko, KOŠIR, Boštjan. Primerjava koledarskega časa in učinkov dela na primeru treh žičnih naprav = Comparison of calendar time and work performance on the case of three cable cranes. V: MEDVED, Mirko (ur.), KOŠIR, Boštjan (ur.). *Mednarodno posvetovanje Spravilo lesa z žičnicami za trajnostno gospodarjenje z gozdovi*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: = Slovenian Forestry Institute, 2004, str. 183-208, ilustr. [http://petelin.gozdis.si/zicnice/fin/pdf\\_articles/medved.pdf](http://petelin.gozdis.si/zicnice/fin/pdf_articles/medved.pdf). [COBISS.SI-ID [1295526](#)]

14. ROBEK, Robert, KLUN, Jaka, KRAJNC, Nike, MAVSAR, Robert, OGRIS, Nikica, PIŠKUR, Mitja, MEDVED, Mirko, BOGATAJ, Nevenka. Removing barriers for forest operation improvements among non-industrial private forest owners in Solčava (Northern Slovenia). V: ROBEK, Robert (ur.), ARZBERGER, Ulrich (ur.). *Forest operation improvements in farm forestry in Slovenia : workshop proceedings : Logarska Dolina, Slovenia, 9-14 September 2003*. Rome: Food and agriculture organization of the United nations, 2004, str. 177-186, ilustr. [COBISS.SI-ID [1341862](#)]

15. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, JURC, Maja. Podatkovna zbirka gliv Slovenije *Boletus informaticus* in njen pomen za ocenjevanje biotske pestrosti gozdnih ekosistemov = The database of fungi in Slovenia *Boletus informaticus* and its significance for assessing biodiversity of forest ecosystems. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 303-316, ilustr. [COBISS.SI-ID [1684134](#)]

## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

16. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. Introduction to Eutypella canker of maple : presented at EPPO conference on Phytophthora ramorum and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/21\\_ogris&jurc/Ogris&Jurc1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/21_ogris&jurc/Ogris&Jurc1.HTM). [COBISS.SI-ID [1646758](#)]

17. JURC, Dušan, JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JAKŠA, Jošt, JURC, Maja. Is an attempt to eradicate Eutypella canker of maple in Europe feasible? : presented at EPPO conference on Phytophthora ramorum and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/23\\_jurc/Jurc1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/23_jurc/Jurc1.HTM). [COBISS.SI-ID [1647014](#)]



18. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, JURC, Maja. Spread risk of *Eutypella* cancer of maple in Europe : presented at EPPO conference on *Phytophthora ramorum* and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/22\\_ogris/Ogris1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/22_ogris/Ogris1.HTM). [COBISS.SI-ID 1647270]

### 1.13 Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci

19. OGRIS, Nikica, JURC, Maja. Debelo drevje v sanacijskih sečnjah 1994-2002 = Large trees in sanitary felling from 1994-2002 : [poster]. V: BRUS, Robert (ur.). *Staro in debelo drevje v gozdu : zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni, 25.-26. marec 2004 : conference proceedings of the 22nd Forestry Study Days, 25-26, March 2004*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2004, str. 285-288. [COBISS.SI-ID 1192102]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.01 Znanstvena monografija

20. OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej, JURC, Dušan. *Boletus informaticus 1.1.015*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, cop. 2004. 1 el. optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 1667238]

21. ROBEK, Robert, BOGATAJ, Nevenka, KLUN, Jaka, KRAJNC, Nike, MAVSAR, Robert, OGRIS, Nikica, PIŠKUR, Mitja, MEDVED, Mirko. *Forest operation improvements in farm forestry in Slovenia : encouragement of advanced operation methods among forest owners in local community*, (Forest harvesting case-study, 20). Rome: Food and agriculture organization of the United nations, 2005. VII, 58 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 1338278]

22. JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, OGRIS, Nikica. *Glive Slovenije : vrste in razširjenost = Fungi of Slovenia : species and distribution*, (Studia forestalia Slovenica, 124). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica, 2005. VI, 497 str., ilustr. ISBN 961-6425-24-2. [COBISS.SI-ID 223652096]

23. OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej, JURC, Dušan. *Boletus informaticus 1.2.000*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, cop. 2006. 1 el. optični disk (CD-ROM). [COBISS.SI-ID 1667494]

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

24. RENER, Igor, JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Poročilo o zdravstvenih pregledih sadik v gozdnih, okrasnih in topolovih drevesnicah v letu 2004*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 3 str. ÷ pril. [COBISS.SI-ID 1368742]

25. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, PILTAVER, Andrej, DOLENC, Amadeo. *Seznam vrst in razširjenost makromicet v Sloveniji z analizo stopnje ogroženosti = ciljni raziskovalni program "Konkurenčnost Slovenije 2001-2006" = projekt št. V4-0703*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 408 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 1314982]

26. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Končno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovlanega dela v okviru pogodbe št. 2311-05-000175 o dodatni proučitvi glive povzročiteljice javorovega raka : poročilo velja za obdobje od 6.9.2005 do 1.12.2005*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. Loč. pag., ilustr. [COBISS.SI-ID 1578406]

### 2.13 Elaborat, predstudija, študija

27. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. *Poročilo o preskusi : analizni izvid: Quercus sp., uvoz iz ZA, 29.09.2006, Šentjur pri Celju : analizni izvid št. : N20060927-007*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 3 f. [COBISS.SI-ID 1741478]

28. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. *Poročilo o prvem ročnem odmiranju poganjkov rdečega bora zaradi glive Gremmeniella abietina v Sloveniji*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 10 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1710246](#)]

29. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Report on Eutypella parasitica presence in Slovenia (May 2005 - January 2006) and suggestions for measures*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 3 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1648550](#)]

## 2.15 Izvedensko mnenje, arbitražna odločba

30. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Odpadanje lipovega lista in problemi oskrbe parka v Ankaranu*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 2004. 5 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1272486](#)]

31. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica. *Sušenje cera in drugega drevja pod hribom Žekanec*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 10 str., il.str., zvd., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1312934](#)]

32. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan. *Sušenje sadik gorskega javorja (Acer pseudoplatanus L.) v GGO Brežice*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 2005. 8 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1479078](#)]

33. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JURC, Maja. *Zdravje drevja v parku Splošne bolnišnice Novo mesto, še posebej obžaganega doba (Quercus robur) z obsegom 380 cm*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prognostična služba za varstvo gozdov, 2005. 7 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1507238](#)]

34. OGRIS, Nikica. *Odmiranje poganjkov črnega bora v Žerjavu zaradi glive Gremmeniella abietina*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 6 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1733286](#)]

35. OGRIS, Nikica. *Rjavenje bukovih listov na Smrečevcu v letu 2006*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 7 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1733542](#)]

## 2.25 Druge monografije in druga zaključena dela

36. OGRIS, Nikica. *Vzroki in posledice vetroloma na Pokljaki novembra 2002 : strokovna naloga*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 19 str., zvd. [COBISS.SI-ID [1430694](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.25 Druga izvedena dela

37. MEDVED, Mirko, KLUN, Jaka, OGRIS, Nikica. *Gozdarska tehnika, Davča, 16.8.2003 : demo 03*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko, 2003. ISBN 961-6425-07-2. [COBISS.SI-ID [125713664](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

## MATJAŽ ČATER [15493]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. ČATER, Matjaž, LEVANIČ, Tom. Increments and environmental conditions in two slovenian pedunculate-oak forest complexes. *Ekologija (Bratisl.)*, 2004, vol. 23, no. 4, str. 353-365, ilustr. [COBISS.SI-ID [1286310](#)]
2. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, ČATEF, Matjaž. Impacts of gaps on humus forms in dinaric silver fir-beech (*Omphalodo-Fagetum*) and soil solution quality. *Mitt. Österr. Bodenkd. Ges.*, 2005, heft 72, str. 179-187, ilustr. [COBISS.SI-ID [1438630](#)]
3. ČATER, Matjaž, BATIČ, Franc. Groundwater and light conditions as factors in the survival of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seedlings. *European journal of forest research*, 2006, vol. 125, str. 419-426, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-006-0134-6>. [COBISS.SI-ID [4687481](#)]

##### 1.04 Strokovni članek

4. SIMONČIČ, Primož, ČATER, Matjaž, BREZNIKAR, Andrej, ZUPANIČ, Matjaž. Ekološke in gozdnogojitvene osnove za podsadnjo bukve v antropogenih smrekovih sestojih : zgoščena informacija o rezultatih raziskovalne naloge "Vnašanje listavcev za trajnostno gospodarjenje z gozdovi - SUSTMAN". *Gozd. vestr.*, 2005, letn. 63, št. 9, str. 365-372, ilustr. [COBISS.SI-ID [1570982](#)]

##### 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

5. ČATER, Matjaž, HLADNIK, David. Sustainable management of Slovenian floodplain forests and landscape Level. V: ANDERSSON, Folke (ur.), BIROT, Yves (ur.), PÄIVINEN, Risto (ur.). *Towards the sustainable Use of Europe's Forests : Forest ecosystem and*

*landscape research: scientific challenges and opportunities*, (EFI Proceedings, No. 49).  
Joensuu: European Forest Institute, 2004, str. 41-49, ilustr. [COBISS.SI-ID [1312678](#)]

## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

6. ČAS, Jure, ČATER, Matjaž. Some morphological characteristics of underplanted beech seedlings on Pohorje[!] forest complex. V: *International symposium : 24. - 26. November 2004, University of Ulm, Reisingburg, Germany : Abstracts & Schedule*. [S. l.]: Sustman, 2004, str. 10. [http://www.sustman.de/Final\\_Prog.pdf](http://www.sustman.de/Final_Prog.pdf). [COBISS.SI-ID [1348518](#)]

7. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Light conditions, soil properties, foliar analysis and biomass on the plot with introduced beech seedlings. V: *International symposium : 24. - 26. November 2004, University of Ulm, Reisingburg, Germany : Abstracts & Schedule*. [S. l.]: Sustman, 2004, str. 18. [http://www.sustman.de/Final\\_Prog.pdf](http://www.sustman.de/Final_Prog.pdf). [COBISS.SI-ID [1348262](#)]

8. SCHMID, I., ČATER, Matjaž, LINNERT, M. Growth of advanced-planted beech seedlings influenced by light. V: *International symposium : 24. - 26. November 2004, University of Ulm, Reisingburg, Germany : Abstracts & Schedule*. [S. l.]: Sustman, 2004, str. 28. [http://www.sustman.de/Final\\_Prog.pdf](http://www.sustman.de/Final_Prog.pdf). [COBISS.SI-ID [1349286](#)]

9. KUTNAR, Ladc, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. Influence of ecological conditions and forest structure on species diversity of (fir)-beech forests in a cinaric region, Slovenia. V: *48th IAVS Symposium : Lisbon, Julz 24th-29th 2005 : abstracts*. Lisboa: ISA Press, Departamento de Protecção de Plantas e de Fotoecologia, 2005, str. 105. [COBISS.SI-ID [1525414](#)]

10. ČATER, Matjaž, BATIC, Franc. Effect of light groundwater tabel on seedlings of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Slovenia. V: *Ecosystem tree : 10.th International meeting of the working group of experimental ecology within the German society of ecology, AKOE 2005, 14. - 18. März 2005 : final program and abstracts*. Essen: Universität Duisburg, 2005, str. 3. [COBISS.SI-ID [1465766](#)]

11. SCHMID, I., ČATER, Matjaž, LINNERT, M., KAZDA, M. Light climate and root competition influence growth of beech seedlings below spruce shelter. V: *Ecosystem tree : 10.th International meeting of the working group of experimental ecology within the German society of ecology, AKOE 2005, 14. - 18. März 2005 : final program and abstracts*. Essen: Universität Duisburg, 2005, str. 30. [COBISS.SI-ID [1465510](#)]

12. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Biomass, soil moisture, light and root distribution on site with introduced beech seedlings. V: *Prozesse im Wurzelraum Wasser, Nährstoffe, Sauerstoff und Wurzeln : 11. Jahrestagung des Arbeitskreises "Experimentelle Ökologie" der GfÖ : Schloß Reisingburg 3.-5. April 2006*. [S. l.: s. n.], 2006, str. 37. [COBISS.SI-ID [1670566](#)]

13. VILHAR, Urša, NADHEZDINA, Nadja, CERMAK, Jan, GASPAREK, Jan, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Root biomass and transpiration in underplanted beech in spruce stand on Pohorje. V: EPHRATH, Jhonathan (ur.). *Woody root*



*processes : revealing the hidden half : Sade Boqer, Israel, 4-6 February 2006. Sade Boqer: [s. n.], 2006, str. P7. [COBISS.SI-ID 1654182]*

### **1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji**

**14. KAZDA, Marian, ČATER, Matjaž, CERMAK, Jan, NADHEZDINA, Nadja, LINNERT, Martin, LÜPKE, Burghardt von, SALZER, Jörg, SCHMID, Iris. Light climate, canopy influence and plant reaction. V: OLESKOG, Gunilla (ur.), LÖF, Magnus (ur.). *The ecological and silvicultural bases for underplanting beech (*Fagus sylvatica* L.) below Norway spruce shelterwood (*Picea abies* L. Karst.)*, (Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, band 139). Frankfurt: J. D. Sauerländer's Verlag, 2005, str. 40-47, ilustr. [COBISS.SI-ID 1480102]**

### **1.17 Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji**

**15. ČATER, Matjaž. Mednarodni kazalniki in monitoringi biotske pestrosti : d. V: FERLIN, Franc (ur.). *Razvoj mednarodno primerljivih kazalcev biotske pestrosti v Sloveniji in nastavitev monitoringa teh kazalcev - na podlagi izkušenj iz gozdnih ekosistemov : CRP projekt 2001-2003, Elaborat : splošni del*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004, str. 7-29. [COBISS.SI-ID 1248934]**

**16. ČATER, Matjaž, OŽBOLT, Iztok, FERLIN, Franc, MATIJAŠIČ, Dragan, JONOZOVIČ, Marko. Pregled obstoječih monitoringov na področju gozdarstva in lovstva v Sloveniji. V: FERLIN, Franc (ur.). *Razvoj mednarodno primerljivih kazalcev biotske pestrosti v Sloveniji in nastavitev monitoringa teh kazalcev - na podlagi izkušenj iz gozdnih ekosistemov : CRP projekt 2001-2003, Elaborat : splošni del*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004, str. 31-42. [COBISS.SI-ID 1249190]**

**17. KOVAČ, Marko, ČATER, Matjaž. Predlog metodološkega koncepta integriranega monitoringa biotske pestrosti v Sloveniji. V: FERLIN, Franc (ur.). *Razvoj mednarodno primerljivih kazalcev biotske pestrosti v Sloveniji in nastavitev monitoringa teh kazalcev - na podlagi izkušenj iz gozdnih ekosistemov : CRP projekt 2001-2003, Elaborat : splošni del*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004, str. 93-115. [COBISS.SI-ID 1249702]**

**18. BATIČ, Franc, ČATER, Matjaž, HLADNIK, David, SIMONČIČ, Primož, BATIČ, Franc. Slovenia. V: MARELL, Anders (ur.). *European long-term research for sustainable forestry : experimental and monitoring assets at the ecosystem and landscape level. Part 1, Country reports*, (Technical report, 3). Paris Cedex: GIP ECOFOR, 2005, str. 236-243, ilustr. [COBISS.SI-ID 1556646]**

---

## **MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA**

## 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

19. SIMONČIČ, Primož, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka, ČATER, Matjaž, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. *Nat-Man WP4 - Slovenia*, (Nat-Man working report). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 44 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1358502](#)]

20. KUTNAR, Lado, URBANČIČ, Mihej, MARTINČIČ, Andrej, ČATER, Matjaž, KALAN, Polona, SMOLEJ, Igor, SIMONČIČ, Primož. *Pestrost posebnih gozdnih ekosistemov kot kazalnik rastiščnih razmer in gospodarjenja : zaključno poročilo projekta št. V4-0438-01*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 8, 89, €, 28 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1204134](#)]

21. ČATER, Matjaž. *Zaključno poročilo o rezultatih opravljenega dela na projektu ciljnega raziskovalnega programa (CRP) - "Konkurenčnost Slovenije 2001-2006" : dendrokronološke, gozdnoekološke in gozdnojitvene raziskave v gozdovih*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 50 f., ilustr. [COBISS.SI-ID [1644710](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.14 Predavanje na tuji univerzi

22. ČATER, Matjaž. *Effect of light and groundwater table on seedling of pedunculate oak in Slovenia : invited presentation at the Institute of Silviculture of the University of Göttingen on Thursday, February 5, 2004*. 2004. [COBISS.SI-ID [1250246](#)]

23. SCHMID, I., ČATER, Matjaž. *Wachstum und Photosyntheseleistung vorangebauter Buchen in Abhängigkeit von ober- und unterirdischer Faktoren : Abteilungsseminar am Donnerstag, den 02.12.2004*. Ulm: Universität Ulm, 2004. [COBISS.SI-ID [1349542](#)]

### 3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

24. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. *Obnova starekvih monokultur s presadnjo listavcev : predstavitev na delavnici ZGS, 18.3.2004*. [S. l.]: Zavod za gozdove, 2004. [COBISS.SI-ID [1355174](#)]

25. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. *Rezultati raziskav na ploskvah z vnesenimi listavci v smrekovih monokulturah na Pohorju : predstavitev na delavnici ZGS, 4.11.2004*. [S. l.]: Zavod za gozdove, 2004. [COBISS.SI-ID [1354918](#)]

26. ČATER, Matjaž. *Slovenian oak forests : perspective in view of climate change : paper presented at Franco Slovenian Workshop*. [S. l.: s. n.], 2004. [COBISS.SI-ID [1354662](#)]

### 3.25 Druga izvedena dela

27. SCHMED, Iris, KAZDA, Marian, ČATER, Matjaž. *Light quality under spruce shelter : Sustman 4th project meeting, 13.04.-15.04.2005*. Zreče: Slovenia Forest Service: Sloveniana Forestry Institut: SUSTMAN, 2005. [COBISS.SI-ID [1480558](#)]

28. ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. *Mineral nutrition and biomass of beech seedlings according to the light gradient : Sustman 4th project meeting, 13.04.-15.04.2005*. Zreče: Slovenia Forest Service: Sloveniana Forestry Institut: SUSTMAN, 2005. [COBISS.SI-ID [1480614](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

## MAJA JURC [02491]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. OGRIS, Nikica, JURC, Maja. Posledice viharnega vetra na Pokljuki v letu 2002 = Consequences of storm wind at Pokljuka in 2002. *Gozd. vestn.*, 2004, letn. 62, št. 7/8, str. 316-325, ilustr. [COBISS.SI-ID [1307302](#)]
2. OGRIS, Nikica, DŽEROSKI, Sašo, JURC, Maja. Windthrow factors - a case study on Pokljuka = Dejavniki vetroloma na primeru vetroloma na Pokljuki. *Zb. gozd. lesar.*, 2004, št. 74, str. 59-76, ilustr. [COBISS.SI-ID [1324710](#)]
3. JURC, Maja. Insect pathogens with special reference to pathogens of bark beetles (COL. Solytidae: *Ips typographus* L.) : preliminary results of isolation of entomopathogenic fungi from two spruce bark beetles in Slovenia = Patogeni žuželk s poudarkom na patogenih podlubnikih (COL., Scolytidae: *Ips typographus* L.) : preliminarni rezultati o izolaciji entomopatogenih gliv iz dveh smrekovih podlubnikov v Sloveniji. *Zb. gozd. lesar.*, 2004, št. 74, str. 97-124, ilustr. [COBISS.SI-ID [1325222](#)]
4. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, JURC, Maja. Javorov rak (*Eutypella parasitica*: Ascomycota: Fungi) na gorskem javorju in maklenu : značilnosti in razlike = *Eutypella* canker (*Eutypella parasitica*: Ascomycota: Fungi) on sycamore maple and field maple : characteristics and differences. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 10, str. 411-418, ilustr. [COBISS.SI-ID [1537622](#)]
5. BOJOVIC, Srdjan, JURC, Maja, DRAZIC, Dragana, PAVLOVIC, Pavle, MITROVIC, Miroslava, DJUREJEVIC, Lola, DODD, Richard S., AFZAL-RAFII, Zara, BARBERO, Marcel. Origin identification of *Pinus nigra* populations in southwestern Europe using terpene composition variations. *Trees (Berl. West)*. 2005, vol. 19, no. 4, str. 357-368, ilustr. [COBISS.SI-ID [1434790](#)]

##### 1.02 Pregledni znanstveni članek



**6. JURC, Dušan, JURC, Maja. Storževa listonožka (*Leptoglossus occidentalis*, Hemiptera: Coreidae) se hitro širi po Sloveniji = Leaf footed conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis*, Hemiptera: Coreidae) is quickly spreading across Slovenia. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 2, str. 59-67, ilustr. [COBISS.SI-ID [1487782](#)]**

7. JURC, Maja. Navadna smreka - *Picea abies* (L.) Karsten : žuželke na deblih, vejah in v lesu : *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Polygraphus poligraphus*, *Ips amitinus* = Norway spruce - *Picea abies* (L.) Karsten : insects on trunks, branches and in the wood : *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, *Polygraphus poligraphus*, *Ips amitinus*. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 1, [str. 21-35], ilustr. [COBISS.SI-ID [1651366](#)]

8. JURC, Maja. Navadna smreka - *Picea abies* (L.) Karsten : žuželke na deblih, vejah in v lesu : *Dryocoetes autographus*, *Cryphalus abietis*, *Dendroctonus micans*, *Xyloterus lineatus*, *Hylastes cunicularius*, *Crypturgus pusillus* = Norway spruce - *Picea abies* (L.) Karsten : insects on trunks, branches and in the wood : *Dryocoetes autographus*, *Cryphalus abietis*, *Dendroctonus micans*, *Xyloterus lineatus*, *Hylastes cunicularius*, *Crypturgus pusillus*. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 2, [str. 81-96], ilustr. [COBISS.SI-ID [1658534](#)]

9. JURC, Maja. Navadna smreka - *Picea abies* (L.) Karsten : žuželke na deblih, vejah in v lesu : *Hylurgops palliatus*, *Hylurgops glabratus*, *Pissodes harcyniae*, *Tetropium fuscum*, *Tetropium castaneum*, *Hylecoetus dermestoides*, *Urocerus gigas*, *Sirex juvencus*, *Camponotus herculeanus*, *Cydia pactolana* = Norway spruce - *Picea abies* (L.) Karsten : insects on trunks, branches and in the wood. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 4, [str. 49-64], ilustr. [COBISS.SI-ID [1701542](#)]

10. JURC, Maja. Hrasti - *Quercus* spp. : žuželke na poganjkih, listih in iglicah : Gobar (*Lymantria dispar*), zeleri hrastov zavijač (*Tortrix viridana*), mali zimski pedic (*Operophtera brumata*), veliki zimski pedic (*Erannis defoliaria*), hrastov sprevodni prelec (*Thaumetopoea processionea*), zlatoritka (*Euproctis chrysorrhoea*), prstaničar (*Malacosoma neustria*) = Oaks - *Quercus* spp. : insects on branches, leaves and needles. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 5/6, [str. 65-80], ilustr. [COBISS.SI-ID [1705382](#)]

11. JURC, Maja. Hrasti - *Quercus* spp. : žuželke na poganjkih in listih : *Archips xylosteana*, *Tischeria ekebladella*, *Phylloxera* spp., *Caliroa annulipes*, *Apethymus abdominalis*, *Apethymus braccatus* = Oaks - *Quercus* spp. : insects on branches and leaves. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 7/8, str. 81-87 [313-319], ilustr. [COBISS.SI-ID [1754534](#)]

12. JURC, Maja. Hrasti - *Quercus* spp. : žuželke na deblih, vejah in lesu : *Coroebus florentinus*, *Scolytus intricatus*, *Xyleborus dispar*, *Callimellum angulatum angulatum*, *Poecilium alni*, *Exocentrus adspersus* = Oaks - *Quercus* spp. : insects on trunks, branches and wood. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 7/8, str. 88-96 [320-328], ilustr. [COBISS.SI-ID [1754790](#)]

## 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

13. JURC, Maja, BOJOVIĆ, Srdjan. Bark beetle outbreaks during the last decade with special regard to the eight-toothed bark beetle (*Ips amitinus* Eichh.) outbreak in the Alpine region of Slovenia. V: CSÓKA, György (ur.). *Biotic damage in forests* :

*proceedings of the IUFRO Symposium (WP 7. 03. 19 "Methodolgy of forest pest and disease survey in Central Europe") held in Mátrafü:ed, Hungary, September 12-16, 2004. Mátrafü:ed: Hungarian forest research institute, 2004, str. 85-95. [COBISS.SI-ID 1655206]*

14. JURC, Maja, PERKO, Marko, DŽEROSKI, Sašo, DEMŠAR, Damjan, HRAŠOVEC, Boris. Modeling two spruce bark beetle populations (Scolytidae: *Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*) in Southwestern Slovenia : a tool in the management of economically important species. V: DŽEROSKI, Sašo (ur.), DEBELJAK, Marko (ur.), ŽENKO, Bernard (ur.). *The Fourth European Conference on Ecological Modelling - ECEM 2004, Bled, Slovenia, September 27 - October 1, 2004. Proceedings.* Ljubljana: Jožef Stefan Institute, 2004, str. 69-70. [COBISS.SI-ID 18533159]

15. JURC, Maja. Pomen saproksilnih hroščev ter njihovo ohranjanje v Sloveniji = The importance of a saproxylic beetles and their conservation in Slovenia. V: BRUS, Robert (ur.). *Staro in debelo drevje v gozdu : zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni, 25.-26. marec 2004 : conference proceedings of the 22nd Forestry Study Days, 25-26, March 2004.* Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2004, str. 57-74. [COBISS.SI-ID 1187238]

16. JURC, Maja. Smrekovi podlubniki (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: scolytidae) v Evropi in Sloveniji : monitoring dinamike populacij, preprečevanje škode ter kratkoročna napoved gradacij = Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in Europe and Slovenia : monitoring of the population dynamic, prevention of damages and short-term risk assessment. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 181-195, ilustr. [COBISS.SI-ID 1681574]

17. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, PILTAVER, Andrej, JURC, Maja. Podatkovna zbirka gliv Slovenije *Boletus informaticus* in njen pomen za ocenjevanje biotske pestrosti gozdnih ekosistemov = The database of fungi in Slovenia *Beletus informaticus* and its significance for assessing biodiversity of forest ecosystems. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 303-316, ilustr. [COBISS.SI-ID 1684134]

18. JURC, Maja, PERKO, Marko, DŽEROSKI, Sašo, DEMŠAR, Damjan, HRAŠOVEC, Boris. Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forests of Slovenia : monitoring and modeling. V: DEBELJAK, Marko (ur.), DŽEROSKI, Sašo (ur.), ŽENKO, Bernard (ur.). *Selected papers from the Fourth European Conference on Ecological Modelling, September 27-October 1, 2004, Bled, Slovenia*, (Ecological modelling, vol. 194, issues 1-3, 2006). Amsterdam: Elsevier, 2006, 2006, vol. 194, no. 1/3, str. 219-226, ilustr. <http://ejournals.ebsco.com/direct.asp?ArticleID=4CB783F18E1961BDECF8>. [COBISS.SI-ID 1640870]

## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

19. UREK, Gregor, ŠIRCA, Saša, JURC, Maja, JURC, Dušan. Environmental conditions which could influence the establishment and spread of pine wood nematode in Slovenia. V: *European Society of Nematologists XXVII International Symposium : Rome, 14-18 June 2004 : programme and abstracts*. Rome: European Society of Nematologists, 2004, str. 62. [COBISS.SI-ID [1739580](#)]
20. JURC, Maja. Gradacije potkornjaka u Sloveniji od 1993. 2003., s posebnim osvrtom na šumariju Kočevje u 2001. 2002. godini. *Glas. bijn. zašt.*, 2004, god. 4, br. 1, str. 40. [COBISS.SI-ID [1407398](#)]
21. JURC, Maja. Conservation of beetles, coarse woody debris & Natura 2000 in Europe - Slovenian experience. V: LASALLE, John (ur.), PATTEN, Mathew (ur.), ZALUCKI, Myron (ur.). XXII International Congress of Entomology, 15-21 August 2004, Brisbane, Queensland, Australia. *Strength in diversity : entomology : [book of titles of presentations of the XXII International Congress of Entomology]*. [S. l.]: Carillon Conference Management Pty Limited, cop. 2004. [COBISS.SI-ID [1405862](#)]
22. DORADO, Isabel, DE LUIS, Martin, ČUFAR, Katarina, DI FILIPPO, A., JURC, Maja, GONZALES-HIDALGO, J.C., PIOVESAN, G., RAVENTÓS BONVEHI, Jose. Climate-growth relationship of Aleppo pine (*Pinus halepensis*) from three different Mediterranean localities. V: *Eurodendro 2005 : international conference of dendrochronology : September, 28th-October 2nd 2005, Viterbo, Italy*. Viterbo: Sette citta, 2005, str. 13-14. [COBISS.SI-ID [1335177](#)]
23. JURC, Dušan, JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JAKŠA, Jošt, JURC, Maja. Is an attempt to eradicate Eutypella canker of maple in Europe feasible? : presented at EPPO conference on Phytophthora ramorum and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/23\\_jurc/Jurc1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/23_jurc/Jurc1.HTM). [COBISS.SI-ID [1647014](#)]
24. OGRIS, Nikica, JURC, Dušan, JURC, Maja. Spread risk of Eutypella cancer of maple in Europe : presented at EPPO conference on Phytophthora ramorum and other forest pests, Falmouth, Cornwall, GB, 2005-10-05. *European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO)*. [http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005\\_meetings/ramorum\\_presentations/22\\_ogris/Ogris1.HTM](http://archives.eppo.org/MEETINGS/2005_meetings/ramorum_presentations/22_ogris/Ogris1.HTM). [COBISS.SI-ID [1647270](#)]
25. JURC, Maja. Fungi associated with bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) on Norway spruce in Slovenia. V: *Forests in the balance : linking tradition and technology : XXII IUFRO World congress, 8-13 August 2005, Brisbane, Australia, (The International forestry review)*. Brisbane: Commonwealth forestry association, 2005, str. 81-82. [COBISS.SI-ID [1631142](#)]

JURC, Maja. Prispevek k poznavanju podlubnikov (Coleoptera:Scolytidae) Slovenije = Contribution to the understanding of the bark beetles (Coleoptera:Scolyridae) of Slovenia. V: PREŠERN, Janez (ur.). *Knjiga povzetkov*. Ljubljana: Slovensko entomološko društvo Štefana Michielija: Prirodoslovni muzej Slovenije, 2006, str. 32-33. [COBISS.SI-ID [1766566](#)]

### 1.13 Objavljeni povzetek strokovnega prispevka na konferenci

26. OGRIS, Nikica, JURC, Maja. Debelo drevje v sanacijskih sečnjah 1994-2002 = Large trees in sanitary felling from 1994-2002 : [poster]. V: BRUS, Robert (ur.). *Staro in debelo drevje v gozdu : zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni, 25.-26. marec 2004 : conference proceedings of the 22nd Forestry Study Days, 25-26, March 2004*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2004, str. 285-288. [COBISS.SI-ID [1192102](#)]

### 1.20 Predgovor, spremna beseda

27. JURC, Dušan, JURC, Maja, JAKŠA, Jošt. Zdravje gozda : uvodnik. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 1, str. 2. [COBISS.SI-ID [1651378](#)]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.03 Univerzitetni ali visokošolski učbenik z recenzijo

28. JURC, Maja. *Gozdna zoologija : [univerzitetni učbenik]*. 1. natis. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2005. XI, 348 str., ilustr. ISBN 961-6020-30-7. [COBISS.SI-ID [121802752](#)]

### 2.05 Drugo učno gradivo

29. JURC, Maja. *Varstvo gozdov : študijsko gradivo*. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2005. 70 str. loč. pag., ilustr. [COBISS.SI-ID [1519270](#)]

### 2.06 Priročnik, slovar, leksikon, atlas, zemljevid

30. JURC, Dušan, JURC, Maja. *Priročnik za ugotavljanje povzročiteljev poškodb : delovna različica*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2006. 30 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1708454](#)]

## 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

31. KRAIGHER, Hojka, GREBENC, Tine, JURC, Dušan, KALAN, Polona, LEVANIČ, Tom, PILTAVER, Andrej, MATIJAŠIČ, Dragan, JURC, Maja. *Usmeritve za varstvo in usmerjanje gozdarske dejavnosti za ilirske bukove gozdove na podlagi analiza razkranjanja velikih lesnih ostankov : zaključno poročilo za raziskovalno nalogo št. 2523-02-100324*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 21 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1361574](#)]

## 2.13 Elaborat, predstudija, študija

32. JURC, Dušan, JURC, Maja. *Sušenje črnega bora pod vasjo Kastelec*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 7 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1205926](#)]

## 2.15 Izvedensko mnenje, arbitražna odločba

33. JURC, Maja, JURC, Dušan. *Kosmati bukov lučadar (*Taphrorychus bicolor*) na podrtem dreevju v GGO Brežice*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenija, Poročevalska, diagnostična in prgnostična služba za varstvo gozdov: 2005. 4 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1506982](#)]

34. JURC, Dušan, OGRIS, Nikica, JURC, Maja. *Zdravje arevja v parku Splošne bolnišnice Novo mesto, še posebej obžaganega doba (*Quercus robur*) z obsegom 380 cm*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, Poročevalska, diagnostična in prgnostična služba za varstvo gozdov, 2005. 7 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1507238](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

35. JURC, Maja. *Bark beetles outbreaks during the last decade with special regard to outbreak of the eight-toothed bark beetle (*Ips amitinus* Eichh.) in Alpine Region of Slovenia : paper presentation at Biotic damage in forests, september 12-16 2004, Mátrafüred, Hungary*. Mátrafüred: Hungarian forest research institute, 2004. [COBISS.SI-ID [1406118](#)]



36. JURC, Maja. *The most important forest pests and diseases in Alpine region in Slovenia : paper presented at "Situazione fitosanitaria delle foreste alpine: problematiche di monitoraggio e controllo delle avversità biotiche", Paluzza, 19 maggio 2004.* Paluzza: [s. n.], 2004. [COBISS.SI-ID [1406374](#)]

37. JURC, Maja. *Important insects in Slovenia : predavanje na First meeting of forest protection specialists and forest phytosanitary specialists in Vienna, 21st-22nd February 2006.* [S. l.: s. n.], 2006. [COBISS.SI-ID [1654438](#)]

### 3.25 Druga izvedena dela

38. JURC, Maja. *Diagnostic training on quarantine species of the family Scolytidae, Coleoptera : the training course, Miskolic, Hungary 24. -30. October 2004.* [S. l.: s. n.], 2004. [COBISS.SI-ID [1466534](#)]

39. JURC, Maja. *Podlubniki (Coleoptera, Scolytidae) v Sloveniji : [letna skupščina Društva za varstvo rastlin, 13. april 2006].* Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin, 2006. [COBISS.SI-ID [1674662](#)]

40. JURC, Maja. *Potrjeni in potencialni vektorji borcve ogoričice. Invazivne vrste žuželk, ki so nevarne za naše gozdove. Odvzem vzorcev : [delavnica za fitosanitarne inšpektorje "Nadzor lesenega pakiranega materiala ob uvozu in posebni nadzor Bursaphelenchus xylophilus", 12. aprila 2006].* Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in hrano, 2006. [COBISS.SI-ID [1674406](#)]

---

## SEKUNDARNO AVTORSTVO

### Mentor pri diplomskih delih

41. LESAR, Tone. *Gozdna entomofavna na lokacijah Mošenik in Rajhenavski rog : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = The forest entomofauna on location Mošenik and Rajhenavski Rog : graduation thesis - higher professional studies.* Ljubljana: [T. Lesar], 2004. IX, 53 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1170854](#)]

42. SKUDNIK, Mitja. *Morfološke značilnosti glive Cryphonectria parasitica (Murr.) Barr : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = Morphology of the fungus Cryphonectria parasitica (Murr.) Barr : Graduation thesis - higher professional studies.* Ljubljana: [M. Skudnik], 2004. X, 57 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1241510](#)]

43. ŽVARC, Tomaž. *Pomen koreninskih gliv v smrekovih sestojih v GE Šentilj v Slovenskih Goricah : diplomsko delo - visoki strokovni študij = Importance of Root - rot funghi in Spruce stands in forest economic unit Šentilj in Slovenske Gorice : graduation thesis - higher professional studies.* Ljubljana: [T. Žvarc], 2004. X, 67 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1170598](#)]

44. POGAČAR, Dušan. *Pomen omel (Viscum sp.) v varstvu gozdov : diplomsko delo - univerzitetni študij = Importance of mistletoes (Viscum sp.) in forest protection : graduation thesis - university studies*. Ljubljana: [D. Pogačar], 2004. IX, 66 str., ilustr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1196710](#)]
45. KRESEVIČ, Aleš. *Pisani jesenov ličar (Leperesinus varius F.) ter njegov gospodarski pomen v Sloveniji : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = The ash bark beetle (Leperesinus varius F.) and it's economic role in Slovenian forests : graduation thesis - higher professional studies*. Ljubljana: [A. Kresevič], 2005. IX, 63 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs\\_kresevic\\_ales.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs_kresevic_ales.pdf). [COBISS.SI-ID [1448614](#)]
46. JENE, Marko. *Smrekovi podlubniki (Coleoptera: Scolytidae) v Gozdnogospodarski enoti Medvode v letu 2004 : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = Spruce bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in the forest management unit Medvode in 2004 : graduation thesis - higher professional work*. Ljubljana: [M. Jene], 2005. VIII, 46 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs\\_jene\\_marko.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs_jene_marko.pdf). [COBISS.SI-ID [1557414](#)]
47. KOMJANC, Boštjan. *Vpliv nekaterih biotskih dejavnikov (Insecta: Coleoptera) na sušenje hrastov (Quercus spp.) na nizkem Krasu : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = Impact of some biotical factors (Insecta: Coleoptera) on the oaks decline (Quercus spp.) in lower Karst : graduation thesis - higher professional studies*. Ljubljana: [B. Komjanc], 2005. VII, 64 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs\\_komjanc\\_boštjan.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs_komjanc_boštjan.pdf). [COBISS.SI-ID [1513894](#)]
48. DEMŠAR, Luka. *Vpliv nekaterih ekoloških in sestojnih dejavnikov na smrekove podlubnike (Coleoptera:Scolytidae) v revirju Javorje, območna enota Kranj : diplomska naloga - visokošolski strokovni študij = Influence of some ecological and stand structure factors on spruce bark beetles (Coleoptera:Scolytidae) in district Javorje, forest management region Kranj : graduation thesis - higher professional studies*. Ljubljana: [L. Demšar], 2006. IX, 50 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1689254](#)]

#### Komentor pri diplomskih delih

49. ZAJEC, Luka. *Ekološke in dendrokronološke analize rasti alepskega bora (Pinus halepensis Mill.) iz izbranih rastišč v Sloveniji in Španiji : diplomsko delo - univerzitetni študij = Ecological and dendrochronological analyses of growth of allepo pine (Pinus halepensis Mill.) from selected sites in Slovenia and Spain : graduation thesis - university studies*. Ljubljana: [L. Zajec], 2005. IX, 94 str., ilustr., graf. prikazi. [COBISS.SI-ID [1552806](#)]

#### Pisec recenzij

50. PERNEK, Milan. *Prirodni neprijatelji jelovih potkornjaka roda Pityokteines (Coleoptera, Scolytidae) u Hrvatskoj s naglaskom na patogene : disertacija*. Zagreb: [M. Pernek], 2005. 216 str., ilustr. [COBISS.SI-D [1508518](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapiscv: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

## MIHEJ URBANČIČ [02492]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. VILHAR, Urša, STARR, Michael, URBANČIČ, Mihej, SMOLEJ, Igor, SIMONČIČ, Primož. Gap evapotranspiration and drainage fluxes in a managed and a virgin dinaric silver fir-beech forest in Slovenia : a modelling study. *European journal of forest research*, 2005, vol. 124, no. 3, str. 165-175, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-005-0067-5>. [COBISS.SI-ID [1542054](#)]
2. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, KUTNAR, Lado, PRUS, Tomaž. Atlas gozdnih tal Slovenije. *Gozd. vestn.*, 2005, letn. 63, št. 2, [str. 79-90], str. 1-12, ilustr., 2005, letn. 63, št. 3, [str. 139-150], str. 13-24, ilustr., 2005, letn. 63, št. 4, [str. 199-210], str. 25-36, ilustr., 2005, letn. 63, št. 5/6, [str. 251-268], str. 37-52, ilustr., 2005, letn. 63, št. 7/8, [str. 313-328], str. 53-68, ilustr., 2005, letn. 63, št. 9, [str. 373-388], str. 69-84, ilustr., 2005, letn. 63, št. 10, [str. 433-448], str. 85-100, ilustr. [COBISS.SI-ID [1488806](#)]
3. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, ČATER, Matjaž. Impacts of gaps on humus forms in dinaric silver fir-beech (*Omphalodo-Fagetum*) and soil solution quality. *Mitt. Österr. Bodenk. Ges.*, 2005, heft 72, str. 179-187, ilustr. [COBISS.SI-ID [1438630](#)]
4. KUTNAR, Lado, URBANČIČ, Mihej, ČAS, Miran. Ohranjenost gozdnih tal in vegetacije v habitatu divjega petelina v vzhodnih Karavankah in vzhodnih Kamniško-Savinjskih Alpah = Preservation of forest soil and vegetation in the Capercaillie (*Tetrao urogallus* L.) habitat within the eastern Karavanke region and the eastern Kamnik-Savinja Alps in Slovenia. *Zb. gozd. lesar.*, 2005, št. 77, str. 5-42, ilustr. [COBISS.SI-ID [1635238](#)]

##### 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

5. URBANČIČ, Mihej, KUTNAR, Lado, EOŽIČ, Gregor. Plant growth and diversity as indicators of soil conditions of mires in the eastern Julina Alps. V: WÖHRLE, Nicole (ur.). *Eurosoil 2004 : September, 04 - 12 Freiburg/Germany : abstracts and full papers*. Freiburg: s. n., 2004. <http://www.bodenkunde.uni-freiburg.de/eurosoil/>. [COBISS.SI-ID 1286054]

## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

6. KUTNAR, Lado, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. Influence of ecological conditions and forest structure on species diversity of (fir)-beech forests in a dinaric region, Slovenia. V: *48th IAVS Symposium : Lisbon, Julz 24th-29th 2005 : abstracts*. Lisboa: ISA Press, Departamento de Protecção de Plantas e de Fotoecologia, 2005, str. 105. [COBISS.SI-ID 1525414]

7. SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka, LEVANIČ, Tom, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. Spremljanje odziva gozdnih ekosistemov na okoljske razmere = Monitoring of forest ecosystem response regarding environmental conditions. V: *Ekološka sanacija termoeenergetskih objektov in uporaba bioidikacijskih metod : zbornik povzetkov mednarodne konference : book of abstracts*. Velenje: ERICO, 2005, str. 14. [COBISS.SI-ID 1537190]

8. URBANČIČ, Mihej, FERLIN, Franc, KUTNAR, Lado. Soil conditions as indicators of site productivity in Austrian pine monocultures. V: *Soil indicators : programme : book of abstracts*. Wien: Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft: Institut für Bodenforschung, 2005, str. 42. [COBISS.SI-ID 1494182]

9. VILHAR, Urša, NADHEZDINA, Nadja, CERMAK, Jan, GASPAREK, Jan, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Root biomass and transpiration in underplanted beech in spruce stand on Pohorje. V: EPHRATH, Jonathan (ur.). *Woody root processes : revealing the hidden half : Sade Boqer, Israel, 4-6 February 2006*. Sade Boqer: [s. n.], 2006, str. P7. [COBISS.SI-ID 1654182]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.02 Strokovna monografija

10. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, PRUS, Tomaž, KUTNAR, Lado. *Atlas gozdnih tal Slovenije*. Ljubljana: Zveza gozdarskih društev Slovenije: Gozdarski vestnik: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 100 str., ilustr. ISBN 961-6142-13-5. [COBISS.SI-ID 223504896]

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav



11. SIMONČIČ, Primož, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka, ČATER, Matjaž, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. *Nat-Man WP4 : Slovenia*, (Nat-Man working report). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 44 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1358502](#)]

12. EMBORG, Jens, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej, MLINŠEK, Dušan, ROŽENBERGAR, Dušan, ŠALAMUN, Željko, KOLAR, Gaj, VITEZ, Tadeja, PETRIČ, Matevž, TANKO, Boštjan, MAGYAR, Aleksander, BITORAJC, Zoran, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, GREBENC, Tine, STERMŠEK, Zvonko, BOŽIČ, Gregor, KRAJNC, Robert, ROTAR, Nina, RUPEL, Matej, KUŠAR, Gal, ŽLINDRA, Daniel, KOPŠE, Igor, AMBROŽIČ, Elizabeta, KASTELIC, Zvone, ŽITNIK, Sašo, RAJH, Vesna, KRAJNC, Nike, LEVANIČ, Tom, HREN, Andrej, VILHAR, Urša. *Nature-based management of beech in Europe - a multifunctional approach to forestry : EU 5th Framework programme : 5th progress report, 1 February 2000 - 31 August 2004, the full project period : quality of life and management of living resources*. [S. l.: s. n.], 2004. 256 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1336486](#)]

13. KUTNAR, Lado, URBANČIČ, Mihej, MARTINČIČ, Andrej, ČATER, Matjaž, KALAN, Polona, SMOLEJ, Igor, SIMONČIČ, Primož. *Pestros: posebnih gozdnih ekosistemov kot kazalnik rastiščnih razmer in gospodarjenja : zaključno poročilo projekta št. V4-0438-01*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 8, 89, 6, 28 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1204134](#)]

14. URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož, LEVANIČ, Tom. *Lastnosti tal v oljčnikih na "Beneši" in nad "Lamo" : poročilo*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 9 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1433510](#)]

## 2.15 Izvedensko mnenje, arbitražna odločba

15. KRAIGHER, Hojka, PUČKO, Marjana, KOBLEK, Andrej, URBANČIČ, Mihej, KUTNAR, Lado. *Primernost gozdnega reprodukcijskega materiala tujih provenienc za uporabo po posameznih provenienčnih območjih Slovenije : ekspertiza*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2005. 39 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1563422](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

16. URBANČIČ, Mihej, KUTNAR, Lado. *Impacts of beech introduction and canopy closure on humus forms and ground vegetation diversity in spruce forests of the Pohorje mountains : presented at International symposium "Sustman - Introduction of broadleaf species for sustainable forest management", 24-26 November 2004, University of Ulm, Reisingen, Germany*. Reisingen: University of Ulm, 2004. [COBISS.SI-ID [1359270](#)]

### 3.25 Druža izvedena dela

17. VILHAR, Urša, URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož. *Soil moisture and water balance dynamic at two research plots with introduced beech seedlings : Sustman 4th project meeting, 13.04.-15.04.2005*. Zreče: Slovenia Forest Service: Sloveniana Forestry Institut: SUSTMAN, 2005. [COBISS.SI-ID [1480870](#)]

18. URBANČIČ, Mihej. *Atlas gozdnih tal Slovenije : [strokovno predavanje Pedološkega društva Slovenije, 15. marca 2006]*. [S. l.: s. n.], 2006. [COBISS.SI-ID [1664422](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računarnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI



## URŠA VILHAR [22592]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. VILHAR, Urša, SMOLEJ, Igor, TROŠT SEDEJ, Tadeja, KUTNAR, Lado, KRAIGHER, Hojka. Biodiversity of types of ectomycorrhizae in a norway spruce stands on Pokljuka = Pestrost tipov ektomikorize v smrekovem sestoju na Pokljuki. *Zb. gozd. lesar.*, 2004 [i.e. 2005], št. 75, str. 71-85. [COBISS.SI-ID [1437094](#)]
2. VILHAR, Urša, STARR, Michael, URBANČIČ, Mihej, SMOLEJ, Igor, SIMONČIČ, Primož. Gap evapotranspiration and drainage fluxes in a managed and a virgin dinaric silver fir-beech forest in Slovenia : a modelling study. *European journal of forest research*, 2005, vol. 124, no. 3, str. 165-175, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-005-0067-5>. [COBISS.SI-ID [1542054](#)]

##### 1.05 Poljudni članek

3. VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. Gozd in voda : brez gozda ni kakovostne vode. *Gea (Ljublj.)*, 2005, letn. 15, št. 4, str. 68-69, ilustr. [COBISS.SI-ID [1471398](#)]
4. SIMONČIČ, Primož, VILHAR, Urša. Brez gozda ni kakovostne vode. *Delo (Ljublj.)*, 2006, letn. 48, št. 223, str. 15, ilustr. [COBISS.SI-ID [1760934](#)]

##### 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

5. VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož, KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka, KATZENSTEINER, Klaus, DIACI, Jurij. Influence of forest management practice on water balance of forest in the dinaric karst. V: *All about karst & water : decision making in a sensitive environment* :



*proceedings, international conference Vienna, October 2006.* [Wiena: s. n.], 2006, str. 290-295, ilustr. [COBISS.SI-ID [1747622](#)]

### **1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci**

6. KRAJNC, Nike, MAVSAR, Robert, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož, KRAJNC, Nike. Intenzivni monitoring gozdnih ekosistemov in program Forest Focus v Sloveniji = Intensive monitoring of forest ecosystems and Forest Focus program in Slovenia. V: HLADNIK, David (ur.). *Monitoring gospodarjenja z gozdom in gozdnato krajino*, (Studia forestalia Slovenica, št. 127). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: = Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2006, str. 111-124, ilustr. [COBISS.SI-ID [1680550](#)]

### **1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci**

7. VILHAR, Urša. Forest floor drainage dynamics in a Dinaric silver fir-beech stand. V: WÖHRLE, Nicole (ur.). *Eurosoil 2004 : September, 04 - 12 Freiburg/Germany : abstracts and full papers*. Freiburg: s. n., 2004. [http://www.bcdenkunde.uni-freiburg.de/eurosoil/abstracts/poster/id602\\_Vilhar.pdf](http://www.bcdenkunde.uni-freiburg.de/eurosoil/abstracts/poster/id602_Vilhar.pdf). [COBISS.SI-ID [1346982](#)]

8. KUTNAR, Lado, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož. Influence of ecological conditions and forest structure on species diversity of (fir)-beech forests in a dinaric region, Slovenia. V: *48th IAVS Symposium : Lisbon, Julz 24th-29th 2005 : abstracts*. Lisboa: ISA Press, Departamento de Protecção de Plantas e de Fotoecologia, 2005, str. 105. [COBISS.SI-ID [1525414](#)]

9. GREBENC, Tine, VILHAR, Urša, SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka. Abundance of types of ectomycorrhizae on beech reflect changes of selected ecological parameters in small canopy gaps. V: *Ecosystem tree : 10.th International meeting of the working group of experimental ecology within the German society of ecology, AKOE 2005, 14. - 18. März 2005 : final program and abstracts*. Essen: Universität Duisburg, 2005, str. 45. [COBISS.SI-ID [1463462](#)]

10. SIMONČIČ, Primož, KRAIGHER, Hojka, LEVANIČ, Tom, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. Spremljanje odziva gozdnih ekosistemov na okoljske razmere = Monitoring of forest ecosystem response regarding environmental conditions. V: *Ekološka sanacija termoenergetskih objektov in uporaba bioindikacijskih metod : zbornik povzetkov mednarodne konference : book of abstracts*. Velenje: ERICO, 2005, str. 14. [COBISS.SI-ID [1537190](#)]

11. OGRINC, Nives, SIMONČIČ, Primož, KANDUČ, Tjaša, VILHAR, Urša. The study of the carbon soil dynamics in the forest ecosystem using stable isotope approach. V: DOLENC KOCE, Jasna (ur.), VODNIK, Dominik (ur.), DERMASTIA, Marina (ur.). 4. slovenski simpozij o rastlinski biologiji z mednarodno udeležbo, Ljubljana, 12.-15. september 2006 = 4th Slovenian Symposium on Plant Biology with International Participation, Ljubljana, September 12-15, 2006. *Knjiga povzetkov*. Ljubljana: Društvo za rastlinsko fiziologijo



Slovenije: = The Slovenian Society of Plant Physiology, 2006, str. 173-174. [COBISS.SI-ID 201311111]

12. OGRINC, Nives, SIMONČIČ, Primož, VILHAR, Urša. A pilot stable isotope study of soil solution in *Pinus sylvestris* L. stand at intensive monitoring plot in Slovenia. V: EPHRATH, Jhonathan (ur.). *Woody root processes : revealing the hidden half : Sade Boqer, Israel, 4-6 February 2006*. Sade Boqer: [s. n.], 2006, str. P31. [COBISS.SI-ID 1653926]

13. VILHAR, Urša, NADHEZDINA, Nadja, CERMAK, Jan, GASPAREK, Jan, URBANČIČ, Mihej, ČATER, Matjaž, SIMONČIČ, Primož. Root biomass and transpiration in underplanted beech in spruce stand on Pohorje. V: EPHRATH, Jhonathan (ur.). *Woody root processes : revealing the hidden half : Sade Boqer, Israel, 4-6 February 2006*. Sade Boqer: [s. n.], 2006, str. P7. [COBISS.SI-ID 1654182]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.08 Doktorska disertacija

14. VILHAR, Urša. *Vodna bilanca dinarskega jelovo-bukovega gozda v Kočevskem Rogu : doktorska disertacija = Water balance of dinaric silver fir-beech forest in Kočevski Rog : doctoral dissertation*. Ljubljana: [Gozdarski inštitut Slovenije], 2006. XLV, 196 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd\\_vilhar\\_ursa.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dd_vilhar_ursa.pdf). [COBISS.SI-ID 1646502]

### 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

15. SIMONČIČ, Primož, GREBENC, Tine, KRAIGHER, Hojka, ČATER, Matjaž, URBANČIČ, Mihej, VILHAR, Urša. *Nat-Man WP4 - Slovenia*, (Nat-Man working report). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 44 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 1358502]

16. EMBORG, Jens, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej, MLINŠEK, Dušan, ROŽENBERGAR, Dušan, ŠALAMUN, Željko, KOLAR, Gaj, VITEZ, Tadeja, PETRIČ, Matevž, TANKO, Boštjan, MAGYAR, Aleksander, BITORAJC, Zoran, KRAIGHER, Hojka, SIMONČIČ, Primož, JURC, Dušan, KALAN, Polona, KUTNAR, Lado, SMOLEJ, Igor, URBANČIČ, Mihej, GREBENC, Tine, STERMŠEK, Zvonko, BOŽIČ, Gregor, KRAJNC, Robert, ROTAR, Nina, RUPEL, Matej, KUŠAR, Gal, ŽLINDRA, Daniel, KOPŠE, Igor, AMBROŽIČ, Elizabeta, KASTELIC, Zvone, ŽITNIK, Sašo, RAJH, Vesna, KRAJNC, Nike, LEVANIČ, Tom, HREN, Andrej, VILHAR, Urša. *Nature-based management of beech in Europe - a multifunctional approach to forestry : EU 5th Framework programme : 5th progress report, 1 February 2000 - 31 august 2004, the full project period : quality of life and management of living resources*. [S. l.: s. n.], 2004. 256 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 1336486]



## 2.25 Druge monografije in druga zaključena dela

17. MAVSAR, Robert, SIMONČIČ, Primož, VILHAR, Urša, RUPEL, Matej, KUTNAR, Lado, KALAN, Polona. *Vsebina programa intenzivnega spremljanja stanja gozdnih ekosistemov in navodila za izvajanje del na ploskvah, Navodila za delo na terenu*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije, 2004. 47 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [1306022](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.25 Druga izvedena dela

18. VILHAR, Urša, URBANČIČ, Mihej, SIMONČIČ, Primož. *Soil moisture and water balance dynamic at two research plots with introduced beech seedlings : Sustman 4th project meeting, 13.04.-15.04.2005*. Zreče: Slovenia Forest Service: Sloveniana Forestry Institut: SUSTMAN, 2005. [COBISS.SI-ID [1480870](#)]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

## IZTOK SINJUR [27789]

### Osebna bibliografija za obdobje 2004-2006

---

#### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

##### 1.04 Strokovni članek

1. SINJUR, Iztok, OGRIN, Matej. Rekordni mraz -41,7st. C so letošnjega 25. januarja izmerili na Komni . kje so meje ohlajanja v naših mraziščih. *Delo (Ljubl.)*, 18. februar 2006, letn. 48, št. 38, str. 20, ilustr. [COBISS.SI-ID [1645222](#)]
2. OGRIN, Matej, SINJUR, Iztok, OGRIN, Darko. Minimalne temperature v slovenskih mraziščih pozimi 2005/2006. *Geogr. obz.* 2006, letn. 53, št. 2, str. 4-12, ilustr. [COBISS.SI-ID [32142690](#)]
3. SINJUR, Iztok, OGRIN, Matej, OGRIN, Darko. Mraz(išča) v Sloveniji. *Gea*, 2006. (v tisku)

##### 1.05 Poljudni članek

4. KLUN, Jaka, SINJUR, Iztok. Gozdarski sejem v Münchnu. *Gozd. vestn.*, 2006, letn. 64, št. 7/8, str. 341-342, ilustr. [COBISS.SI-ID [1755046](#)]
5. SINJUR, Iztok. Pregled vremenskega dogajanja v letu 2005. *Grosup. odm.*, januar-februar 2006, letn. 32, št. 1/2, str. 33, ilustr. [COBISS.SI-ID [1709990](#)]
6. SINJUR, Iztok. Nevarno obdobje za delo v gozdcvih. *Grosup. odm.*, marec 2006, letn. 32, št. 3, str. 17, ilustr. [COBISS.SI-ID [1709734](#)]
7. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : januar in februar. *Grosup. odm.*, marec 2006, letn. 32, št. 3, str. 34, ilustr. [COBISS.SI-ID [1708710](#)]

8. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : marec. *Grosup. odm.*, april 2006, letn. 32, št. 4, str. 34, ilustr. [COBISS.SI-ID [1708966](#)]
9. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : april. *Grosup. odm.*, maj 2006, letn. 32, št. 5, str. 24, ilustr. [COBISS.SI-ID [1709222](#)]
10. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : maj. *Grosup. odm.*, junij 2006, letn. 32, št. 6, str. 32, ilustr. [COBISS.SI-ID [1709478](#)]
11. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : junij 2006. *Grosup. odm.*, julij 2006, letn. 32, št. 7, str. 33, ilustr. [COBISS.SI-ID [1759654](#)]
12. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : julij in avgust 2006. *Grosup. odm.*, 2006, letn. 32, št. 8/9, str. 28, ilustr. [COBISS.SI-ID [1759910](#)]
13. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : september 2006. *Grosup. odm.*, oktober 2006, letn. 32, št. 10, str. 34, ilustr. [COBISS.SI-ID [1760166](#)]
14. SINJUR, Iztok. Vreme v Grosupljem : oktober 2006. *Grosup. odm.*, november 2006, letn. 32, št. 11, str. 20, ilustr. [COBISS.SI-ID [1760422](#)]

## 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

15. SINJUR, Iztok. Dendroflora Mokreca = Dendroflora of Mokrec. V: MARTINČIČ, Andrej (ur.), WRABER, Tone (ur.), ZUPANČIČ, Mitja (ur.). *Zbornik prispevkov in izvlečkov simpozija Flora in vegetacija Slovenije ter sosednjih območij 2005, Ljubljana, 16.-18. september 2005 : contributions and abstracts*. Ljubljana: Botanično društvo Slovenije: = Botanical Society of Slovenia: Slovenska akademija znanosti in umetnosti: = Slovenian Academy of Sciences and Arts, 2005, str. 33-34. [COBISS.SI-ID [1548454](#)]
16. PIŠKUR, Barbara, POHLEVEN, Franc, JURC, Dušan, ROBEK, Robert, KRAIGHER, Hojka, SINJUR, Iztok. Mycoremediation with contemporary use of plants for revitalising contaminated and sterile site. V: DOLENC KOCE, Jasna (ur.), VODNIK, Dominik (ur.), DERMASTIA, Marina (ur.). 4. slovenski simpozij o rastlinski biologiji z mednarodno udeležbo, Ljubljana, 12.-15. september 2006 = 4th Slovenian Symposium on Plant Biology with International Participation, Ljubljana, September 12-15, 2006. *Knjiga povzetkov*. Ljubljana: Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije = The Slovenian Society of Plant Physiology, 2006, str. 150-151. [COBISS.SI-ID [1438857](#)]
17. OGRIN, Darko, SINJUR, Iztok, OGRIN, Matej. Extreme temperature minimums in Slovenian Alpine colines. V: *Sixth Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS)[and] Sixth European Conference on Applied Climatology (ECAC) : Ljubljana, Slovenia, 4-8 September 2005*, (EMS annual meeting abstracts, volume 3). Ljubljana: European Meteorological Society: Agencija RS za okolje, 2006, 1 f. PC, monitor, cd predvajalnik, Windows 95, 98, ME, NT4, 2000, XP, Adobe reader. <http://www.cosis.net/abstracts/EMS2006/C0566/EMS2006-A-00566.pdf>. [COBISS.SI-ID [1734054](#)]

18. MEDVED, Mirko, SINJUR, Iztok, KLUN, Jaka. Značilnosti časovnega pojavljanja nezgod pri nepoklicnem gozdnem delu = Characteristics of time appearance of accidents at non-professional forest work. V: MEDVED, Mirko (ur.). *Zbornik razširjenih izvlečkov*. Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Silva Slovenica, 2006, str. 28-29. [COBISS.SI-ID 1751718]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.11 Diplomsko delo

19. SINJUR, Iztok *Analiza dendroflora na območju gospodarske enote Mokrec : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = Analysis of dendroflora on the area of forestry unit Mokrec : graduation thesis - higher professional studies*. Ljubljana: [I. Sinjur], 2004. XII, 96 str.+ pril, 11ustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs\\_sinjur\\_iztok.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs_sinjur_iztok.pdf). [COBISS.SI-ID 1344422]

Zahteva za izpis bibliografije je bila poslana z računalnika: 193.2.23.19(193.2.23.19)

Izpis bibliografskih enot: vse bibliografske enote

Izbrani format bibliografske enote: ISO 690

Vir bibliografskih zapisov: Vzajemna baza podatkov COBISS.SI/COBIB.SI

