


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

**I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta**

 <b>REPUBLIKA SLOVENIJA</b> NOSILEC JAVNEGA POORLOČITVE JAVNA AGENCIJA ZA RAZISKOVALNO DEJAVNOST REPUBLIKE SLOVENIJE	
Projeto:	15-09-2011
Številka zadeve:	63/13-23/2008
	(23)

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0519

3. Naslov projekta:

Analiza in scenarij razvoja in rabe gozdov

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Analiza in scenarij razvoja in rabe gozdov

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Analysis and scenario of forest development and use in Slovenia

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

gospodarjenje z gozdovi, gozdni viri, razvoj gozdnih sestojev, scenarij, sestojni parametri, posek, Slovenija

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

Forest management, forest resources, forest stand development, scenario, stand parameters, cut, Slovenia

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Inštitut Jožef Stefan

6. Sofinancer/sofinancerji:

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

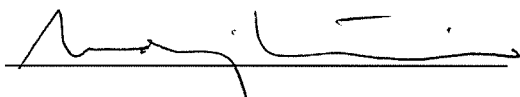
10801

Andrej Bončina

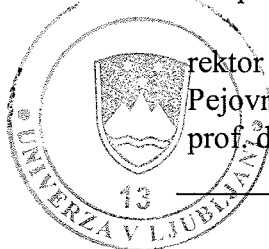
Datum: 12.9.2011

Podpis vodje projekta:

Prof. dr. Andrej Bončina



Podpis in žig izvajalca:



rektor prof. dr. Radovan Stanislav  
Pejovnik, po pooblastilu dekan  
prof. dr. Mihael Jožef Toman



## 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>:**

Poročilo o realizaciji projekta je zasnovano po vsebinskih sklopih:

### **1 Dosedanji razvoj gozdov in gospodarjenje**

- 1.1 Spremembe gozdnih sestojev na ravni države in glavnih rastiščnih tipov
- 1.2 Vpliv gospodarjenja ter okoljskih in socialnih dejavnikov na strukturne spremembe gozdov.
- 1.3 Analiza dolgoročnih sprememb (1900-2010) jelovo-bukovih gozdov
- 1.4. Ohranitveni status jelke v Sloveniji

### **2 Prihodnji razvoj in raba gozdov**

- 2.1 Napovedni modeli razvoja in rabe gozdov v Sloveniji
- 2.2 Dopolnjena zasnova podrobnega in okvirnega načrtovanja poseka v procesu gozdnogospodarskega načrtovanja
- 2.3 Algoritem za aktualizacijo ocene lesne zaloge na ravni odsekov in oddelkov

### **3 Sinteza rezultatov**

## **1 Dosedanji razvoj gozdov in gospodarjenje**

### **1.1 Spremembe gozdnih sestojev na ravni države in glavnih rastiščnih tipov**

#### **Uvod**

Pred slabimi šestdesetimi leti so gozdarji prvič ugotovili in analizirali stanje gozdov na ravni Slovenije. Leta 1947 je bila namreč zaključena prva nacionalna inventura, ki prikazuje stanje gozdov po gozdnogospodarskih območjih in na ravni celotne Slovenije (Inventarizacija ..., 1947). Za posamezne predele Slovenije, predvsem za veleposestniške, državne in verskozakladne gozdove, najdemo podatke o stanju gozdov v starih gozdnogospodarskih načrtih tudi za obdobja pred letom 1947. Pomemben prelom pri celoviti obravnavi gozdov predstavljajo območni načrti; prvi so bili izdelani za obdobje 1971–1980 in prikazujejo stanje gozdov po posameznih območjih. Razvoj računalniške tehnologije je znatno prispeval k izboljšanju zajema in shranjevanja informacij ter hkrati omogočil celovito obdelavo zbranih informacij o gozdovih (Hladnik, 2000).

Gozdarji že od začetka načrtnega gospodarjenja z gozdovi zbiramo podatke o stanju gozdov na ravni oddelkov in odsekov. Za pripravo prvih območnih načrtov z veljavnostjo 1971–1980 so bili zbrani podatki o stanju gozdov na ravni oddelkov (odsekov) za celotno gozdno površino prvič tudi računalniško obdelani in shranjeni na magnetne trakove, ki pa so se kasneje izgubili. Za obdobje pred letom 1980 so bili zato tovrstni podatki za celotno Slovenijo dostopni le v arhivskih gozdnogospodarskih načrtih, delno pa so se tudi tekstni viri izgubili. V okviru priprave naslednjih območnih načrtov za obdobja 1981–1990, 1991–2000 in 2001–2010 so bili podatki o sestojnih parametrih zbrani in urejeni, dostopni so v digitalni obliki, vendar jih zaradi sprememb ureditvenih enot (oddelkov in odsekov) ne moremo povezati med seboj za celotno obdobje. Gozdarska stroka tako kljub številnim in podrobnim informacijam o gozdovih ne razpolaga z urejeno zbirko podatkov, ki bi omogočala hitro prikazovanje stanja in razvoja gozdov za različna časovna obdobja in različna območja gozdov.

Čeprav ima gozdarsko načrtovanje dolgo in bogato tradicijo in so bili gozdovi že večkrat inventarizirani na ravni osnovnih ureditvenih enot, zaenkrat še ni bila opravljena celovita analiza stanja gozdnih sestojev v Sloveniji, še manj pa analiza razvoja gozdov v zadnjih desetletjih. Stanje in spremembe gozdov v Sloveniji

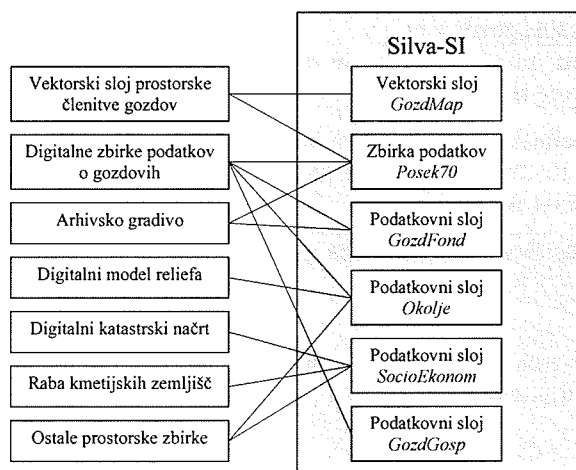
<sup>1</sup> Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

prikazujemo le skupno na ravni Slovenije ali po gozdnogospodarskih območjih (npr.: Remic, 1975; Mikulič, 1984; Veselič in Matijašič, 2002), žal pa ne moremo prikazati in analizirati sprememb gozdnih sestojev v prostoru in času s pomočjo podatkov na ravni oddelkov, kot so podatki o drevesni sestavi, zgradbi, debelinski strukturi, lesni zalogi. Nastalo vrzel delno odpravlja pričujoča raziskava. Njena glavna namena sta vzpostaviti prostorski informacijski sistem o stanju gozdov na ravni oddelkov in analizirati strukturne spremembe gozdnih sestojev v obdobju 1970–2010, kjer smo preverjali naslednje hipoteze:

1. Sestava in struktura gozdov v Sloveniji sta se v proučevanem obdobju spremenili. Spremembe se kažejo predvsem v povečanju lesne zaloge in prirastka, povečanem deležu debelega drevja ter krepitvi deleža listavcev v lesni zalogi.
2. Strukturne spremembe niso istosmerne in enako velike na celotni površini gozdov, temveč so različne v različnih delih Slovenije.
3. Struktura gozdov se je glede na nekatere kriterije in indikatorje trajnostnega gospodarjenja z gozdovi, ki jih določa ministrska konferenca o varstvu gozdov (Improved Pan ..., 2003), v proučevanem obdobju izboljšala.

### Zasnova informacijskega sistema *Silva-SI*

Informacijski sistem *Silva-SI* gradi več prostorskih zbirk podatkov (Slika 1), ki za različna obdobja in različne prostorske ravni prikazujejo podatke o stanju gozdov in izbranih dejavnikih, ki vplivajo na spremembe strukture gozdnih sestojev. Osnovna prostorska raven informacijskega sistema *Silva-SI* je oddelek, njihovo skupno število je 32566. Podatki o oddelkih obsegajo grafični in atributivni del. Grafični del predstavlja vektorski sloj oddelkov iz leta 2000, ki podatke prostorsko opredeljuje. Atributivni del vsebuje podatke o stanju gozdov in podatke o izbranih vplivnih dejavnikih.



Slika 1: Proces izdelave prostorskega informacijskega sistema *Silva-SI* (Poljanec, 2008).

Proces izdelave *Silva-SI* je vseboval več ločenih postopkov, in sicer: zbiranje in vnos podatkov, urejanje podatkovnih zbirk ter iskanje povezav med posameznimi obdobji. V prvi fazi smo zbrali vse razpoložljive podatke o gozdnih fondih in nekaterih vplivnih dejavnikih. Podatke o stanju gozdov na ravni odsekov za obdobje po letu 1980 smo pridobili iz digitalnih zbirk podatkov Zavoda za gozdove Slovenije, za leto 1970 pa smo podatke ponovno vnesli iz arhiviranih načrtov gozdnogospodarskih enot, ki so bili izdelani v obdobju 1960-1969, in so predstavljali osnovni podatkovni vir za izdelavo prvih območnih načrtov.

Za vsak odsek smo vnesli šifro odseka, ime in s šifro katastrske občine, ime in šifro gozdnogospodarske enote ter šifro območja. Ti znaki so omogočali povezovanje podatkov po odsekih in oddelkih med posameznimi obdobji. Podatki so časovno opredeljeni, in sicer z obdobjem veljavnosti načrta enote. Kvantitativne kazalce strukture gozda (gozdna površina, lesna zaloga, prirastek, drevesna sestava gozdov,

število dreves) smo vnašali v takšni obliki, kot je zapisana v načrtih gozdnogospodarskih enot. Za posamezne odseke oziroma njihove dele, ki so bili izmerjeni s polno izmero, smo iz posebnih obrazcev vnesli tudi število dreves po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah. Poleg ocen sestojnih parametrov smo vnašali še tarife za izračun lesnih zalog in metodo ugotavljanja lesne zaloge (okularna ocena, bilančna metoda, polna izmera).

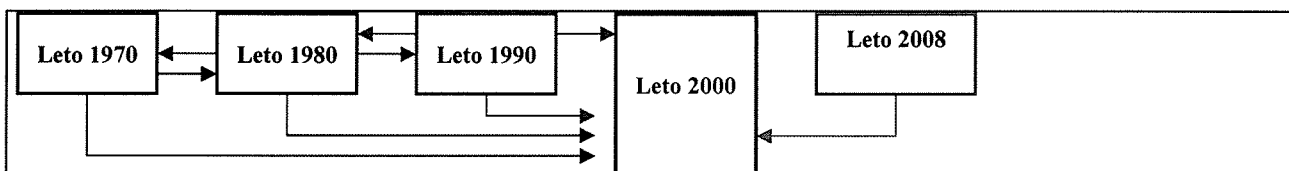
Zaradi obsežnega vnosa podatkov smo pripravili posebne vnosne programe, ki so bili zasnovani tako, da je bila vnosna maska prirejena zgradbi podatkov v načrtu za konkretno gozdnogospodarsko enoto, ki smo jo obravnavali. V vnosne programe smo vgradili tudi logične kontrole podatkov. Prirejani vnosni programi so znatno olajšali delo, hkrati pa preprečili grobe napake pri vnosu. Poleg logičnih kontrol podatkov, ki so bili sestavni del vnosnih programov, smo vnesene podatke naknadno preverili s podatki iz gozdnogospodarskih načrtov.

Skupno smo vnesli podatke za 58862 odsekov iz 273 načrtov gozdnogospodarskih enot. Skupna površina gozdov, za katero so vneseni podatki o stanju gozdov leta 1970, znaša 777107 ha, kar predstavlja 77 % površine vseh gozdov, ki jih obravnavajo območni gozdnogospodarski načrti za obdobje 1971–1980. Za šest gozdnogospodarskih območij smo uspeli vnesti podatke o vseh odsekih, vključenih v prve območne načrte. Pri ostalih osmih območjih z vnosem podatkov nismo zajeli takratne celotne gozdne površine (Poljanec, 2008). Za GGO Sežana in del zasebnih gozdov GGO Tolmin načrti za gozdnogospodarske enote pred letom 1970 še niso bili izdelani. Za te površine je bila pri izdelavi območnih načrtov izvedena hitra inventura na ravni katastrskih občin. Žal se podatki po posameznih katastrskih občinah niso ohranili, v območnih načrtih so ohranjeni le zbirni podatki.

Preglednica 1: Seznam spremenljivk o gozdnih sestojih.

Spremenljivka	Opis	Oznaka
Površina gozda	Površina gozda v ha	POVG
Lesna zaloga	Lesna zaloga v m <sup>3</sup> /ha in sicer ločeno za iglavce in listavce ter skupaj	LZIGL, LZLST, LZSKU
Debelinska struktura	Debelinska struktura po razširjenih debelinskih razredih (A: 10–29 cm; B: 30–49 cm; C: 50 in več cm) v m <sup>3</sup> /ha in % od skupne LZ	LZA, LZB, LZC LZA_DEL, LZB_DEL, LZC_DEL
Prirastek	Prirastek v m <sup>3</sup> /ha ločeno za iglavce in listavce ter skupaj	PIGL, PLST, PSKU
Drevesna sestava	Drevesna sestava po skupinah drevesnih vrst v m <sup>3</sup> /ha in % od skupne LZ	SM, JE, MC, BO, OI, BU, HR, PL, OM, OT, SM_DEL, JE_DEL, MC_DEL, BO_DEL, OI_DEL, BU_DEL, HR_DEL, PL_DEL, OM_DEL, OT_DEL
Spremenjenost drevesne sestave	Spremenjenost drevesne sestave glede na modelne vrednosti v % in po kategorijah spremenjenosti	SPREM SPREM_R

V drugi fazi smo pridobljene podatke vsebinsko preverili in na ravni oddelkov vzpostavili povezavo med podatki za obdobje 1970–2008. Podatki o stanju gozdov in gozdnogospodarskih ukrepih so za različna obdobja in različne dele Slovenije različni. Za namen analize podatkov smo zato za posamezne znake oblikovali razrede, ki so bili med posameznimi obdobji primerljivi (Preglednica 1). Zaradi različnih razredov in različnega meritvenega praga združevanje podatkov v primerljive razrede ni bilo povsem enostavno in vedno mogoče. V takšnih primerih smo določen znak obravnavali le za obdobje, za katerega smo podatke lahko poenotili. Poenoteno strukturo datotek za opisane spremenljivke po posameznih gozdnogospodarskih območjih oziroma gozdnogospodarskih enotah smo po posameznih obdobjih združili v enotne datoteke (Data70, Data80, Data90, Data00 in Data08) in ponovno preverili podatke. Za vsako obdobje smo tudi testno preverili digitalne podatke s podatki iz načrtov gozdnogospodarskih enot oziroma s podatki, ki jih hranijo na GGO za posamezne GGE.



Slika 2: Povezovanje podatkov na ravni oddelkov za obdobje 1970–2008.

Vzporedno z urejanjem in s kontrolo podatkov je potekalo tudi iskanje povezav med podatki, ki veljajo za različna ureditvena obdobja. Namen te faze dela je bil zagotoviti povezljivost med podatki za celotno analizirano obdobje na čim manjši prostorski ravni. Čeprav so bili osnovni podatki o stanju gozdnih sestojih zbrani na ravni odsekov, nam na tej ravni ni uspeli zagotoviti sledljivosti spreminjanja vrednosti sestojnih parametrov, saj so se meje odsekov med ureditvenimi obdobji spreminjale, pač pa smo sledljivost podatkov uspeli zagotoviti na ravni oddelkov, saj le ti v času in prostoru predstavljajo najbolj stabilno ureditveno enoto. Kot izhodiščno stanje za analizo podatkov in osnovo za grafične prikaze rezultatov smo uporabili grafični sloj *GozdMap*, ki prikazuje stanje oddelkov za leto 2000. Za obdobje 1970–2008 smo vsakemu odseku v določenem ureditvenem obdobju poiskali povezavo, in sicer za predhodno in naslednje obdobje (Slika 2). Tako smo na primer podatkom iz leta 1980 poiskali povezavo s podatki iz leta 1970 in leta 1990. V primeru, da povezave med posameznimi obdobji ni bilo moč ugotoviti, smo odseke uvrstili v ustrezen oddelek iz leta 2000. Zaradi neuskkljenosti grafičnega in atributivnega dela smo podatke o stanju gozdov za leto 2008 povezali na leto 2000, tako da so vsi grafični prikazi izdelani na podlagi grafičnega sloja oddelkov iz leta 2000. Za celotno obdobje smo uspeli vzpostaviti povezavo za 23269 oddelkov, ki obsegajo 726419 ha gozdov, kar predstavlja 72 % celotne gozdne površine v letu 1970 (Poljanec, 2008).

### Analiza podatkov in statistične metode

Analizo sprememb gozdnih sestojev smo izdelali na nacionalni ravni, ravni rastiščnih tipov in delno na ravni območnih enot ter na ravni oddelkov, pri tem pa smo uporabili le niz podatkov, za katerega smo uspeli zagotoviti časovno vrsto za celotno proučevano obdobje (objekt raziskave;  $N = 22220$  oddelkov). Na nacionalni ravni smo se omejili na sumarne prikaze strukturnih sprememb gozdnih sestojev v obdobju 1970–2008 in na analizo razlik v spremembi strukture gozdnih sestojev po desetletjih. Strukturne spremembe gozdov smo analizirali in prikazovali po štirinajstih rastiščnih tipih (RT) (Veselič in Robič, 2001). Za analize sprememb strukture gozda po rastiščnih tipih smo se odločili iz dveh razlogov: 1) sodobno gozdnogospodarsko načrtovanje temelji na upoštevanju rastiščnih posebnosti, 2) podrobne analize razvoja gozdov na ravni rastišč za celotno Slovenijo še niso bile izdelane. Za vsa rastišča ni bilo možno izdelati analiz sprememb strukture gozdov za obdobje 1970–2008, saj za celotno obdobje nismo uspeli zagotoviti niza podatkov za vse gozdove. Rastišča, za katera ni bilo ustreznih podatkov, smo iz skupne analize izločili.

Strukturne spremembe gozdnih sestojev smo analizirali s pomočjo absolutnih in relativnih vrednosti za izbrane sestojne parametre. Kot kazalec absolutnih sprememb smo uporabili razliko absolutnih vrednosti obravnavanega sestojnega parametra med letoma 2008 in 1970 (Enačba 1), kot kazalec relativnih sprememb pa indeks vrednosti (Enačba 2), ki je razmerje med vrednostjo spremenljivke v letu 2008 in vrednostjo v letu 1970.

$$Dk/i = (Xk - Xi) / (k - i) \quad \dots (1)$$

$$Ik/i = Xk / Xi \quad \dots (2)$$

$k, i$  – oznaka obdobja ( $k = 2..n; i = 1..(n-1)$ ); 1: podatki za leto 1970, 2: podatki za leto 1980, 3: podatki za leto 1990, 4: podatki za leto 2000, 5: podatki za leto 2008.

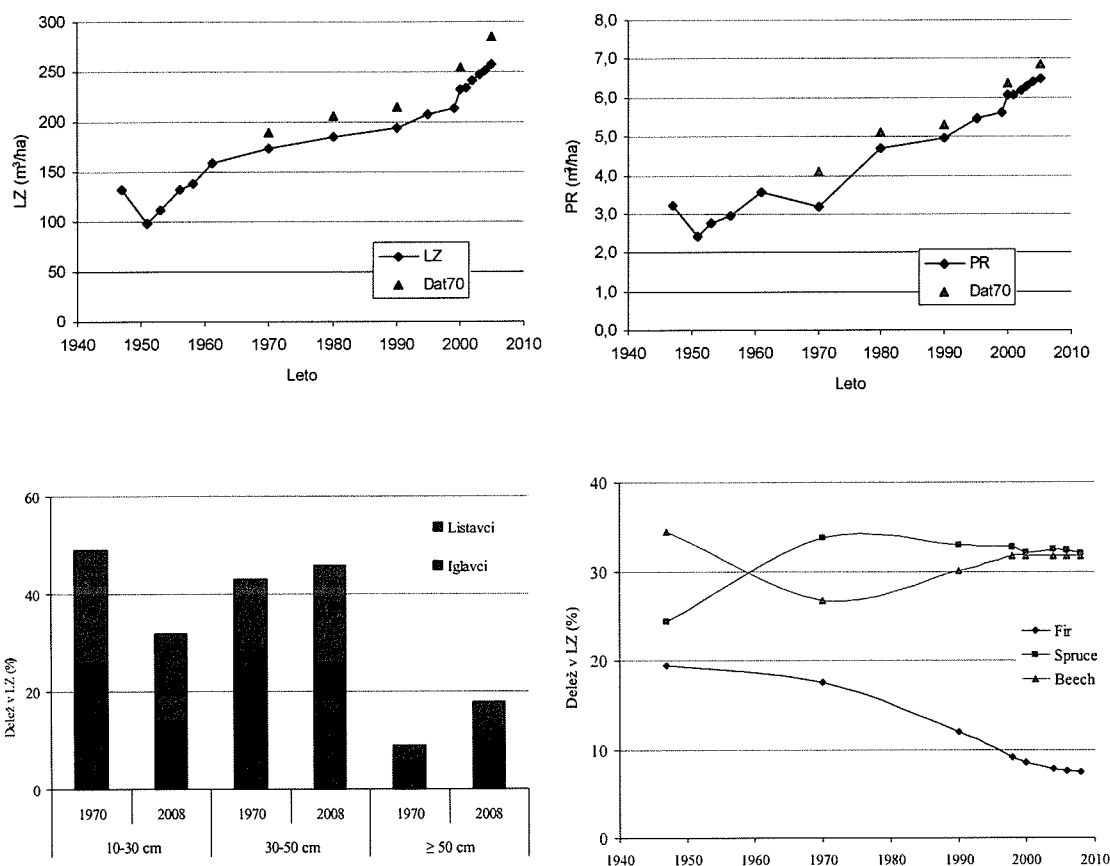
$n$  – število obdobja

$X$  – spremenljivka (na primer lesna zaloga, prirastek...)

Podatke o spremembah strukture gozdnih sestojev smo analizirali z različnimi statističnimi metodami. Razlike v srednjih vrednostih za indekse sprememb kazalcev strukture gozdnih sestojev smo preverjali s preiskusom razlik med srednjimi vrednostmi (Welchev test, oznaka F'). Welchev test smo uporabili tudi pri testiranju razlik za večino absolutnih in relativnih kazalcev strukturnih sprememb gozdnih sestojev med rastiščnimi tipi in gozdnogospodarskimi območji. Za post hoc multiplo primerjavo srednjih vrednosti smo uporabili Scheffejev test. Scheffejev test sodi med bolj konzervativne post hoc primerjave in je relativno neobčutljiv na heterogenost varianc in nenormalnost porazdelitve. Razlike med skupinami (rastiščni tipi, gozdnogospodarska območja) za kazalce, ki so kazali znaten odmik od normalne porazdelitve, smo testirali s Kruskal-Wallisovim testom (oznaka H). Razlike v porazdelitvi števila oddelkov po razredih spremenjenosti drevesne sestave gozdov med letoma 1970 in 2008 smo testirali z Brandt-Snedecorjevim testom. Razlike smo testirali na nacionalni ravni in na ravni rastiščnih tipov ter gozdnogospodarskih območij.

### Strukturne spremembe gozdnih sestojev v Sloveniji v obdobju 1970-2008

Struktura gozdnih sestojev se je v obdobju 1970–2008 opazno spremenila. Spremembe se kažejo predvsem v povečani lesni zalogi in prirastku, povečani količini srednje debelega in debelega drevja ter v večjem deležu bukve in ostalih listavcev v skupni lesni zalogi gozdnih sestojev (Slika 3).



Slika 3: Razvoj lesne zaloge (levo zgoraj), prirastka (desno zgoraj), debelinske strukture (levo spodaj) in drevesne sestave (desno spodaj) v Sloveniji v obdobju 1947 (1970)–2008.



Lesna zaloga se je v obdobju 1970–2008 povečala od 190 m<sup>3</sup>/ha na 294 m<sup>3</sup>/ha. Njeno povečanje smo registrirali v večini oddelkov. V 6865 oddelkih se lesna zaloga ni bistveno spremenila, zmanjšala pa se je le v 4281 oddelkih (Slika 4). Majhno število oddelkov, kjer se je lesna zaloga zmanjšala, kaže na izrazito malopovršinsko gospodarjenje in poudarjeno akumulacijo lesnih zalog zaradi nizkih intenzitet sečenj. Kljub stalnemu povečevanju lesnih zalog so med posameznimi inventurnimi obdobji opazne razlike. V obdobju 1970–1990 se je lesna zaloga zmerno povečevala, po letu 1990 pa je izražena pospešena akumulacija lesnih zalog, kar je delno posledica tudi spremenjenih inventurnih metod. Vzporedno s spremembami lesne zaloge se je spreminjalo tudi razmerje med iglavci in listavci. Lesna zaloga iglavcev se je sicer povečala, vendar je bilo povečanje manj izrazito kot pri listavcih, kjer se je lesna zaloga v obdobju 1970–2008 povečala iz 76 m<sup>3</sup>/ha na 141 m<sup>3</sup>/ha.

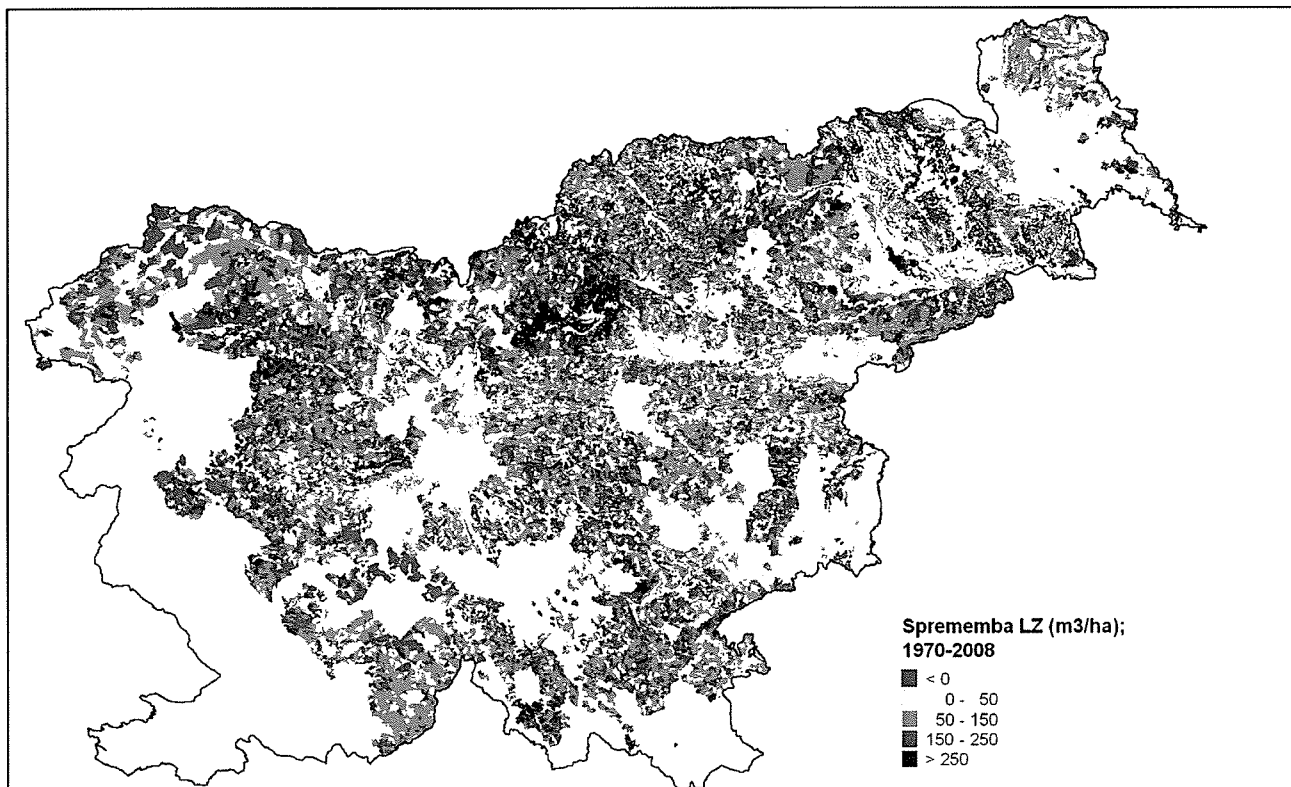
Povečal se je tudi prirastek, in sicer iz 4,1 m<sup>3</sup>/ha na 7,1 m<sup>3</sup>/ha. Povečanje je opazno pri iglavcih in listavcih, le da se je prirastek listavcev bolj povečeval kot prirastek iglavcev. Povsem drugačno dinamiko kot absolutni prirastek izkazuje prirastni odstotek. Prirastni odstotek se je v obdobju 1970–1980 povečal, po letu 1980 pa je opazno postopno zmanjševanje prirastnega odstotka, zlasti pri iglavcih. Zmanjševanje intenzivnosti priraščanja je delno posledica staranja gozdnih sestojev, delno pa je lahko vzrok tudi v slabenju vitalnosti iglavcev.

Spremembe debelinske strukture nakazujejo postopno »staranje« sestojev, saj se je delež tankega drevja zmanjšal (od 47 % celotne lesne zaloge v letu 1970 na 32 % v letu 2008), povečal pa se je delež srednje debelega (od 44 % celotne lesne zaloge na 49 %) in debelega drevja (od 9 % celotne lesne zaloge na 19 %). Spremembe niso istosmerne, med iglavci in listavci se značilno razlikujejo. Za listavce je značilno znatnejše povečevanje lesne zaloge tankega in srednje debelega drevja, pri iglavcih pa se je značilno povečala lesna zaloga debelega drevja, zmanjšala pa lesna zaloga tankega drevja.

Tudi drevesna sestava gozdov se je v obdobju 1970–2008 znatno spremenila. Spremembe se kažejo predvsem v povečanju obilja listavcev (delež listavcev se je povečal iz 40 % celotne lesne zaloge v letu 1970 na 48 % v letu 2008) in v splošnem izboljšanju stopnje ohranjenosti naravne drevesne sestave gozdov. Lesna zaloga bukve se je v proučevanem obdobju podvojila, delež jelke v skupni lesni zalogi pa se je zmanjšal iz 17,5 % v letu 1970 na 8,6 % celotne lesne zaloge v letu 2008. Spremembe obilja so bile manj opazne pri smreki, saj se je delež smreke v proučevanem obdobju povečal iz 34 % na 37 % celotne lesne zaloge.

Podrobne analize strukturnih sprememb gozdov na ravni oddelkov kažejo, da spremembe niso istosmerne in enako velike na celotni površini, temveč so različne v različnih delih Slovenije.

Absolutne spremembe lesne zaloge so najmanjše na rastiščih bazofilnih borovij (RT 11) ter na rastiščih rušja in šotnih barij (RT 14). Tudi relativne spremembe lesnih zalog na teh dveh rastiščnih tipih so majhne. Ena od mogočih razlag je v počasni rasti gozdnih sestojev zaradi ekstremnih rastiščnih razmer. Površinska zastopanost obeh tipov je relativno skromna, zato na nacionalni ravni nista toliko pomembna. Med gozdnimi tipi, ki zavzemajo večjo površino, izstopajo gozdovi jelke in bukve (RT 06). Lesna zaloga sestojev na tem rastišču se je le malo spremenila. Majhne povprečne spremembe lesne zaloge so lahko posledica močnih sečenj iglavcev v obdobju sušenja jelke, lahko pa tudi malopovršinskega in prebiralnega gospodarjenja z gozdovi, za katerega je značilno majhno nihanje lesnih zalog. Povečanje lesnih zalog je največje na nekaterih bolj produktivnih bukovih rastiščih (bukovi gozdovi na nekarbonatnih kamninah – RT 03, podgorska bukovja – RT 04 in gorski bukovji gozdovi na karbonatnih kamninah – RT 05) ter na rastiščih gabrovij in dobrav (RT 02). Relativno povečanje lesne zaloge je prav tako veliko v termofilnih bukovjih in bukovjih na rendzinah (RT 08).



Slika 4: Spremembe lesnih zalog v obdobju 1970–2008.

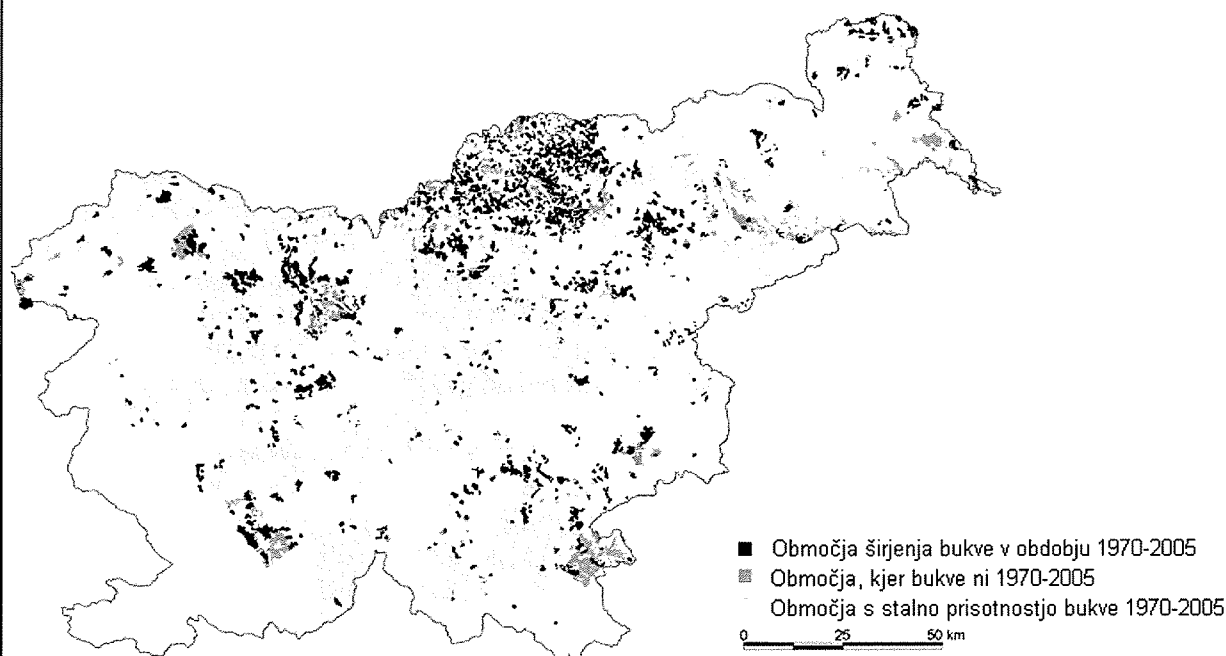
Poleg skupnih sprememb lesnih zalog so za razumevanje razvojne dinamike sestojev po posameznih rastiščih pomembne tudi spremembe lesnih zalog iglavcev in listavcev. Najmanjše absolutne spremembe lesnih zalog iglavcev so v logih (RT 01), podgorskih bukovjih (RT 04) ter v termofilnih bukovjih in bukovjih na rendzinah (RT 08). Tudi relativne spremembe iglavcev kažejo, da se je lesna zaloga v logih (RT 01) le neznatno spremenila. Majhne relativne spremembe lesnih zalog iglavcev so tudi v jelovo-bukovjih (RT 06) in jelovo-smrekovih (RT 07) gozdovih. Absolutne spremembe lesnih zalog iglavcev so največje v bukovjih na nekarbonatnih kamninah (RT 03) in jelovo-smrekovih (RT 07) gozdovih. Kljub velikim absolutnim spremembam lesnih zalog v jelovo-smrekovih (RT 07) gozdovih indeks lesne zaloge za obdobje 1970–2008 kaže, da so relativne spremembe lesnih zalog iglavcev na teh rastiščih majhne. Lesna zaloga listavcev se je najbolj povečala v podgorskih bukovjih (RT 04), acidofilnih borovjih (RT 10) in na termofilnih bukovjih rastiščih in bukovjih na rendzinah (RT 08). Absolutno povečanje lesnih zalog listavcev je sicer veliko tudi v logih (RT 01) ter gabrovjih in dobravah (RT 02), vendar so relativne spremembe lesnih zalog listavcev na teh rastiščih majhne. Na rastiščih iglavcev (rušje in šotna barja – RT 14, bazofilni borovi gozdovi – RT 11 ter gozdovi jelke in smreke – RT 07) se je lesna zaloga listavcev le neznatno spremenila. Na teh rastiščih so listavci v lesni zalogi skromno prisotni, njihovo uveljavljanje pa omejujejo ekološki dejavniki in konkurenčnost iglavcev.

Z intenzivnim povečevanjem lesne zaloge sovпада tudi povečevanje deleža tankega drevja, zlasti listavcev. Poleg podgorskih bukovij na karbonatnih kamninah (RT 04), kjer se je v obdobju 1970–2008 povečevala lesna zaloga tankega in srednje debelega drevja, se je količina tankega drevja povečala zlasti v pionirskih gozdovih na nekdanjih kmetijskih površinah, in sicer najbolj na Krasu, v Istri in jugovzhodni Sloveniji. Količina tankega drevja se je povečala tudi v višjih legah, in sicer predvsem zaradi zaraščanja planin in visokogorskih pašnikov. Najbolj opazno se je lesna zaloga tankega drevja znižala na rastiščih jelke in smreke (RT 07). Prav tako se je lesna zaloga v tem debelinskem razredu znižala tudi na rastiščih bukovij na nekarbonatnih kamninah (RT 03) in na rastiščih jelke ter bukve (RT 06). Na ostalih rastiščih je lesna zaloga tankega drevja ostala bolj ali manj nespremenjena oziroma se je nekoliko povečala. Lesna zaloga srednje

debelega drevja se je najbolj okrepila v bukovjih na nekarbonatnih kamninah (RT 03) in v acidofilnih borovjih (RT 10). Relativno močno se je lesna zaloga srednje debelega drevja povečala tudi v jelovo-smrekovih gozdovih (RT 07) in v gabrovjih in dobravah (RT 02). Najmanj pa se je lesna zaloga srednje debelega drevja spremenila v jelovo-bukovih gozdovih (RT 06). V analiziranem obdobju se je najbolj opazno povečala lesna zaloga debelega drevja, in to na večini rastiščnih tipov. Največje povečanje lesne zaloge debelega drevja smo ugotovili v jelovo-bukovih gozdovih (RT 06) in gozdovih jelke in smreke (RT 07). Lesna zaloga debelega drevja listavcev se je znatno okrepila na nekaterih bukovih rastiščih (RT 03, RT 04 in RT 08), v jelovih bukovjih (RT 06), logih (RT 01) ter gabrovjih in dobravah (RT 02).

Tudi spreminjanje drevesne sestave je bilo v različnih predelih Slovenije različno. Spremembe količine in deleža posamezne drevesne vrste so poleg stanja sestojev, gozdnogojitvenega ukrepanja in naravnih motenj v znatni meri odvisne tudi od ekoloških zahtev proučevane vrste. Rezultati opravljene analize nakazujejo, da se je lesna zaloga posamezne vrste opazno povečala predvsem na njenih naravnih rastiščih, kar zlasti velja za bukev in smreko, medtem ko je jelka pri tem izjema, saj se je lesna zaloga jelke zmanjšala na vseh, tudi na tipičnih jelovih rastiščih.

Spremembe lesnih zalog bukve kažejo povečanje zaloge bukve na njenih naravnih rastiščih, hkrati pa se bukev širi tudi v predele, kjer v letu 1970 ni bila prisotna (Ficko in sod, 2008; Poljanec in sod, 2010). Najbolj se je lesna zaloga bukve okrepila na bukovih rastiščih, zlasti na rastišču podgorskih (RT 04) in gorskih (RT 05) bukovih gozdov na karbonatnih kamninah ter na termofilnih rastiščih bukovij in bukovij na rendzinah (RT 08). Le nekoliko manjše povečanje lesne zaloge bukve smo zaznali na rastišču jelke in bukve (RT 06) ter rastiščih bukve na nekarbonatnih kamninah (RT 03). Na ostalih rastiščih, kjer bukev po naravi ni vodilna drevesna vrsta, je povečanje njene zaloge znatno manjše. Povečanje lesne zaloge bukve je močno odvisno tudi od zgradbe sestojev; največje je bilo v mlajših sestojih z nekoliko nižjimi lesnimi zalogami v letu 1970 in večjim deležem bukve v skupni lesni zalogi.



Slika 5: Širjenje bukve v Sloveniji, 1970-2005 (po Poljanec in sod., 2010)

Bukev se je v obdobju 1970–2005 v skupni lesni zalogi pojavila tudi v oddelkih, kjer v letu 1970 ni bila prisotna (Slika 5). Površina gozdov z bukvijo se je tako od sedemdesetih let dalje povečevala v povprečju za 0,24 % letno (Poljanec in sod., 2010; Ficko in sod., 2011b). Širjenje bukve najboljše pojasnjujejo

okoljske in sestojne spremenljivke. Širjenje bukve je bilo najbolj intenzivno na rastiščih, kjer je bukev v potencialni vegetaciji ko-dominantna ali dominantna drevesna vrsta, na nižjih nadmorskih višinah in strmejših terenih in v bližini obstoječih bukovih sestojev. Pogosteje se je širila v sestoj, ki so imeli leta 1970 večji delež jelke in manjši delež smreke.

Delež smreke v skupni lesni zalogi se je zmanjševal predvsem na rastiščih, kjer smreka po naravi ni prisotna. Najbolj izrazito zmanjšanje deleža smreke je opazno v nižinah in na bolj sušnih in toplih legah. Poleg naravne ogroženosti smreke je k zmanjševanju njenega deleža pripomoglo tudi načrtno pospeševanje naravne drevesne sestave in premene umetno osnovanih nižinskih smrekovih sestojev (Miklavžič, 1954; Diaci, 2006). V ostalih gozdovih, kjer ni bilo večjih sečenj ali naravnih motenj, ki bi povzročile padec skupne lesne zaloge, se je delež smreke krepil, in sicer najbolj v smrekovo-jelovih gozdovih (RT 07), kjer se je lesna zaloga smreke povečala iz 142 m<sup>3</sup>/ha v letu 1970 na 181 m<sup>3</sup>/ha v letu 2008. Tudi v jelovo-bukovih (RT 06) gozdovih se je lesna zaloga smreke povečala, in sicer iz 83 m<sup>3</sup>/ha v letu 1970 na 122 m<sup>3</sup>/ha v letu 2008, čeprav je v naravni drevesni sestavi na teh rastiščih prisotna v manjšem deležu. Smreko so v preteklosti predvsem zaradi večje vrednosti lesa na teh rastiščih pospeševali z naravno in umetno obnovo.

Lesna zaloga jelke se je zmanjševala praktično na vseh rastiščih, kjer se jelka sicer pojavlja, intenzivnost sprememb pa je različna v različnih delih Slovenije (Ficko in sod., 2011a). Ohranitveni status jelke ter njena prostorska in časovna dinamika je podrobneje predstavljena v poglavju 1.4.

### **Ocena trajnostnega gospodarjenja**

Analize strukturnih sprememb gozdnih sestojev v raziskovalnem objektu kažejo, da se je stanje gozdov v proučevanem obdobju z vidika trajnostnega gospodarjenja v splošnem izboljšalo. Lesna zaloga se je okrepila in je v letu 2008 znašala 294 m<sup>3</sup>/ha, tako da se je močno približala optimalni lesni zalogi, ki je ocenjena na 330 m<sup>3</sup>/ha (Hočevar in sod., 2006). Tudi prirastek se je povečal, in sicer iz 4,1 m<sup>3</sup>/ha v letu 1970 na 7,1 m<sup>3</sup>/ha v letu 2008. Če prirastek primerjamo še s proizvodno sposobnostjo gospodarskih gozdov v Sloveniji, ki je ocenjena na 7,5 m<sup>3</sup>/ha (Kotar, 2005), lahko ugotovimo, da se je tudi izkoriščenost proizvodnega potenciala izboljšala, in sicer iz 55 % na 95 %, kar je nedvomno velik uspeh.

Poleg skupnih sprememb so za zagotavljanje trajnostnega gospodarjenja pomembne tudi spremembe v debelinski strukturi in drevesni sestavi gozdov. Spremembe v debelinski strukturi se kažejo predvsem v zmanjševanju lesne zaloge tankega drevja in povečanju lesne zaloge srednje debelega in debelega drevja. Tudi krepitev debelinske strukture lahko v splošnem ocenimo kot pozitiven proces, čeprav nadaljnje povečevanje, predvsem izrazito debelega drevja lahko negativno vpliva na trajnostno gospodarjenje. Debelo drevje je praviloma starejše in zato v splošnem bolj občutljivo na različne vplive iz okolja. Nadaljnje staranje gozdov ob hkratnem spreminjanju klime lahko vodi do povečanja pogostnosti katastrof v gozdovih.

Razvoj drevesne sestave gozdov je v splošnem ugoden, saj se delež listavcev povečuje, zmanjšuje pa delež iglavcev v lesni zalogi. Izboljšanje stanja se kaže predvsem v zmanjšanju stopnje spremenjenosti drevesne sestave, saj se je delež gozdov z močno spremenjeno (razred 60–79 %) in izmenjano drevesno sestavo (razred 80–100 %) zmanjšal, povečal pa se je delež gozdov z bolj ohranjeno drevesno sestavo (spremenjenost < 40 %). Kljub splošnemu izboljšanju stanja ohranjenosti drevesne sestave pa zlasti za jelko ne moremo govoriti o ugodnem stanju.

### **Zaključek**

Informacijski sistem *Silva-SI* omogoča prikazovanje stanja in razvoja gozdov za različne prostorske ravni ter različna časovna obdobja. Pomembna prednost *Silva-SI* je tudi v tem, da omogoča analizo vpliva različnih dejavnikov na strukturne spremembe gozdnih sestojev. Poleg prednosti ima *Silva-SI* tudi nekaj slabosti, ki so posledica neenotnega zajemanja podatkov v različnih obdobjih (različne inventurne metode, različni meritveni pragi, ipd.), združevanja podatkov (npr. po debelinskih razredih, po skupinah drevesnih

vrst) in manjkajočih podatkov o nekaterih sestojnih parametrih. Kljub naštetim slabostim informacijski sistem *Silva-SI* odpira široke možnosti za uporabo na znanstveno-raziskovalnem in strokovnem področju. Informacijski sistem bo v prihodnje potrebno še nadgraditi.

Ugotovljene razvojne značilnosti gozdnih sestojev so pomembno izhodišče za nacionalno gozdno politiko in gozdnogospodarsko načrtovanje na ravni gozdnogospodarskih območjih. V splošnem lahko na nacionalni ravni strukturne spremembe gozdov po letu 1970 ocenimo kot pomemben uspeh gozdarske stroke. Kljub ugodnemu stanju izbranih indikatorjev trajnostnega gospodarjenja pa bo v prihodnosti pred gozdarji težja naloga, saj bo v ospredju obnova in vzdrževanje primerno strukturiranih lesnih zalog. Posebno pozornost velja v prihodnje posvečati ohranjanju stabilnosti gozdov in zmanjševanju tveganja ter bolj aktivnem usmerjanju razvoja sestojev. Podrobne analize kažejo, da so se gozdni sestoji različno spreminjali v različnih delih Slovenije. Zato je utemeljena tudi zahteva, da morajo biti tudi odločitve o prihodnjem usmerjanju razvoja gozdov prostorsko diferencirane in tako prilagojene razvojnim značilnosti gozdnih sestojev na posameznih območjih.

## **1.2 Vpliv gospodarjenja (posek in gojitvena dela), okoljskih in socialnih dejavnikov na strukturne spremembe gozdov.**

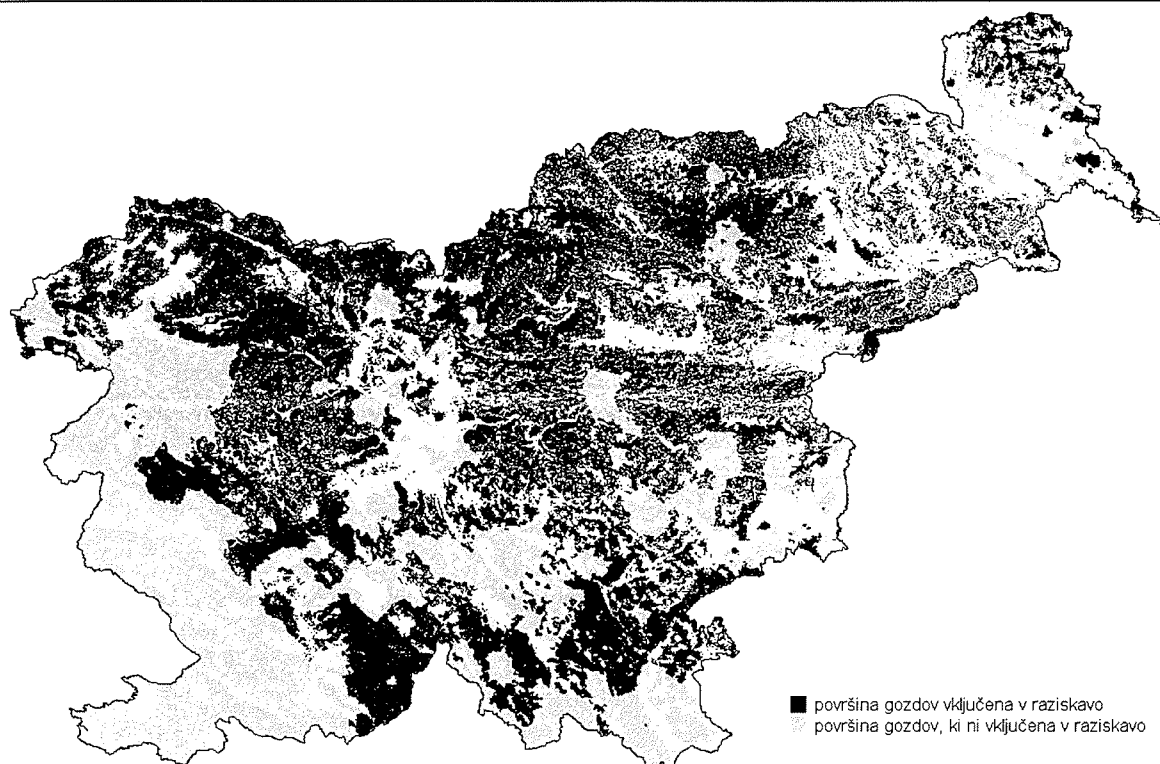
### **Uvod**

Osrednja naloga gozdnogospodarskega načrtovanja je usmerjanje razvoja gozdnih sestojev. Za odločanje o prihodnjem ravnanju z gozdnimi sestoji potrebujemo informacije o razvojni dinamiki gozdnih sestojev in vplivnih dejavnikih. Takšne informacije lahko pridobimo z analizo preteklega razvoja gozdov in gospodarjenja. Namen analize razvoja gozdov in gospodarjenja z njimi je spoznati razvojne značilnosti gozdov, ugotoviti pomembne dejavnike, ki so vplivali na njihov razvoj, oceniti učinkovitost gospodarjenja z gozdovi ter vsa spoznanja in izkušnje upoštevati pri odločanju o prihodnjem ravnanju z gozdovi (Bončina, 2009).

Večina raziskav obravnava vpliv različnih dejavnikov na spremembo strukture gozda parcialno, raziskave pa so navadno omejene na raven sestoja, rastišča ali regije. Poglobljena analiza vpliva različnih dejavnikov na razvoj gozdnih sestojev na ravni Slovenije, ki bi temeljila na oddelkih kot osnovnih podatkovnih enotah o stanju gozdov in vplivnih dejavnikih, zaenkrat še ni bila opravljena. Namen raziskave je zato pojasniti strukturne spremembe gozdov v obdobju 1970-2005 z izbranimi gozdnogospodarskimi, okoljskimi in socio-ekonomskimi dejavniki.

### **Objekt raziskave in metode dela**

Analize vplivov izbranih gozdnogospodarskih, okoljskih in socio-ekonomskih dejavnikov (neodvisne spremenljivke) na strukturne spremembe gozdnih sestojev v obdobju 1970–2005 smo izdelali na podlagi podatkov zbranih v informacijskem sistemu *Silva-SI*. Podatkovna zbirka vključuje 22.220 oddelkov 7183 km<sup>2</sup>) za katere smo uspeli vzpostaviti niz podatkov o stanju gozdnih sestojev za celotno proučevano obdobje (Slika 6). Zbirka vključuje sedem odvisnih ( $\Delta Z$ ,  $\Delta A$ ,  $\Delta B$  in  $\Delta C$ , ki označujejo spremembo celotne lesne zaloge, spremembo lesne zaloge tankega, srednje debelega in debelega drevja v obdobju 1970-2005 ter  $\Delta PBU$ ,  $\Delta PJE$  in  $\Delta PSM$ , ki opredeljujejo spremembo deležev bukve (*Fagus sylvatica* L.), jelke (*Abies alba* Mill.) in smreke (*Picea abies* (L) H. Karst.) v skupni lesni zalogi med leti 1970 in 2005) in 20 neodvisnih spremenljivk, ki opisujejo okoljske, gozdnogospodarske in socio-ekonomske razmere v oddelku (Preglednica 1).



Slika 6: Površina gozdov vključena v proučevanje vplivnih dejavnikov na strukturne spremembe gozdnih sestojev v obdobju 1970-2005.

Vpliv neodvisnih spremenljivk na strukturne spremembe gozdnih sestojev smo proučevali z bivariatnimi in multivariatnimi statističnimi metodami. Za iskanje povezav med vsemi zveznimi spremenljivkami smo uporabili Spearmanovo neparometrično korelacijsko analizo. Ker le-ta deluje na osnovi rangov, lahko zaznava vse monotone reakcije med analiziranimi spremenljivkami in ne le linearnih povezav, kot je to značilno za linearno regresijo. Vpliv kategorialnih spremenljivk na strukturne spremembe gozdnih sestojev smo analizirali s Kruskal-Wallisovim testom.

Ker z bivariatnimi analizami ni mogoče proučevati hkratnega vpliva več neodvisnih spremenljivk, smo kompleksen učinek izbranih vplivnih dejavnikov na strukturne spremembe gozdnih sestojev analizirali z multivariatno regresijsko analizo (splošni multivariatni regresijski model). Neodvisne spremenljivke in posamezne interakcije med njimi smo v model vključevali selektivno glede na predhodne bivariatne analize. Ker so nekatere neodvisne spremenljivke med seboj v močni korelacijski povezavi, hkrati pa so pomembne za pojasnjevanje strukturnih sprememb, smo v model namesto dejanskih vrednosti vključili njihove ostanke. Za vključevanje in izključevanje neodvisnih spremenljivk v regresijski model smo uporabili »forward stepwise« algoritem. Ker kljub več preizkušnim transformacijam nismo uspeli doseči normalne porazdelitve za vse spremenljivke, smo pri vključevanju in izključevanju neodvisnih spremenljivk v regresijski model pripisali stroge kriterije;  $p=0,01$  za vključitev spremenljivke v model in  $p=0,02$  za izključitev spremenljivke v model. Večino statističnih obdelav smo izdelali v programskem paketu SPSS 15.0, neparometrične korelacije in multivariatne regresijske analize pa v programskem paketu Statistica 7.0.

### Dejavniki strukturnih sprememb gozdnih sestojev

Rezultati vpliva različnih dejavnikov na strukturne spremembe kažejo, da večina obravnavanih neodvisnih spremenljivk vpliva na spremembe strukture gozdnih sestojev (Preglednica 2). Smer in jakost vpliva posameznega dejavnika je glede na izbrani kazalec sprememb strukture gozda lahko različna. Analize

posameznih dejavnikov kažejo, da so spremembe sestojnih parametrov v največji meri pogojene s stanjem sestojev v letu 1970. V gozdovih z nizkimi lesnimi zalogami, večjim deležem listavcev in manj intenzivnim gospodarjenjem sta se skupna lesna zaloga in tekoči letni prirastek najbolj povečala. V teh gozdovih se je povečala tudi lesna zaloga tankega in srednje debelega drevja.

Preglednica 2: Rezultati bivariatnih analiz vplivnih dejavnikov na izbrane kazalce sprememb strukture gozdnih sestojev.

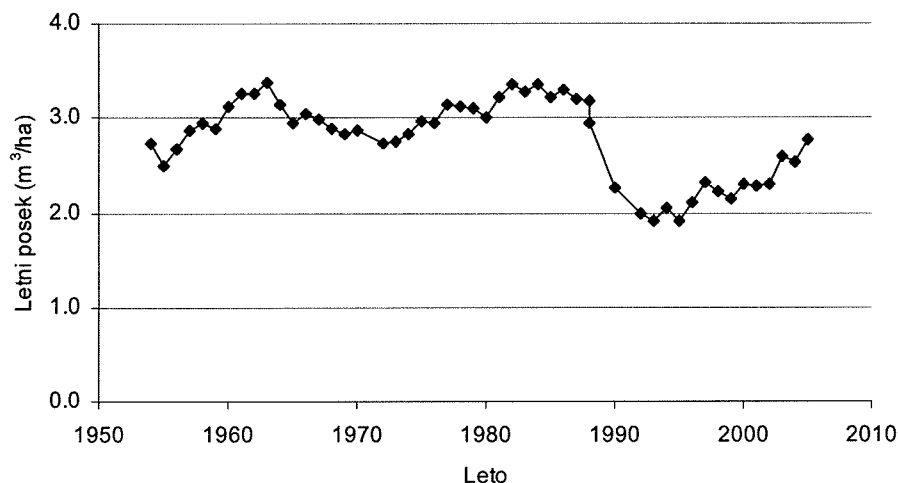
Neodvisne spremenljivke	$\Delta LZ$	$\Delta A$	$\Delta B$	$\Delta C$	$\Delta BU$	$\Delta JE$	$\Delta SM$
<b>Okoljski dejavniki</b>							
NMV – povprečna nadmorska višina oddelka (m)	-	-	-	+	+	+	-
NMV_SD – variabilnost nadmorskih višin v oddelku	-	+	-		+	+	+
NAKLON – povprečni naklon oddelka (°)	-			*	+		+
NAKLON_SD – variabilnost naklona v oddelku		+	-	-	+	+	+
EXP – prevladujoča lega oddelka		*		*			
EXP_VAR – spremenljivost terenskih razmer v oddelku	+	+	-	-	+	+	+
ROC – delež skalovitosti in kamnitosti v oddelku (%)	-	+	-	+	+	+	+
T – povprečna letna temperatura (°C)	+	+	+	-	-	-	+
PAD - povprečna letna količina padavin v oddelku (mm)	-			+	+	+	-
RK – rastiščni koeficient	-	-	-	+	+	+	-
<b>Socio-ekonomski dejavniki</b>							
LAST - prevladujoče lastništvo v oddelku	-	+	-	+	-	+	-
NPARC – število parcel v oddelku	+	+	+	-		-	-
MPARC – povprečna velikost parcel v oddelku (ha)	-	-	-	+	+	+	
SUKC – delež površin v zaraščanju v oddelku (%)	+	+	+	-	-	-	+
<b>Gozdnogospodarski dejavniki</b>							
POS – povprečni načrtovan posek; 1970-2005 (m <sup>3</sup> /ha/leto)	-	-	-	+	+	+	+
GGO – gozdnogospodarsko območje	*	+	*	*	*	*	*
<b>Začetno stanje gozdnih sestojev v letu 1970</b>							
PIGL – delež iglavcev v skupni LZ v letu 1970 (%)	-	-	-	+	+	+	-
LZ1970 – lesna zaloga leta 1970 (m <sup>3</sup> /ha)	-	-	-	+	-	+	-
DEL_C – delež debelega drevja v skupni LZ v letu 1970 (%)		+	-	-			

Jakost vpliva je podana s sivino celice (bela – neznačilno; svetlo siva –  $r < 0,20$ ; temno siva –  $r > 0,20$ ).

Smer vpliva: - negativna korelacija, + pozitivna korelacija, \* smeri vpliva ni bilo moč natančno določiti.

Poleg začetnega stanja gozdov je na spreminjanje strukture gozda vplivalo gospodarjenje z gozdovi. V gospodarskih gozdovih strukturo gozda spreminjamo predvsem z usmerjenimi ukrepi (posek, gojitvena dela). Z redčenji vplivamo na celotno lesno zalogo in tekoči letni prirastek, debelinsko strukturo sestojev, razmerje drevesnih vrst in razmestitev dreves v sestoji. Obseg in način obnove na višjih prostorskih ravneh (na primer gospodarski razred, gozdnogospodarska enota) pomembno vplivata na dinamiko spreminjanja strukture gozda. Tako na primer v gozdnogospodarskih enotah, kjer je intenzivnost obnavljanja sestojev velika, lesna zaloga praviloma ostaja enaka ali pa se zmanjša (Poljanec, 2008).

Podatki o poseku in izvedenih negovalnih delih so v gozdarskih statistikah večinoma dostopni le na višjih prostorskih ravneh (gozdnogospodarska enota, gozdnogospodarsko območje, država; slika 7). Čeprav so bili izvedeni ukrepi evidentirani na ravni odsekov, se evidenc poseka in gojitvenih del na ravni odsekov v večini načrtov ni vzdrževalo. V raziskavi smo zato namesto poseka kot kazalec vpliva gospodarjenja na spremembe gozdov uporabili načrtovani možni posek, ki je dostopen tudi na ravni oddelkov za celotno proučevano obdobje 1970–2005.



Slika 7: Gibanje poseka (m<sup>3</sup>/ha) v obdobju 1955–2005 (po Poljanec, 2008).

Načrtovani posek in dejanski realizirani posek se sicer delno razlikujeta, do razlik prihaja predvsem v predelih, kjer so gozdove prizadele naravne ujme, in v zasebnih gozdovih, kjer je zaradi manjšega interesa lastnikov realiziran posek zlasti po letu 1990 manjši, kot je načrtovani možni posek. Letna količina načrtovanega poseka se je v obdobju 1970–2005 povečevala, in sicer iz 2,8 m<sup>3</sup>/ha v letu 1970 na 4,4 m<sup>3</sup>/ha v letu 2005. Jakost poseka glede na lesno zalogo in prirastek je bila v obdobju 1970–2005 najvišja v letu 1980, in sicer 18 % lesne zaloge oziroma 73 % prirastka. V obdobju 1990–2005 je bila jakost poseka manjša, in sicer med 15 in 16 % lesne zaloge oziroma med 60 in 64 % prirastka.

Rezultati multivariatnih regresijskih analiz kažejo, da količina načrtovanega poseka in gozdnogospodarsko območje značilno vplivata na strukturne spremembe sestojev. Količina načrtovanega poseka značilno vpliva na spremembo vseh obravnavanih kazalcev strukturnih sprememb gozdnih sestojev (Preglednica 1), kar smo tudi pričakovali. Količina načrtovanega poseka pojasnjuje 45,2 % celotne pojasnjene variance spremembe lesne zaloge in 31,0 % celotne pojasnjene variance spremembe lesne zaloge C- debelinskega razreda. Pri ostalih kazalcih je vpliv količine načrtovanega poseka na strukturne spremembe znatno manjši.

Posebno mesto med dejavniki, ki značilno pojasnjujejo strukturne spremembe, imajo gozdnogospodarska območja. Gozdnogospodarska območja so bila osnovana leta 1948 in so v povojnem obdobju odigrala pomembno vlogo v razvoju gozdarstva in zagotavljanju trajnostnega gospodarjenja z gozdovi. Strukturne spremembe gozdov v obdobju 1970–2005 so bile med območji različne. Gozdnogospodarska območja najbolj značilno pojasnjujejo razlike v spremembah lesnih zalog debelinskega razreda B in lesne zaloge jelke, saj vključitev te spremenljivke v multivariatni regresijski model pojasni 20,5 % celotne pojasnjene variance spremembe lesne zaloge debelinskega razreda B in 14,7 % spremembe lesne zaloge jelke v proučevanem obdobju. Razlike v spremembi strukture gozdnih sestojev med območji so kljub velikim razlikam v naravnih in družbenih razmerah predvsem posledica različnih konceptov (območnih politik) in tradicije gospodarjenja z gozdovi znotraj območij.

Del sprememb lahko pojasnimo tudi z okoljskimi in s socio-ekonomskimi dejavniki. Okoljske dejavnike lahko razdelimo v dve skupini. V prvo skupino uvrščamo predvsem dejavnike, ki opisujejo orografske, klimatske in rastiščne razmere, drugo skupino pa predstavljajo abiotске in biotске motnje. Pri proučevanju strukturnih sprememb smo analizirali predvsem prvo skupino dejavnikov, saj konkretnih podatkov o pojavljanju motenj na ravni oddelkov za obdobje 1970–2005 nismo uspeli pridobiti.

Binarne in multivariatne analize so pokazale, da med okoljskimi dejavniki na strukturne spremembe najbolj vplivajo nadmorska višina, temperatura, padavine in rastiščni koeficient. Ugotovitve kažejo, da ti dejavniki pojasnjujejo le majhen del celotne variabilnosti spreminjanja lesne zaloge, prirastka in delno tudi debelinske zgradbe sestojev v obdobju 1970–2005. Okoljski dejavniki, predvsem nadmorska višina,



padavine in rastiščni koeficient, v večji meri pojasnjujejo le spremembe lesne zaloge smreke, jelke, bukve in delno tudi spremembe C- debelinskega razreda.

Vpliva naravnih motenj na spremembe strukture gozdnih sestojev v obdobju 1970–2005 ni bilo možno neposredno preveriti, saj na ravni oddelkov podatki o vrstah in količini sanitarnega poseka za celotno obdobje niso dosegljivi. Kljub temu pa lahko s prikazom strukturnih sprememb gozdnih sestojev na tematskih kartah v posameznih delih Slovenije zaznamo značilne vzorce sprememb, ki jih lahko povežemo z naravnimi motnjami. Večje število oddelkov z nižjo lesno zalogo lahko, na primer v GGO Bled, povežemo s stalnim pojavljanjem večjih vetrolov in snegolomov, na območju od Trnovskega gozda do Javornikov pa z žledolomi.

Med socio-ekonomskimi dejavniki lahko izpostavimo predvsem lastništvo gozdov in velikost gozdne posesti ter rabo zemljišč. Lastništvo je pomemben dejavnik, saj se tako stanje gozdov kot tudi intenzivnost gospodarjenja po posameznih kategorijah lastništva značilno razlikujeta, kar se odraža tudi v specifičnem razvoju gozdov. V splošnem rezultati kažejo, da so bile spremembe strukture gozdnih sestojev v obdobju 1970–2005 najbolj intenzivne v drobni zasebni posesti, kjer je intenzivnost gospodarjenja z gozdovi manjša, stanje gozdnih sestojev v letu 1970 pa manj ugodno kot v strnjenih kompleksih javnih gozdov. Dodaten dejavnik, ki je tesno povezan z lastništvom, je velikost gozdne posesti. Naše analize namreč kažejo, da so bile spremembe lesnih zalog in tekočega letnega prirastka v predelih, kjer prevladuje večja posest, manjše. To so predvsem kompleksi državnih gozdov in predeli z večjo zasebno gozdno posestjo (na primer celki), kjer je bilo zaradi večjega interesa lastnikov gospodarjenje bolj intenzivno.

Pomemben prispevek k pojasnjevanju sprememb strukture gozda je tudi različna raba zemljišč, ki se na ravni oddelka kaže predvsem v spremembi gozdne površine znotraj oddelka. Tako na primer ugotavljamo, da so bile strukturne spremembe gozdnih sestojev večje v oddelkih z manj gozda in z večjim deležem zaraščajočih. V oddelkih z malo gozda in z večjim deležem kmetijskih površin se je površina gozda predvsem zaradi opuščanja kmetijske rabe in zaraščanja povečevala. Posledice povečevanja površine gozda v oddelku se pogosto odražajo v nižji povprečni lesni zalogi gozdov v oddelku, povečevanju deleža tankega drevja v lesni zalogi in spremembah drevesne sestave, ki so zaradi različnega poteka sekundarnih sukcesij lahko zelo različne. Tudi vpliv spremembe površine gozda na lesno zalogo je lahko različen, in je predvsem odvisen od velikosti spremembe. Tako se pri znatnem povečanju površine gozda v oddelku zaradi vključevanja zaraščajočih površin hektarska lesna zaloga gozdnih sestojev zmanjša.

### **Zaključek**

Sestava in struktura gozdnih sestojev se spreminjata. Strukturne spremembe gozdnih sestojev so odvisne od rastiščnih razmer, različnih naravnih in antropogenih dejavnikov (motenj), ki so v bližnji in daljni preteklosti zaznamovali razvoj gozdnih sestojev kot tudi od izbora kazalcev sprememb strukture gozda in merila, v katerem spremembe proučujemo.

Na strukturne spremembe gozdov v obdobju 1970–2005 je zlasti pomembno vplivalo začetno stanje gozdnih sestojev ter gospodarjenje z gozdovi. Začetno stanje gozdnih sestojev je posledica različnih rastiščnih razmer, različne rabe gozdnih zemljišč in preteklega gospodarjenja z gozdovi. Na pretežnem delu območja so intenzivne sečnje in velikopovršinsko gospodarjenje s pospeševanjem iglavcev, zlasti smreke povzročile znatne spremembe v zgradbi in drevesni sestavi gozdnih sestojev. V dinarskih jelovo-bukovih gozdovih, kjer se je v 19., predvsem pa v začetku 20. stoletja uveljavilo prebiralno gospodarjenje z gozdovi, so bile spremembe gozdnih sestojev manjše, zgradba in drevesna sestava gozdnih sestojev pa je ostala bolj ohranjena.

Na strukturne spremembe gozdov v obdobju 1970–2005 so pomembno vplivali gozdnogospodarski dejavniki, saj so spremembe gozdov značilno odvisne od načrtovane intenzivnosti sečenj kot tudi od različnih konceptov pri gospodarjenju z gozdovi, ki smo jih zaznali med gozdnogospodarskimi območji. S prehodom na sonaravno gospodarjenje v zadnje pol stoletja se je obseg sečenj zmanjšal in le izjemoma dosegel letni prirastek, z gojitvenimi ukrepi pa se je pospeševalo naravno drevesno sestavo in razgibano,

rastišču primerno zgradbo gozdov, kar se je odrazilo v znatnem izboljšanju stanja gozdnih sestojev v proučevanem obdobju.

Na spreminjanje strukture gozdnih sestojev poleg aktivnega usmerjanja razvoja gozdov s sečnjami znatno vplivajo tudi naravne motnje. Motnje so lahko različnih jakosti, pogostnosti, prizadenejo lahko različno površino, lahko so kratkotrajne ali pa trajajo daljše obdobje. Njihov pomen je v različnih delih Slovenije različen: v alpskem svetu gozdove največkrat prizadenejo vetrolomi (Klopčič in sod., 2009) sneg in žled ogrožata predvsem tanjše sestoje v nadmorskih višinah med 600 in 1000 m, podlubniki se večinoma pojavljajo kot sekundarne motnje, ki sledijo abiotiskim ujmam in ogrožajo predvsem zasmrečene gozdove v osrednji in vzhodni Sloveniji (Jakša in Kolšek, 2008), v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih pa je glavna naravna motnja visoka stopnja objedenosti pomladka, kar ima dolgoročni vpliv gostoto in vrstno sestavo naravnega pomladka ter s tem na strukturo in sestavo odraslih sestojev.

Tudi socio-ekonomski in rastiščni dejavniki vplivajo na spreminjanje strukture gozdnih sestojev. Njihov vpliv je predvsem posreden in se kaže v različnih razmerah za gospodarjenje z gozdovi.

### **1.3 Analiza dolgoročnih sprememb (1900-2010) jelovo-bukovih gozdov**

#### **Izhodišča**

Poznavanje preteklega razvoja gozdnih sestojev pa tudi procesov in dejavnikov, ki vplivajo nanj, je ključnega pomena za prihodnje ravnanje z gozdovi, še posebej v primeru adaptivnega sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Arhivski podatkovni viri, kot so stari gozdnogospodarski načrti, gozdnogospodarske karte, evidenčne knjige poseka, ipd., lahko predstavljajo pomemben vir informacij o pretekli rabi in razvoju gozdnih sestojev, vendar so bili v preteklosti precej zapostavljeni. V zadnjem obdobju pridobivajo na pomenu, saj poleg preučevanja sprememb zgradbe in sestave gozdnih sestojev v daljšem časovnem obdobju omogočajo tudi raziskovanje in posledično razumevanje delovanja različnih vplivnih dejavnikov sestojne dinamike, predvsem pa spremenljivega režima naravnih in predvsem antropogenih motenj.

Jelovo-bukovi gozdovi predstavljajo le 14 % celotnega gozdnega prostora v Sloveniji, vendar so njihove ekonomske in ekološke pa tudi socialne vloge izrednega pomena na regionalni pa tudi na nacionalni prostorski ravni. Ekstenzivna raba teh gozdov (npr. gozdna paša, krčenje manjših gozdnih površin za pašnike, smolarjenje, manjše sečnje) se je začela že v srednjem veku, intenzivno pa se je z njimi začelo gospodariti v 17. in 18. stoletju, ko so lastniki gozdov potrebovali velike količine lesa za pridobivanje oglja in pepelike za potrebe železarn in steklarn. Intenzivno izkoriščanje gozdov je ponekod že v 18., večinoma pa v 19. stoletju, privedlo do načrtnega urejanja gospodarjenja s temi gozdovi, kar je pomenilo tudi začetek urejenega gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji.

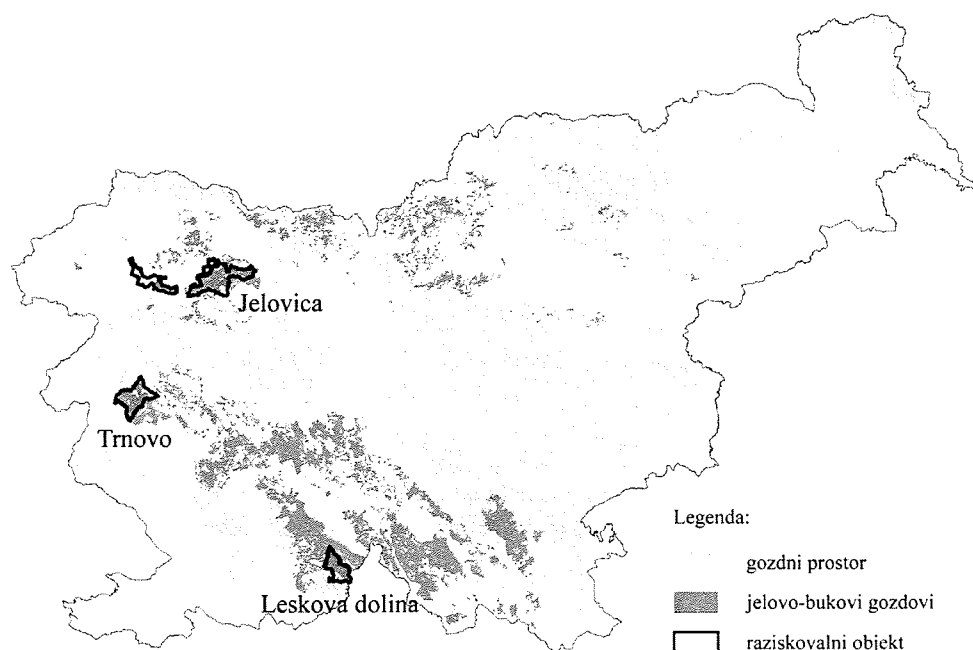
Dolgoročni razvoj ali dinamika jelovo-bukovih gozdnih sestojev v Sloveniji je precej slabo raziskana tema (Gašperšič, 1967; Diaci in sod., 2010), še slabše pa je raziskana njena variabilnost v geografsko dislociranih območjih (npr. Bončina in sod., 2003). Ker je za jelovo-bukove gozdove ohranjenih precej arhivskih gozdnogospodarskih načrtov, smo si v raziskavi zadali dva glavna cilja, in sicer 1) s pomočjo arhivskih podatkov raziskati stoletno dinamiko zgradbe in drevesne sestave pretežno raznomernih jelovo-bukovih gozdnih sestojev in populacije jelke v prostorsko dislociranih raziskovalnih objektih in 2) identificirati glavne vplivne dejavnike in ovrednotiti njihovo vlogo v dinamiki proučevanih gozdnih sestojev. V analizi smo preverjali naslednje hipoteze:

- 1) drevesna sestava in debelinska struktura gozdnih sestojev na območju dinarskih in predalpskih jelovo-bukovih gozdov sta se od začetka načrtnega gospodarjenja do danes spreminjali, dinamika sprememb gozdnih sestojev pa se med območjema značilno razlikuje;

- 2) v raziskovalnih objektih dinarskih jelovo-bukovih gozdov je izmenjava v dominanci glavnih drevesnih vrst znatno bolj opazna kot v objektu predalpskih jelovo-bukovih gozdov;
- 3) na razlike v dinamiki jelovo-bukovih gozdov med raziskovalnimi objekti v proučevanem obdobju sta bistveno vplivala različno začetno stanje gozdov in različno gospodarjenje z gozdovi;
- 4) med glavnimi drevesnimi vrstami je jelka doživela največje spremembe, populacija jelke je bila ob začetku načrtnega gospodarjenja znatno mlajša kot danes;
- 5) populacija jelke v raziskovalnem objektu predalpskih jelovo-bukovih gozdov je bila ob zadnjem inventurnem obdobju razvojno mlajša kot populaciji jelke v objektih dinarskih jelovo-bukovih gozdov.

### Objekt raziskave in metode dela

Za uresničitev zastavljenih ciljev in preverjanje hipotez smo izbrali tri raziskovalne objekte na območju pretežno jelovo-bukovih gozdov (Slika 8). V raziskovalnem objektu Jelovica so večinsko zastopani predalpski jelovo-bukovi gozdovi asociacije *Homogyno sylvestris-Fagetum* Marinček et al. 1993, ki pa so danes zaradi načina preteklega gospodarjenja z njimi pretežno zasmrečeni. Objekt je obsegal 6784 ha gospodarskih gozdov v gozdnogospodarskih enotah Jelovica in Notranji Bohinj. Objekt se nahaja na nadmorskih višinah med 480 in 1760 m, povprečna velikost odseka je 20,07 ha, v katerem je povprečna lesna zaloga leta 2002 znašala  $340 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , letni volumenski prirastek pa  $7,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Gozdove v objektu Trnovo predstavljajo pretežno jelovo-bukovi gozdovi s florističnimi elementi dinarske, alpske in submediteranske flore asociacij *Omphalodo-Fagetum* var.geogr. *Saxifraga cuneifolia* Surina 2001 in *Omphalodo-Fagetum* var.geogr. *Calamintha grandiflora* Surina 2001. V raziskovalni objekt je bilo vključenih 3562 ha gozdov na nadmorskih višinah med 500 in 1440 m. Povprečna velikost odseka je 12,67 ha, povprečna lesna zaloga v letu 2003 je bila  $328 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ob letnem volumenskem prirastku  $6,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . V raziskovalnem objektu Leskova dolina se večinsko pojavljajo tipični dinarski jelovo-bukovi gozdovi asociacije *Omphalodo-Fagetum* (Tregubov 1957 corr. Puncer 1980) Marinček et al. 1993 v različnih subsociacijah. Objekt se nahaja na nadmorskih višinah med 740 in 1350 m s povprečno velikostjo odseka 18,75 ha. Leta 2004 je povprečna lesna zaloga znašala  $468 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , letni volumenski prirastek pa  $9,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .



Slika 8: Lokacija raziskovalnih objektov za proučevanje dolgoročne dinamike jelovo-bukovih gozdnih sestojev

Razvoj jelovo-bukovih gozdnih sestojev v zadnjem stoletju smo proučevali s pomočjo GIS podatkovne zbirke, ki smo jo izdelali na podlagi arhivskih podatkov o gozdnih sestojih, zbranih v gozdnogospodarskih načrtih, in gozdnogospodarskih kart. V GIS zbirki podatkov so bili za posamezni odsek podatki prikazani za vsako inventurno obdobje. Podatke o gozdnih sestojih smo najprej pretvorili v digitalno obliko. Gozdnogospodarske karte posameznih raziskovalnih objektov za posamezna inventurna obdobja smo skenirali, georeferencirali in digitalizirali. S pomočjo prekrivanja digitaliziranih kart iz posameznih inventurnih obdobj in aktualne gozdnogospodarske karte smo pridobili grafično povezavo med nekdanjimi in današnjimi odseki in nato preračunali arhivske podatke na današnje prostorske enote (odseke). Osnovni podatek za posamezen odsek je predstavljala debelinska struktura (t.j. število dreves po debelinskih stopnjah), na podlagi katere smo z enotnimi Biolleyevimi tarifami izračunali večino drugih sestojnih parametrov (npr. lesno zalogo, drevesno sestavo). Če osnovni podatek o debelinski strukturi sestojev v odseku ni bil na voljo (vzorčne polne premerbe sestojev, kontrolno vzorčna metoda), smo podatke navedene v starih gozdnogospodarskih načrtih ustrezno korigirali in vgradili v podatkovno zbirko. GIS podatkovna zbirka je za raziskovalni objekt Jelovica obsegala podatke o gozdnih sestojih za obdobje 1899-2002, za objekt Trnovo za obdobje 1897-2003 in za objekt Leskova dolina za obdobje 1912-2004.

Spremembe v zgradbi in sestavi gozdnih sestojev smo iz vrednotili z izbranimi sestojnimi parametri in njihovimi kazalci (preglednica 1): lesno zalogo (izračunano z enotnimi Biolleyevimi tarifami) in indeksom spremembe lesne zaloge SVI, debelinsko strukturo, diverzitetno debelinske strukture z Ginijevim koeficientom GC (Lexerød in Eid, 2006; zaloga vrednosti GC je med 0 in 1; bližje je vrednost GC vrednosti 1, bolj so sestoji raznomerni in bližje je ta vrednost 0, bolj so sestoji enomerni), drevesno sestavo in vrstjo dreves preko meritvenega praga 10 cm v zadnjem inventurnem obdobju s pomočjo indeksa stopnje vrasti RRI (Yoshida in sod., 2006). Razlike med porazdelitvami smo proučevali s  $\chi^2$ -testom, razlike med srednjimi vrednostmi proučevanih sestojnih parametrov med raziskovalnimi objekti pa z neparametričnima Mann-Whitneyim in Kruskal-Wallisovim statističnima testoma. Vplivne dejavnike dinamike gozdnih sestojev smo identificirali in ovrednotili njihov pomen na podlagi informacij zbranih iz tekstnih delov posameznih gozdnogospodarskih načrtov (ali njihovih prevodov), podatkov o poseku lesa na letni ravni, razčlenjenem po vzrokih poseka, in podatkov o letnem odvzemu velikih rastlinojedov in iz njih izračunanih gostot.

Preglednica 3: Indeksi uporabljeni za analizo sestojne dinamike jelovo-bukovih gozdov v zadnjem stoletju (povzeto po Klopčič in Bončina, 2011)

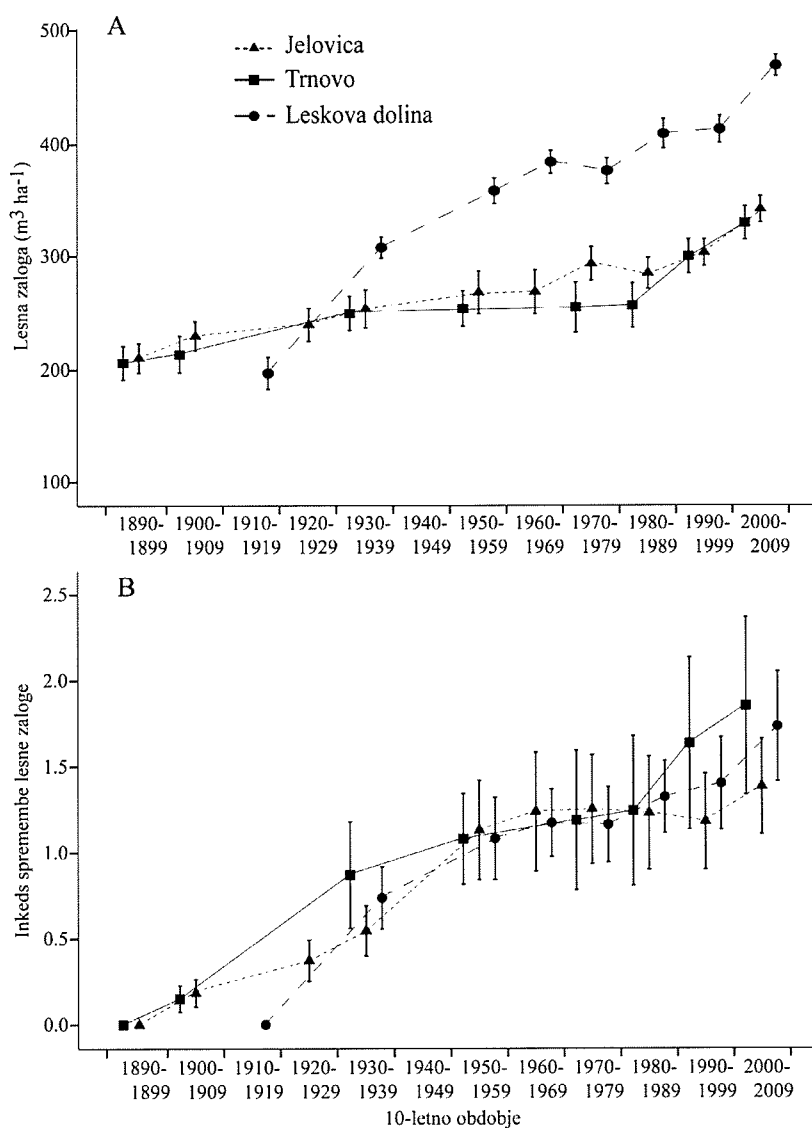
Indeks	Enačba
Indeks spremembe lesne zaloge – SVI	$SVI_{i,y} = \left( \frac{SV_{i,y} - SV_{i,yold}}{SV_{i,yold}} \right)$
Ginijev koeficient – GC (Lexerød in Eid, 2006)	$GC_y = \frac{\sum_{j=1}^n (2j - n - 1) \cdot ba_j}{\sum_{j=1}^n ba_j \cdot (n - 1)}$
Indeks stopnje vrasti – RRI (Yoshida in sod., 2006)	$RRI_i = \left( \frac{(N_{yold} + Nrec_{i,y})}{N_{yold}} \right)^{0.1} - 1$

\*  $i$  drevesna vrsta ali skupina drevesnih vrst,  $y$  leto gozdne inventure,  $yold$  leto prve/predhodne gozdne inventure,  $SV$  lesna zaloga,  $j$  rang drevesa v naraščajočem zaporedju od 1 do  $n$ ,  $n$  skupno število dreves,  $ba$  temeljnica dreves ( $m^2 ha^{-1}$ ),  $Nrec$  število preko meritvenega praga vraslih dreves na stalni vzorčni ploskvi,  $N_{yold}$  število evidentiranih dreves na stalni vzorčni ploskvi ob prvi meritvi.

## Rezultati

V zadnjem stoletju so se proučevani sestojni parametri značilno spreminjali. Spremembe so bile zaznane v lesni zalogi, debelinski strukturi, drevesni sestavi in diverziteti debelinske strukture. Med posameznimi raziskovalnimi objekti smo odkrili značilne razlike v sestojni dinamiki, vendar so bile ugotovljene tudi nekatere podobnosti.

Glavna skupna značilnost raziskovanih objektov je bilo stalno naraščanje povprečne lesne zaloge (slika 9A), ki je na Jelovici v obdobju 1899-2002 narasla za količnik 1,6 (iz  $215 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  na  $340 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), na Trnovem v obdobju 1897-2003 prav tako za količnik 1,6 (iz  $205 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  na  $328 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), v Leskovi dolini pa v obdobju 1912-2004 za količnik 2,4 (iz  $197 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  na  $468 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Analiza indeksa spremembe lesne zaloge SVI (slika 9B) je podala rezultat, da so lesne zaloge v posameznih odsekih glede na začetno lesno zalogo v odseku ves čas analiziranega obdobja v objektih naraščale približno enako, vendar za razliko od povprečne lesne zaloge so bili ti porasti najvišji v objektu Trnovo, nižji v Leskovi dolini, najnižji pa na Jelovici.

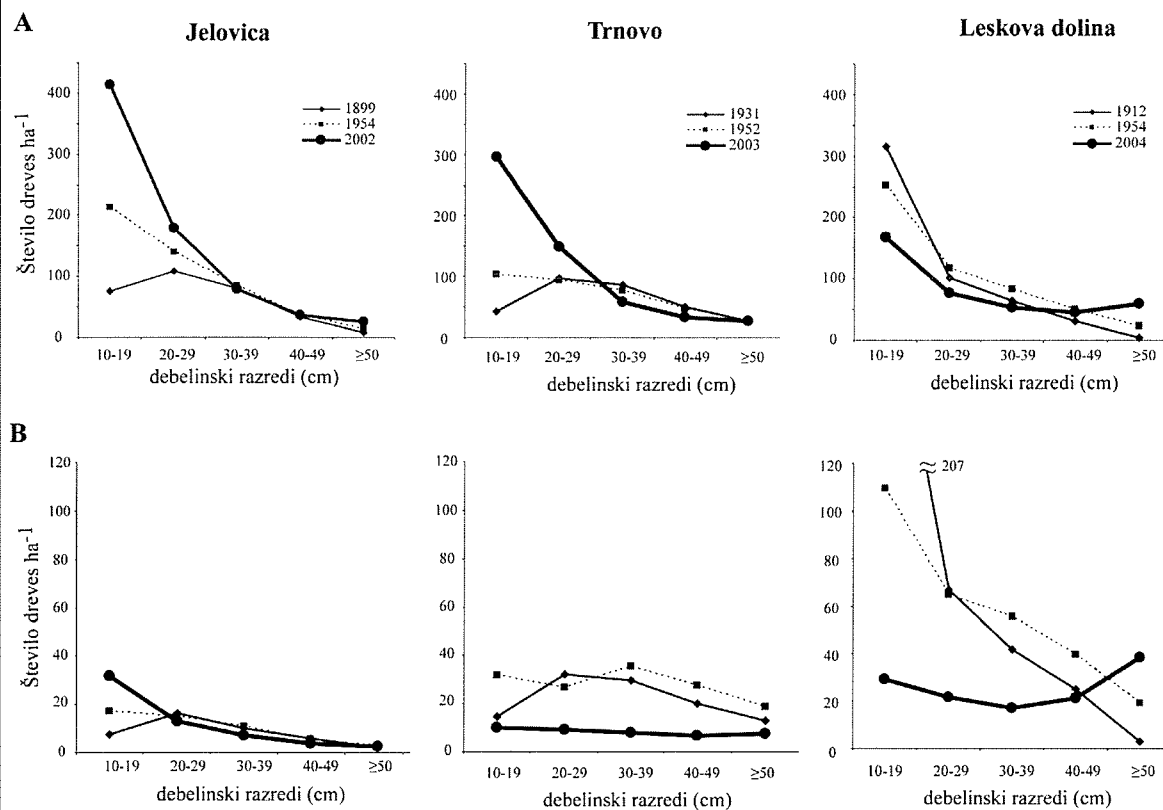


Slika 9: Dinamika povprečnih lesnih zalog (A) in indeksa spremembe lesne zaloge SVI (B) v raziskovalnih objektih s 95 % intervalom zaupanja za srednjo vrednost

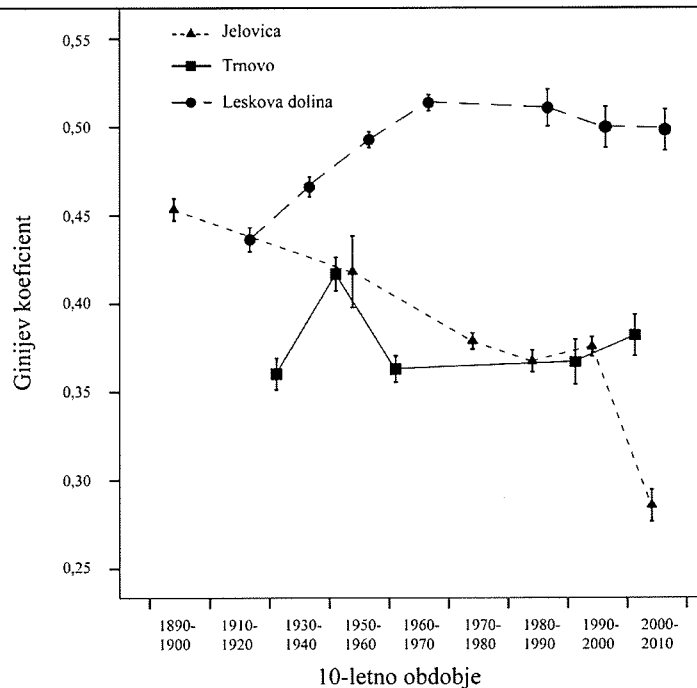
V raziskovalnih objektih se je spreminjala tudi debelinska struktura sestojev, vendar za razliko od lesne zaloge spremembe niso bile enosmerne in so se med raziskovalnimi objekti značilno razlikovale (slika

10A). Ugotovljene spremembe so nakazale dve različni smeri razvoja gozdnih sestojev: zvišanje povprečne sestojne gostote in količine tankega drevja (dbh=10-29 cm) (»pomlajevanje sestojev«) na Jelovici in Trnovem ter zvišanje količine debelega drevja (dbh $\geq$ 50 cm) in upad sestojne gostote (»staranje sestojev«) v Leskovi dolini.

Med raziskovalnimi objekti smo ugotovili tudi razlike v dinamiki diverzitete debelinske strukture (slika 11). V proučevanem obdobju se je v Leskovi dolini Ginijev koeficient GC zvišal za količnik 1,14, kar nakazuje trend razvoja sestojne zgradbe proti bolj raznomerni zgradbi. Na Trnovem je GC stagniral, kar kaže na manjše spremembe diverzitete debelinske strukture in stabilnost sestojnih zgradb. Na Jelovici pa se je GC v proučevanem obdobju znižal za količnik 1,6, saj so se sestoji iz prvotnih sestojev z najvišjo diverzitetjo debelinske strukture med raziskovalnimi objekti spremenili v sestoj z najnižjo diverzitetjo debelinske strukture (najbolj enomerne zgradbe) ob koncu proučevanega obdobja.



Slika 10: Dinamika debelinske strukture gozdnih sestojev (A) in jelke (B) v raziskovalnih objektih jelovo-bukovih gozdov (povzeto po Klopčič in Bončina, 2011)



Slika 11: Dinamika diverzitete debelinske strukture v raziskovalnih objektih v zadnjem stoletju s 95 % intervalom zaupanja za srednjo vrednost

V proučevanih gozdnih sestojih smo v zadnjem stoletju ugotovili tudi opazne spremembe v drevesni sestavi (preglednica 4). Glavna splošna ugotovitev je, da se je v zadnjih desetletjih znižal delež jelke v lesni zalogi, zvišal se je delež listavcev, v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih pa tudi delež smreke. V posameznih inventurnih obdobjih so bile med raziskovalnimi objekti ugotovljene značilne razlike v deležih posameznih drevesnih vrst. Na Jelovici je bila v celotnem proučevanem obdobju smreka dominantna drevesna vrsta, medtem ko sta na Trnovem in v Leskovi dolini jelka in bukev izmenjaje prevladovali v lesni zalogi, vendar so fluktuacije potekale v različnih časovnih okvirih. Na Trnovem je izmenjava potekla v nekaj desetletjih med inventurama v letih 1931 in 1983. V vmesnem obdobju je v lesni zalogi prevladovala jelka, prej in po tem obdobju pa bukev, ki v objektu prevladuje še danes z 62 %. V Leskovi dolini je bil časovni interval izmenjave jelke in bukve v njuni dominanci bistveno daljši, saj izmenjava še vedno poteka od leta 1864, ko je v lesni zalogi prevladovala bukev z 51 %. Po podatkih iz gozdnogospodarskega načrta iz leta 1912 so v lesni zalogi že prevladovali iglavci z 68 %, med njimi je bila prevladujoča jelka. Kljub upadanju deleža jelke v zadnjih desetletjih je leta 2004 v lesni zalogi še vedno močno prevladovala jelka s 53 %.

Med raziskovalnimi objekti se je značilno razlikovala tudi vrstna tankega drevja. Indeks stopnje vrasti RRI je bil na Jelovici statistično značilno višji od izračunanih RRI na Trnovem in v Leskovi dolini. Smreka je izkazovala najvišjo stopnjo vrasti na Jelovici in v Leskovi dolini, medtem ko je v sestoji na Trnovem najbolj vraščala bukev. Med glavnimi drevesnimi vrstami smo najnižjo stopnjo vrasti v vseh treh raziskovalnih objektih ugotovili za jelko.

Preglednica 4: Dinamika drevesne sestave v raziskovalnih objektih (prikazani so deleži v lesni zalogi) (povzeto po Klopčič in Bončina, 2011)

Raz. objekt	Drevesna vrsta	10-letno obdobje							
		1890-1900	1911-1920	1931-1940	1951-1960	1961-1970	1981-1990	1991-2000	2001-2010
Jelovica	jelka	16	-	-	-	-	13	9	9
	smreka	68	-	-	82*	-	70	75	73
	bukev	16	-	-	18*	-	17	14	16
	druge vrste	0	-	-	-	-	0	2	2
Trnovo	jelka	41*	-	38	49	54	37	26	18
	smreka	-	-	4	6	6	10	11	15
	bukev	59*	-	57	44	37	51	59	62
	druge vrste	-	-	1	1	3	2	4	5
Leskova dolina	jelka	-	68*	-	68	69	62	57	53
	smreka	-	-	-	9	10	12	17	18
	bukev	-	32*	-	18	17	22	23	26
	druge vrste	-	-	-	5	4	4	3	3

\* podatki na voljo samo za skupine drevesnih vrst iglavci in listavci

Med glavnimi drevesnimi vrstami je jelka prestala največje spremembe debelinske strukture in obilja. Analiza sprememb debelinske strukture jelke v raziskovalnih objektih je nakazala dve nasprotni razvojni značilnosti (slika 10B). Trenutno je populacija jelke v proučevanih jelovo-bukovih gozdovih v Alpah razvojno mlajša (t.j. večji delež tankega drevja), kot je bila na začetku proučevanega obdobja, nasprotno pa je populacija jelke v proučevanih dinarskih jelovo-bukovih sestojih danes razvojno starejša (t.j. nižji delež tankega drevja ob hkratnem višjem deležu debelega drevja), kot je bila na začetku proučevanega obdobja. V proučevanih predalpskih jelovo-bukovih gozdovih (Jelovica) je bil v obdobju 1899-2002 evidentiran porast števila tankih jelk (dbh=10-19 cm) za količnik 4,2, medtem ko je v Leskovi dolini v obdobju 1912-2004 število debelih jelk (dbh≥50 cm) naraslo za količnik 12,7. Presežek mortalitete nad vrstjo jelke je v zadnjem stoletju znižal njen delež v drevesni sestavi proučevanih sestojev, manj v predalpskih, bistveno pa v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih.

Ugotovljene razvojne spremembe so bile posledica vzajemnega delovanja naravnih, predvsem pa antropogenih motenj, ki delujejo na različnih prostorskih in časovnih ravneh. Razlike v pretekli rabi gozdov, režimih abiotskih (gospodarjenje z gozdovi) in biotskih naravnih motenj in rastiščnih značilnostih so se izkazali kot najpomembnejši vplivni dejavniki dinamike jelovo-bukovih gozdnih sestojev v Sloveniji.

Pretekla raba gozdov je bistveno spremenila naravno zgradbo in drevesno sestavo sestojev že v obdobju pred prvimi gozdnimi inventurami in začetkom načrtnega urejanja gozdov in gospodarjenja z njimi. Prostorski in časovni vpliv različnih rab gozdnega prostora na zgradbo sestojev pred začetkom načrtnega gospodarjenja z gozdovi se je med raziskovalnimi objekti bistveno razlikoval, kar se je odrazilo v različnih stanjih proučevanih gozdnih sestojev na začetku raziskovalnega obdobja. V obdobju načrtnega gospodarjenja z gozdovi je koncept gospodarjenja z gozdovi (t.j. gozdnogojitveni sistem, način sečenj, ipd.) najpomembneje vplival na sestojno dinamiko proučevanih gozdov. Praksa prebiralnega in malopovršinsko skupinsko postopnega gospodarjenja v objektu Leskova dolina je privedla do sestojev z najbolj raznomerno



zgradbo, medtem ko je v objektu Jelovica večjepovršinsko gospodarjenje s sadnjo smreke rezultiralo v trenutno najbolj enomernih sestojnih zgradbah. Precej tradicionalno in konstantno gospodarjenje z jelovo-bukovimi gozdovi na Trnovem je snovalo sestoje, ki so bili v analiziranem obdobju v svoji zgradbi najbolj stabilni. Način gospodarjenja je značilno vplival tudi na drevesno sestavo in predvsem na debelinsko strukturo sestojev. Opažene razlike med raziskovalnimi objekti so bile torej predvsem posledica razlik v uporabljenih gozdnogojitvenih sistemih, vendar ne gre zanemariti tudi vpliva režima naravnih motenj.

Veliki rastlinojedi in njihovo objedanje pomladka drevesnih vrst kot kontinuirana biotska naravna motnja igra pomembno vlogo v dinamiki predvsem dinarskih jelovo-bukovih gozdov gozdnih sestojev. V Leskovi dolini je selektivno objedanje pomladka po velikih rastlinojedih, predvsem jelenjadi, imelo izjemen vpliv na gostoto in vrstno sestavo naravnega pomladka, predvsem za objedanje izjemno priljubljenih drevesnih vrst, kot sta jelka in gorski javor. V ograjenih površinah je bila skupna gostota jelovih mladice 4,8-krat višja kot na neograjenih površinah, na neograjenih površinah je pomladek jelke povsem izginil v višinskih razredih nad 50 cm, medtem ko je bil na ograjenih površinah zastopan v zadostnem deležu. Podobni rezultati so bili ugotovljeni za pomladek gorskega javorja. V analiziranem obdobju je bil ugotovljen stalen upad števila preko meritvenega praga 10 cm vraslih jelk, saj jih je bilo v letu 1912 v povprečju na hektar registriranih 190, leta 2004 pa samo še 30. Vendar je vrast jelke začela upadati, še preden so gostote jelenjadi začele rapidno naraščati, kar nakazuje, da poleg velikih rastlinojedov na vrast jelke vplivajo tudi nekateri drugi dejavniki. V ostalih dveh raziskovalnih objektih, Jelovici in Trnovem, veliki rastlinojedi in njihovo objedanje gozdnega pomladka očitno še ne predstavljajo tako velike motnje kot v Leskovi dolini.

V pretežno zasmrečenih predalpskih jelovo-bukovih gozdovih predstavljajo abiotske in biotske naravne motnje pomemben dejavnik sestojne dinamike. V raziskovalnem objektu Jelovica je v obdobju 1979-2010 sanitarni posek zaradi različnih naravnih motenj v povprečju predstavljal 50,3 % celotnega letnega poseka. V zadnjih petih letih je bil ta delež celo vedno višji od 89 %. Večinoma so se v analiziranem obdobju pojavljale motnje nizkih jakosti, nekajkrat pa so se zgodile tudi motnje večjih jakosti – velikopovršinske motnje.

Rastiščne značilnosti so pomemben dejavnik, ki vpliva na »naravno« zgradbo in drevesno sestavo gozdnih sestojev. Značilnosti se lahko znotraj posameznega gozdnega tipa bistveno razlikujejo zaradi razlik v mikro- in mezorastiščih, kar vpliva na razlike v drevesni sestavi in zgradbi gozdnih sestojev. Rastišče je pomemben dejavnik tudi pri pojavljanju nekaterih abiotskih in biotskih naravnih motenj.

## **Zaključki**

Znotraj določenega gozdnega tipa, v našem primeru jelovo-bukovih gozdov, je možen širok spekter različnih sestojnih dinamik in njihovih vplivnih dejavnikov, zato nikakor ne smemo postavljati enotnih konceptov gospodarjenja s posameznim gozdnim tipom, ampak je nujno na posameznih objektih iz vrednotiti sestojno dinamiko in gospodarjenje s sestoji prilagoditi ugotovitvam.

Ugotovili smo bistven vpliv preteklega gospodarjenja z gozdovi na spremembe v zgradbi gozdnih sestojev v daljšem časovnem obdobju. Zato je pomembno, da smo pri izbiri, uvajanju in uporabi gozdnogojitvenih sistemov pri gospodarjenju s posameznim gozdnim tipom previdni. Upoštevati moramo tako »naravno« sestojno dinamiko, ugotovljeno v pragozdovih ali gozdnih rezervatih določenega gozdnega tipa, kot rastiščne razmere, trenutne in potencialne »naravne« sestojne značilnosti in dolgoročne gozdnogojitvene in gozdnogospodarske cilje. V jelovo-bukovih gozdovih predlagamo uporabo gozdnogojitvenih sistemov, ki ustvarjajo vrzeli majhnih velikosti in posledično kreirajo vertikalno in horizontalno heterogene gozdove s pretežno raznomernimi in raznodobnimi sestojnimi zgradbami. Takšni gozdnogojitveni sistemi so vse variacije prebiralnega gospodarjenja in zelo malopovršinsko skupinsko postopno gospodarjenje. Vendar pa predlagana usmeritev ne sme biti togo sprejeta in aplicirana v vse jelovo-bukove gozdove. V naravni dinamiki teh gozdov se občasno pojavljajo tudi naravne motnje srednjih in večjih jakosti. Tudi motnje takšnih jakosti in razsežnosti lahko posnemamo pri gospodarjenju z gozdovi, vendar moramo dosledno in korektno upoštevati rastiščne razmere in sestojne značilnosti. Večjepovršinsko ukrepanje je sprejemljivo

npr. na rastiščih, ki so manj ekstremna in je zato možnost zakrasitve gozdnih tal minimalna, v sestojih, kjer v naravni drevesni sestavi prevladuje bukev ali v sestojih, kjer je na večjih površinah že razvit pomladek. Na ekstremnih rastiščih (velika skalovitost, plitva tla, veliki nagibi, južne ekspozicije, ipd.) se takšnega ukrepanja ne smemo posluževati.

Možna strategija uspeha jelka v mešanih jelovo-bukovih gozdovih je »okno priložnosti« v smislu sočasnosti ustreznih okoljskih in sestojnih razmer, kot npr. dovolj nizke gostote rastlinojedov, zaporedna semenska leta, ustrezen režim motenj, ugodna zgradba in sestava odraslih gozdov. V obdobju »okna priložnosti« se jelka uspe množično pomladiti, uspešno preraščati v višje višinske razrede pomladka in kasneje vraščati v drevesno plast.

Gospodarjenje z gozdovi in upravljanje populacij prostoživečih živali, predvsem velikih rastlinojedov, sta najpomembnejša dejavnika dinamike jelovo-bukovih gozdnih sestojev. Da bi rešili dolgotrajen konflikt med sestojno in živalsko komponento gozdnega ekosistema je potrebno vzajemno, dopolnjujoče in usklajeno upravljanje vseh komponent gozdnega ekosistema. Potreben je pristop, ki bo omogočil obstoj in trajnostno rabo jelke kot pomembnega gradnika jelovo-bukovih gozdov in vseh naravno prisotnih vrst velikih rastlinojedov ter obenem ohranjal rastišče.

#### 1.4. Ohranitveni status jelke v Sloveniji

##### Izhodišče

Zaradi okoljskih sprememb in morda tudi načina gospodarjenja z gozdovi se spreminja tudi ohranitveni status gozdnih drevesnih vrst; za njihovo ohranjanje in ustrezno ravnanje je potrebno poznati razvoj populacij drevesnih vrst. Drevesna vrsta, ki pri nas postaja zaradi vpliva kompleksa različnih dejavnikov čedalje bolj ogrožena, je jelka (Ficko in Bončina, 2006), podobno kot v večjem delu njenega srednjeevropskega areala (Horndasch, 1993; Senn in Suter, 2003).

##### Objekt raziskave in metode dela

Značilnosti današnje razširjenosti jelke smo proučili s pomočjo datotek o gozdnih fondih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2006) in sestojne karte (ZGS, 2008a). Na ravni odsekov (70.474 zapisov, povprečna velikost odseka je 16,5 ha) smo analizirali podatke o gozdnih fondih iz treh datotek (Odseki.dbf, Drevna.dbf in Razfaz.dbf), podatke s sestojne karte smo uporabili za prikaz razširjenosti jelke (število poligonov, ki omejujejo sestoje, znaša 297.425). Vsa gozdna rastišča smo glede na gojitveno-ekološke značilnosti jelke združili v štiri glavne rastiščne tipe. Povzeli smo fitocenološko nomenklaturu, kakršno uporablja Zavod za gozdove Slovenije (2006, 2008):

- (A) predalpski jelovo-bukovi gozdovi (*Abieti-Fagetum prealpino-dinaricum* in *Abieti-Fagetum praealpinum*);
- (B) dinarski jelovi in jelovo-bukovi gozdovi (*Abieti-Fagetum dinaricum*, *Neckero-Abietetum*, *Asplenio-Abietetum*, *Festuco-Abietetum*, *Clematido-Abietetum* in *Lycopodio-Abietetum*);
- (C) jelovja s praprotni in jelovja na nekarbonatnih kamninah (*Luzulo-Abietetum*, *Dryopterido-Abietetum*, *Oxalido-Abietetum* in *Bazzanio-Abietetum*);
- (D) druga rastišča (vse druge asociacije).

Vsak odsek je bil glede na površinsko prevladujočo gozdno združbo uvrščen v enega izmed zgornjih rastiščnih tipov.

Časovno in prostorsko dinamiko jelke v Sloveniji v obdobju 1970-2008 smo analizirali s pomočjo sistema Silva-SI (število vseh oddelkov= 32,597; 11,400 km<sup>2</sup>) (Ficko in sod., 2011). Pri tem smo proučevali

spremembe njene razširjenosti in obilja ter debelinske strukture lesne zaloge, analizirali smo tudi pomlajevanje jelke in stopnjo njene vrasti nad meritveni prag. Posebno pozornost smo namenili ugotavljanju razlik med spremembami lesne zaloge, drevesne sestave, debelinske strukture jelke po treh največjih rastiščnih stratumih z jelko. S pomočjo sistema Silva-SI in programskega paketa MapInfo so bili izdelani grafični prikazi sprememb razširjenosti jelke v Sloveniji v obdobju 1970-2008, območja njene največje regresije in območja, kjer se je po letu 1970 pojavila na novo. Analiza je vključevala 22.230 oddelkov (7453km<sup>2</sup>) s povprečno površino 34 ha (min. = 0.02 ha, spodnji kvartil = 19 ha, zgornji kvartil = 42 ha, največja površina vzorčne enote = 594 ha).

Preliminarne analize dejavnikov, ki določajo prostorsko razširjenost jelke s pomočjo statističnih modelov (logistična regresija izginjanja jelke, njene regresije/progresije), so pokazale, da gre pri prostorski in časovni dinamiki jelke za kompleksen proces, ki ga težko pojasnimo z linearnimi metodami. Izdelani logistični modeli prostorskih sprememb na celotni gozdni površini Slovenije in modeli regresije in progresije jelke, kjer smo uporabili različne kriterije izginjanja, so se ob uporabi obstoječih spremenljivk, ki smo jih imeli na voljo v okviru sistema Silva-Si, izkazali kot nezanesljivi, njihova pojasnjevalna moč pa je bila slaba. Zato smo za analizo sprememb razširjenosti jelke v obdobju 1970-2008 uporabili umetne nevronske mreže, ki imajo to bistveno prednost, da med učenjem iz podatkov same ugotovijo pravilo, ki povezuje izhodne podatke (spremembe v pojavljanju jelke) z vhodnimi (okoljske, sestojne in gozdnogospodarske spremenljivke). Veliko število podatkov sicer grobe prostorske resolucije nam je omogočilo uspešno učenje mrež in ustrezno preverjanje pojasnjevalnega modela na veliki površini. Uporabili smo 14 vhodnih nevronov izmed 19 spremenljivk, ki smo jih imeli na voljo (4 zvezne in 5 kategoričnih neodvisnih spremenljivk z 12 kategorijami ter 6 skritih nevronov in 2 izhodna nevrona. Podrobna metodologija in arhitektura umetnih nevronskih mrež za namene proučevanja prostorske in časovne dinamike jelke v Sloveniji v obdobju 1970-2008 je opisana v prispevku Ficka in sod. (2011).

Analizo spreminjanja obilja jelke v obdobju 1970-2008 smo izvedli s splošnim linearnim modelom spreminjanja lesne zaloge jelke in njenega deleža v lesni zalogi. V linearni model za pojasnjevanje sprememb obilja jelke smo vključili osem spremenljivk, z uporabo algoritma forward stepwise so kot statistično značilne pojasnjevalne spremenljivke ostale vključene štiri: povprečna temperatura, začetna lesna zaloga, razdalja do jelovih gozdov in matična podlaga.

Analizo demografskih značilnosti jelke smo izvedli s pomočjo podatkov s stalnih vzorčnih ploskev (SVP), ki smo jih pridobili iz podatkovne zbirke Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2008b). Podatkovno zbirko smo oblikovali za gozdnogospodarske enote (GGE), v katerih jelka dosega 10 ali več odstotkov v lesni zalogi (LZ) in sta bili v njih do leta 2008 opravljene 2 meritvi na SVP (77 GGE, 556.771 ha, 34.412 SVP). S tem smo izključili gozdove v robnem območju razširjenosti jelke v Sloveniji. SVP smo prav tako kot odseke stratificirali v štiri rastiščne skupine.

Iz podatkov o jelkah s SVP smo izračunali povprečno debelinsko strukturo jelke za celotno analizirano območje ter še posebej za vsako rastiščno skupino. Pri tem smo kot utež upoštevali površino gozdov, ki jo ponazarja posamezna SVP glede na gostoto vzorčne mreže. Analizirali smo porazdelitev števila jelk in lesne zaloge jelke po debelinskih stopnjah (DST), razlike v porazdelitvah med rastiščnimi skupinami smo preverjali z Brandt-Snedecorjevim testom razlik med porazdelitvami. Z Brandt-Snedecorjevim testom smo izvedli tudi primerjalno analizo debelinske strukture jelke z debelinskimi strukturami drugih drevesnih vrst: smreke (*Picea abies* Karst.), bukve (*Fagus sylvatica* L.) in gorskega javorja (*Acer pseudoplatanus* L.).

Ponovne meritve drevja na SVP v obdobju desetih let so omogočile analizo vrasti jelk prek meritvenega pragu 10 cm. Izračunali smo povprečno število vraslih jelk v desetletnem obdobju - med prvo in drugo meritvijo na SVP - in primerjalno analizirali vrast jelke med rastiščnimi skupinami. Za analizo vpliva višine lesne zaloge gozdnih sestojev na vrast jelke smo lesno zalogo kategorizirali v razrede po 200 m<sup>3</sup>/ha. Razlike med rastiščnimi skupinami smo testirali z neparametričnim Kruskal-Wallisovim testom in posteriorno analizo parnih primerjav. Vpliv sestojnih parametrov na vraščanje jelke smo preverili s kontingenčnimi Preglednicami in  $\chi^2$ -testi, razmerja med kategorijami pa smo dodatno analizirali z grafikoni relativnih

frekvenc. Relativno frekvenco v % smo izračunali kot kvocient med številom SVP, na katerih smo zabeležili vrast jelke, in skupnim številom SVP v določeni kategoriji višine lesne zaloge.

Pomlajevanje jelke in objedenost pomladka smo analizirali s pomočjo podatkov mreže za spremljanje objedenosti (ZGS, 2004). Zasnova raziskave je temeljila na obstoječi sistematični mreži resolucije 2 km x 2 km, na kateri se v vzorčnih ploskvah 5 m x 5 m ocenjuje objedenost. Analizirali smo pomladek nad 15 cm do vključno 150 cm višine. V analizo je bilo vključenih 918 vzorčnih ploskev, na katerih je bilo registriranih 98.097 osebkov, od tega 2646 jelke. Izračunali smo absolutno število jelk v pomladku na ha in delež jelke v pomladku, kot razmerje med številom vseh jelk in številom vseh osebkov na ploskvi. Stopnja objedenosti je bila definirana kot razmerje med zaradi objedanja poškodovanimi osebki v pomladku in vsemi osebki v pomladku. Kot poškodovanost smo šteli enkratno poškodbo ali večkratno poškodbo terminalnega poganjka.

## Rezultati

Jelka je v Sloveniji večinoma primešana drevesna vrsta, redko tvori čiste sestoje. Povprečna hektarska zaloga jelke v gozdovih Slovenije znaša 19,0 m<sup>3</sup>/ha, prirastek pa 0,38 m<sup>3</sup>/ha. Z analizo sestojne karte (ZGS 2008a) smo ugotovili, da je jelka evidentirana na okoli 30 % površine slovenskih gozdov, obilneje (delež jelke v LZ > 25 %) pa na 8 % površine (98.770 ha).

Med rastiščnimi skupinami zavzemajo dinarski jelovi in jelovo-bukovi gozdovi – rastiščna skupina B največjo površino (preglednica 1). Ugotavljamo, da je tu delež jelke največji (32 % celotne lesne zaloge), visoka je tudi njena lesna zaloga (114 m<sup>3</sup>/ha).

Preglednica 5: Povprečne vrednosti nekaterih sestojnih parametrov po rastiščnih skupinah (prir. po Ficko in sod., 2011a in Ficko in sod., 2011b)

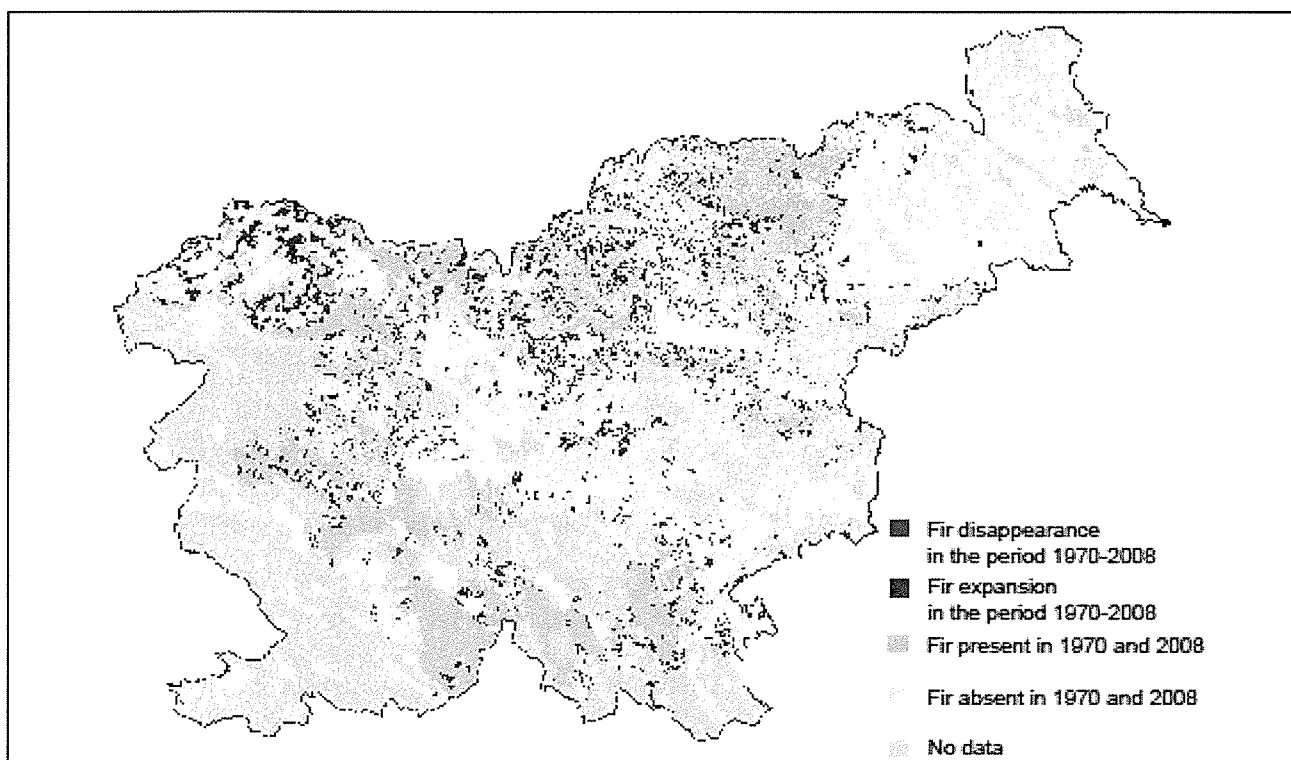
	Rastiščne skupine				Slovenija
	A	B	C	D	
	Predalpski jelovo-bukovi gozdovi	Dinarski jelovo-bukovi gozdovi	Jelovja s praprotni in jelovja na nekarbonatnih kamninah	Druga rastišča	Slovenija
Število oddelkov	1.146	2.276	1.504	17.294	22.220
Površina (%)	6,1	11,8	4,3	77,8	100,0
Delež jelke v LZ (%)	9	32	24	2	7,5
Povprečna LZ jelke (m <sup>3</sup> /ha)	34	114	84	7	20,6
Območje razširjenosti jelke 1970 (ha)	38.042	84.704	26.491	191.098	340.334
Območje razširjenosti jelke 2008 (ha)	39.152	85.234	29.631	191.428	345.445
Število oddelkov s prisotno jelko 1970	925	2188	898	5502	9513
Število oddelkov s prisotno jelko 2008	945	2188	1121	5275	9529

Delež jelke v lesni zalogi sestojev 1970	18,6	53,0	41,5	6,6	17,4							
Delež jelke v lesni zalogi sestojev 2008	8,4	30,5	21,8	2,4	7,8							
	1970	2008	1970	2008	1970	2008	1970	2008	1970	2008	1970	2008
Delež gozdne površine 1970 in 2008 glede na obilje jelke v lesni zalogi (LZ) (%)	1-5 % v LZ	11,8	31,2	3,2	6,5	4,1	8,7	11,9	20,4	10,4	18,9	
	6-25% v LZ	47,2	48,5	12,3	29,4	11,6	4,3	14,9	11,3	16,4	17,0	
	>25% v LZ	24,6	6,4	80,9	61,0	66,8	43,2	6,4	1,3	18,9	10,5	

Opazno je dolgoročno zmanjševanje deleža jelke in njene zaloge na celotni površini (slika 12). Ocene prve povojne inventarizacije gozdov (1947) so kazale na nekaj manj kot 20 % delež jelke, v sedemdesetih letih je bil njen delež okrog 17 %, podatki za leto 2009 kažejo na 7,4 % delež v lesni zalogi. Ugotavljamo tudi značilno različne razlike v razvoju gozdov z jelko med predalpskimi, dinarskimi jelovimi bukovji in jelovji na nekarbonatnih kamninah. Analize sprememb debelinske strukture jelke v obdobju zadnjih 20 let kažejo, da se jelka hitro stara, a obstajajo značilne razlike v deležih debelega in tankega drevja med rastiščnimi stratumi z jelko in med gozdnogospodarskimi območji.

Ugotavljamo regresijo jelke v Sloveniji kot generalen trend z značilnimi razlikami v razvoju jelke v različnih rastiščnih stratumi. V vseh izbranih kazalnikih stanja jelke se najbolj neugodno stanje kaže v dinarskih jelovjih in jelovih bukovjih. Ugotavljamo sicer absolutno povečanje areala prisotnosti jelke v Sloveniji po letu 1970 za okrog 5000 ha. Večji del površin, kjer se je jelka pojavila na novo, leži v severnem in zahodnem delu Slovenije, v predalpskih jelovih bukovjih in na rastiščih jelovij s praprotmi.

Tako pri procesu izginjanja kot pri procesu pojavljanja jelke se kaže, da lahko oba procesa v največji meri zadovoljivo (zanesljivost pravilne klasifikacije izginjanja (TPR)=29%, MSSE=0.2545) opišemo z devetimi spremenljivkami, najpomembnejša spremenljivka je rastiščni stratum, kjer ležijo proučevane gozdne površine. Ostale spremenljivke, razvrščene po pomembnosti za napovedovanje izginjanja jelke, so delež jelke v naravni drevesni sestavi in letna količina padavin. Univariatne analize vpliva omenjenih spremenljivk na izginjanje jelke (hi kvadrat, Welch test), kažejo, da je na območjih, kjer je jelka izginila v primerjavi z območji, kjer se je ohranila, 1,8 krat višji delež površin, kjer je jelka zgolj primešana vrsta ali je sploh ni, višji delež distričnih in evtričnih tal, da je na območjih, kjer je izginila, nižja količina povprečnih letnih padavin, značilno višja povprečna temperatura, povprečna jakost poseka je bila nižja in gozdovi, od koder je jelka izginila, so bili v povprečju bolj oddaljeni od najbližjih gozdov z jelko. Nasprotno za širjenje jelke ugotavljamo, da je na območjih, kjer se je jelka pojavila v primerjavi z območji, kjer se ne pojavlja, 4,7 krat višji delež površin, kjer je jelka dominantna v drevesni sestavi, da je tu višji delež distričnih in rjavih pokarbonatnih tal, da je na območjih, kamor se je razširila, višja količina povprečnih letnih padavin, značilno nižja povprečna temperatura, povprečna jakost poseka je bila višja in gozdovi, kamor se je jelka razširila, ležijo v povprečju 0.8 km bližje kompleksu gozdov z jelko kot gozdovi, kjer se jelka ne pojavlja.



Slika 12: Prikaz sprememb v razširjenosti jelke 1970-2008 (Ficko in sod., 2011a)

Zmanjšanje deleža jelke je bilo intenzivnejše v gozdovih z višjo poprečno letno temperaturo, v sestojih, ki so imeli začetku opazovanega obdobja višje zaloge, v gozdovih, ki so bolj oddaljeni od kompleksa jelovih gozdov in na karbonatni matični podlagi.

Preglednica 6: Splošni linearni model prostorskih sprememb lesne zaloge v obdobju 1970-2008 ( $R=0.383$ ) (Ficko in sod., 2011a)

Vir	Vsota kvadratov	P vrednost	Koeficienti
Intercept	26,674,198	0.0000	65.05
T	5,182,236	0.0000	-3.03
GS1970	139,533,506	0.0000	-0.24
CONN	448,410	0.0427	-0.26
BEDR	2,596,671	0.0000	3.17
Error	828,999,214	0.0000	

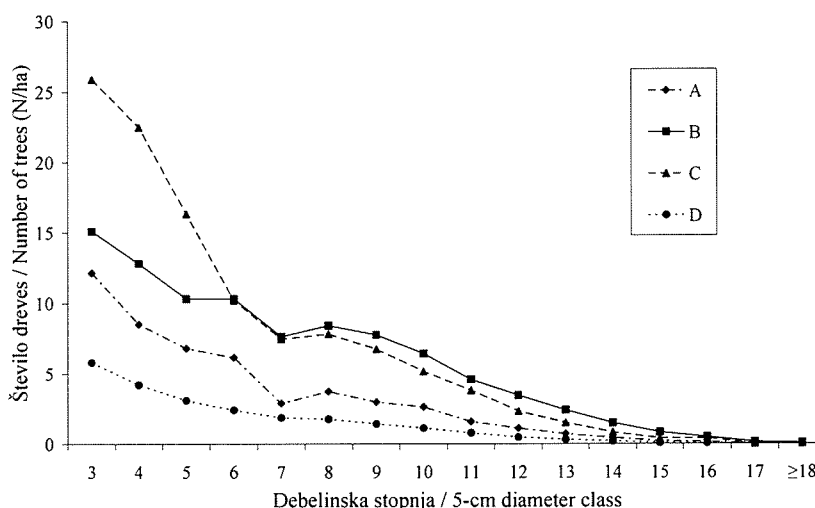
Rezultati raziskave kažejo na pomembno različno stanje in razvojne značilnosti jelke na štirih obravnavanih rastiščih, na katerih jelka naravno uspeva. Tako izginjanje jelke kot njeno pojavljanje namreč najbolj opredeljuje rastiščni tip. Ta je kombinacija posrednih vplivov preteklega gospodarjenja in rastiščnih razmer. Prostorsko dinamiko jelke lahko pojasnimo tudi z razlikami v naravni potencialni drevesni vegetaciji in deležu jelke v njej, s povprečnimi letnimi padavinami in povprečnimi letnimi temperaturami. Proces izginjanja jelke je bil najizrazitejši v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih, kjer je bila jelka v preteklosti najbolj pospeševana. Pospeševali so jo neposredno – predvsem z odstranjevanjem bukve ter saditvijo ali setvijo jelke, pa tudi posredno – s prebiralnim gojitvenim sistemom, ki se je izvajal na pretežnem delu dinarskih jelovo-bukovih gozdov praktično od pričetka načrtnega gospodarjenja z gozdovi. K obilnemu pomlajevanju jelke sredi 19. stoletja, vraščanju jelke konec 19. stoletja in njeni prevladi v lesni zalogi sestojev v 20. stoletju je znatno prispevala tudi nizka gostota populacije jelenjadi, ki je bila nekaj desetletij v drugi polovici 19. stoletja tudi povsem iztrebljena (Klopčič in sod., 2010). Regresija jelke je bila izrazitejša tudi na rastiščih, kjer je delež jelke v potencialni drevesni sestavi majhen ali pa jelke ni ter na sušnejših in toplejših rastiščih. Nasprotno, progresija jelke je bila izrazitejša v jelovjih na nekarbonatih, na rastiščih, kjer je jelka po naravi močnejše zastopana ali pa na območjih, ki so bila v

poprečju bolj namočena in hladnejša. Rezultate analiz vplivnih dejavnikov časovne in prostorske dinamike jelke v zadnjih 40 letih smo zbrali v članku »Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline?« (Ficko in sod., 2011a).

Analize sprememb debelinske strukture jelke v obdobju zadnjih 20 let kažejo, da se jelka hitro stara, a obstajajo značilne razlike v deležih debelega in tankega drevja med rastiščnimi stratumi z jelko in med gozdnogospodarskimi območji. Razmerje lesnih zalog jelke v razširjenih debelinskih razredih (A:B:C) je posebej neugodno v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih – rastiščni skupini B, kjer je skoraj 50 % lesne zaloge jelke akumulirane v drevju s prsnim premerom nad 50 cm, delež najtanjšega razreda A pa znaša le 12 %. Razvojno kaže jelki najboljše na rastiščih jelovij s praprotmi in jelovij na nekarbonatnih kamninah – rastiščna skupina C, kjer je razmerje lesne zaloge jelke po razširjenih debelinskih razredih (A:B:C) 25:46:28. V analiziranih izbranih GGE smo zabeležili v povprečju 37,9 jelke/ha od skupno 494,6 drevesa/ha, kar je pomenilo le 7,7 %. Povprečna lesna zaloga jelke v analiziranih gozdnih sestojih je znašala 38,6 m<sup>3</sup>/ha, kar pomeni 13,5 % povprečne lesne zaloge analiziranih enot (286,5 m<sup>3</sup>/ha). V številu so prevladovala tanke jelke s prsnim premerom do 30 cm (60,3 %), 11,2 % vseh jelk pa je bilo s prsnim premerom nad 50 cm (11. DST in več; slika 3). Nasprotno pa so v lesni zalogi močno prevladovali srednje debele (7.-10. DST) in debele (11. DST in več) jelke z 41,9 oziroma 43,0 % (glej sliko 3 – 2. izmera).

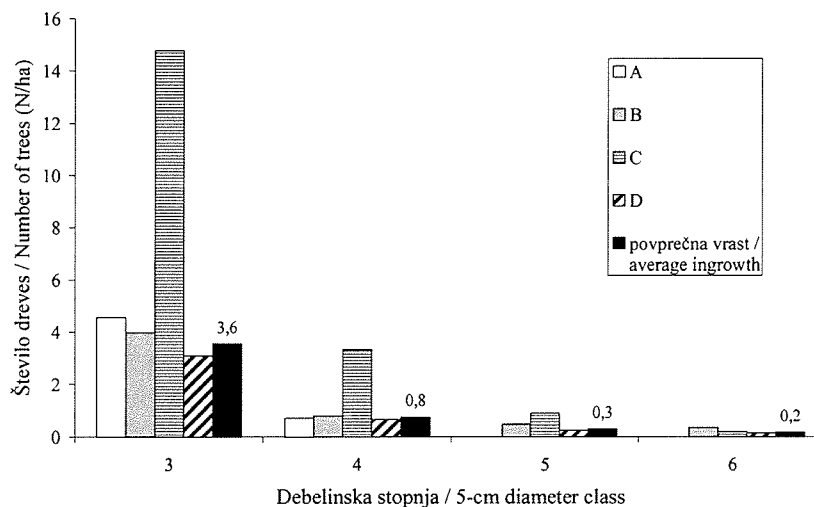
Primerjava debelinskih struktur jelke iz prve in druge izmere na SVP je nakazala staranje populacije jelke. Število debelih jelk (11. DST in več) se je v 10-letnem obdobju povečalo za 0,7 drevesa, število tankih jelk (3.-6. DST) se je zmanjšalo s 23,2 na 22,8 drevesa/ha, število srednje debelih jelk (7.-10. DST) pa je ostalo skoraj nespremenjeno. Podobno dinamiko lahko opazimo tudi pri razvoju debelinske strukture lesne zaloge; najbolj se je povečala lesna zaloga debelih jelk (s 13,3 na 16,6 m<sup>3</sup>/ha). Kljub zaznamim spremembam tako v številu dreves kot v lesni zalogi pa nismo ugotovili statistično značilnih razlik med porazdelitvami obeh parametrov po debelinskih stopnjah za prvo in drugo izmero na SVP (Brandt-Snedecorjev test;  $\chi^2_N=0,163$ ,  $\chi^2_{LZ}=0,655$ ,  $\chi^2_{TABL}=24,996$ , st.p.=15).

Primerjava debelinske strukture jelke po rastiščnih skupinah je pokazala, da je jelka razvojno najmlajša v rastiščni skupini C, mlajša v rastiščni skupini A, najstarejša pa v rastiščni skupini B, v kateri je visok delež (45 %) debelega drevja (slika 16). Statistično značilnih razlik v porazdelitvah števila dreves med posameznimi rastiščnimi skupinami – verjetno zaradi robustnosti testa in velikega števila razredov (DST) – nismo odkrili, vendar pa so razlike očitne (slika 13). Največje število tankih jelk (debelinski razred A = 3.-6. DST) je bilo v rastiščni skupini C, zato so v tej rastiščni skupini tudi največje možnosti za ohranjanje jelke v prihodnosti. V rastiščni skupini B je opazen velik delež srednje debelega (debelinski razred B = 7.-10. DST) in debelega (debelinski razred C = 11. DST in več) drevja, nekoliko ugodnejša debelinska struktura jelke pa je v rastiščni skupini A, kjer jelka ponovno »prihaja« v sestoj.



Slika 13: Debelinska struktura jelke po rastiščnih skupinah (Bončina in sod., 2009)

Podobne rezultate je dala tudi analiza vraščanja jelke prek meritvenega praga. Ugotovili smo statistično značilne razlike v medianah števila vraslih jelk med rastiščnimi skupinami (Kruskal-Wallisov test, slika 14), posteriorne parne primerjave pa so pokazale, da obstajajo statistično značilne razlike v vraščanju jelke med rastiščno skupino C in drugimi rastiščnimi skupinami.



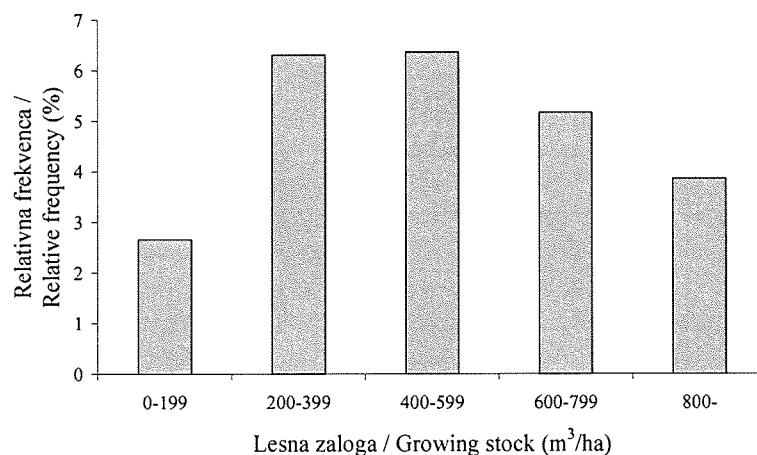
Kruskal-Wallisov test: KW(3,N=31.417)=414,33, p=0,000

Rastiščna skupina	(A)	(B)	(C)	(D)
(A)		0,067	5,22*	0,85
(B)	0,067		6,40*	2,09
(C)	5,22*	6,40*		7,47*
(D)	0,85	2,09	7,47*	

Slika 14: Razlike med rastiščnimi skupinami v številu vraslih jelk prek meritvenega praga ali v najnižje debelinske stopnje (metoda post-hoc parnih primerjav, prikazane so z-vrednosti; označene so statistično značilne vrednosti pri  $\alpha=0,05$ ) (Bončina in sod., 2009)

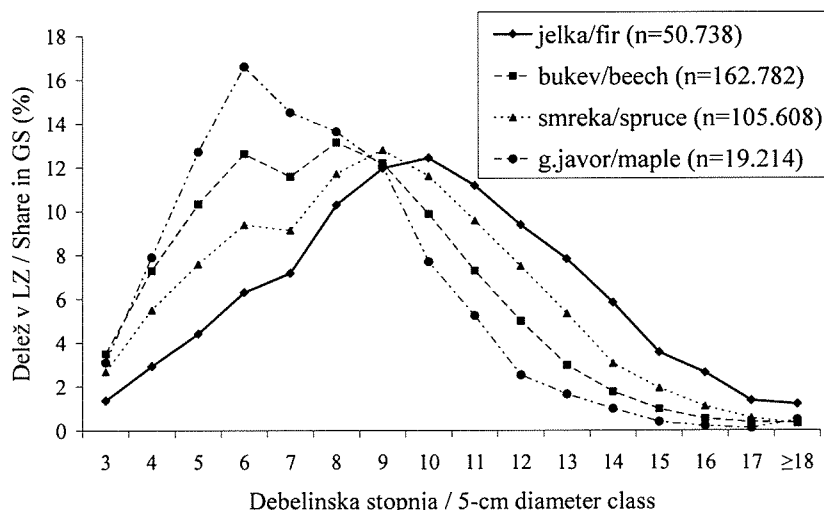
Preverili smo tudi, ali je vraščanje jelke v sestoje odvisno od višine lesne zaloge gozdnih sestojev kot enega izmed parametrov sestojne gostote. Skupna lesna zaloga gozdnih sestojev statistično značilno vpliva na vrast jelke ( $\chi^2$  test;  $\chi^2=197,94$ ,  $p=0,000$ ); najvišji delež SVP z vrastjo jelke smo zabeležili v gozdnih sestojih z lesno zalogo 200-600 m<sup>3</sup>/ha (slika 15).





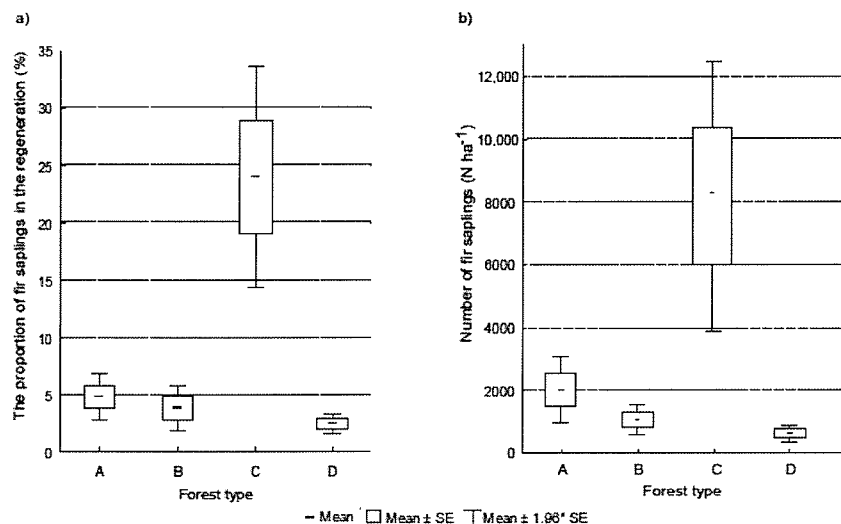
Slika 15: Vrašcanje jelke glede na lesno zalogo sestojev; relativna frekvenca je bila izračunana kot kvocient (pomnožen s 100) med številom SVP, na katerih smo zabeležili vrast jelke, in skupnim številom SVP v določeni kategoriji višine lesne zaloge (Bončina in sod., 2009)

Jelka je v primerjavi z bukvijo in smreko, še posebej pa gorskim javorjem, razvojno starejša (slika 16), čeprav z Brand-Snedecorjevim  $\chi^2$ -testom nismo odkrili statistično značilnih razlik med porazdelitvami lesne zaloge posameznih drevesnih vrst.

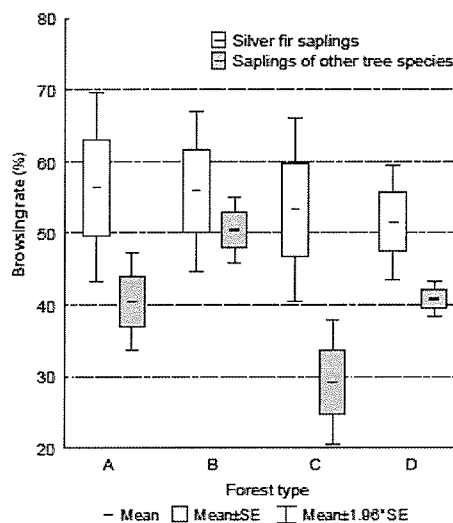


Slika 16: Porazdelitev deleža jelke in drugih drevesnih vrst v celotni lesni zalogi (LZ) po debelinskih stopnjah (Bončina in sod., 2009)

Pri analizi pomladka nismo ugotovili značilnih razlik v povprečni gostoti vsega pomladka med rastiščnimi stratumi, pač pa obstajajo značilne razlike v deležu jelke v pomladku med rastiščnimi stratumi. Najvišja gostota pomladka jelke je bila ugotovljena v stratumu kislih jelovij, kar za 5-6 krat višja kot v predalpskih ali dinarskih jelovih bukovjih (slika 17). Delež jelke v pomladku je bil značilno nižji od deleža jelke v lesni zalogi na celotnem proučevanem območju. Razmerja med deležem jelke v pomladku in njenim deležem v lesni zalogi so v predalpskih jelovo-bukovih gozdovih 53%, v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih 12%, v jelovjih s praprotmi in jelovjih na nekarbonatnih kamninah 100% in na ostalih rastiščih 122%.



Slika 17: Pomlajevanje jelke v štirih rastiščnih tipih (Ficko in sod., 2011a)



Slika 18: Objedenost jelke in ostalih drevesnih vrst v štirih rastiščnih tipih

Povprečna stopnja objedenosti je najvišja v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih, kjer znaša 31 % ter se značilno ( $P = 0.0087$ ) razlikuje od objedenosti v ostalih tipih, kjer uspeva jelka. V predalpskih jelovo-bukovih gozdovih je objedenost 25%, v jelovjih s praprotni in jelovjih na nekarbonatnih kamninah pa znaša 21% in je tako najnižja (slika 7).

### Zaključek

Raziskava je pokazala, da moramo nazadovanje jelke obravnavati ne le kot pešanje njene vitalnosti, slabše priraščanje ali umiranje, ampak lahko na procese nazadovanja sklepamo tudi s pomočjo kazalcev kot so spremembe v območju prisotnosti, spremembe v debelinska strukturi, pomlajevanju in vrsti. Mnogi (npr. Elling et al., 2009) so v Evropi poročali o izboljšanjem zdravstvenem stanju jelke po letu 1980 zaradi zmanjšanja emisij  $SO_2$ . To nedvomno ostaja eden izmed glavnih razlogov za izboljšanje zdravstvenega stanja jelke tudi v Sloveniji. Podatki za štiridesetletno obdobje (1970-2008) za Slovenijo so pokazali, da se je prisotnost jelke ponekod celo povečala; predvsem v predalpskih jelovih bukovjih in v jelovjih na nekarbonatnih kamninah kot posledica povečanega pomlajevanja in uspešnejše vrasti. Naša raziskava je pokazala, da smo bili priča znatnim spremembam v prostorski razširjenosti in obilju jelke kot posledice več

dejavnikov. Tudi mnoge raziskave po Evropi so pokazale, da vzrok za drastične spremembe v populacijah jelke ni le en sam. Pokazali smo na posreden vpliv sprememb v klimi na pojavljanje in obilje jelke (umikanje s sušnejših in toplejših območij), močan vpliv na dinamiko jelke pa je imel rastiščni tip, ki je kombinacija rastiščnih dejavnikov in preteklega gospodarjenja. Ugotovili smo tudi, da se je prisotnost jelke močno zmanjšala ali pa je celo izginila na rastiščih, kjer je njen delež v potencialni gozdni vegetaciji majhen ali pa je po naravi sploh ni. Rezultati raziskave kažejo na velik vpliv preteklega gospodarjenja, saj je raziskava jasno kaže, da je sedanja razširjenost jelke v veliki meri posledica preteklega načina gospodarjenja. Nazadovanje jelke je bilo najbolj izrazito v dinarskih jelovo-bukovih gozdovih, kjer je bila v preteklosti najbolj pospeševana. V tem rastiščnem tipu smo ugotovili izrazito slabo pomlajevanje jelke, veliko objedenost pomladka in pičlo vrast. Ob dejstvu, da je bila jelka prav v Dinarskih jelovo-bukovih gozdovih najbolj pospeševana in da je vpliv rastlinojedov tu izrazit, je najbolj drastične spremembe v drevesni sestavi pričakovati prav tu. Brez zmanjšanja vpliva rastlinojedov bo ohranitev jelke v Dinarskih jelovo-bukovih gozdovih najtežja naloga v upravljanju razvoja gozdov. Ob tem pa bo potrebno v večji meri upoštevati dolgoročno dinamiko jelke, razumeti njeno razširjenost tudi kot posledico preteklega gospodarjenja in temu ustrezno zmanjšati ciljne deleže v drevesni sestavi.

## **2 Prihodnji razvoj in raba gozdov**

### **2.1 Napovedni modeli razvoja in rabe gozdov v Sloveniji**

#### **Uvod**

Orodja strojnega učenja se uspešno uporabljajo za analizo podatkov, odkrivanja zakonitosti v podatkih ter za gradnjo kvantitativnih in kvalitativnih modelov. Z metodami strojnega učenja se lahko iz podatkov avtomatsko naučimo zakonitosti, ki v njih veljajo ali. zgradimo model obravnavanega sistema. Modele lahko zapišemo v človeku razumljivi obliki (npr. v obliki pravil, odločitvenih dreves, enačb) ali pa v obliki, ki je uporabna samo za napovedovanje novih primerov (npr. nevronske mreže, modeli podpornih vektorjev, itd.). Dosedanje izkušnje so pokazale, da so za analizo ekoloških podatkov še posebej primerni modeli v obliki odločitvenih dreves, ki imajo hierarhično strukturo, in napovedujejo vrednosti odvisne spremenljivke, pri čemer lahko napovedujejo vrednost ene ali več odvisnih spremenljivk hkrati. V raziskavi smo z uporabo metod podatkovnega rudarjenja izdelali napovedne modele razvoja gozdov v Sloveniji, pri čemer smo se osredotočili na analizo časovne dinamike spreminjanja lesne zaloge, pojasnjevanje stanja in napovedovanje skupne lesne zaloge v naslednjem desetletnem obdobju.

#### **Cilji**

Cilj je izdelava projekcije razvoja in rabe gozdov v Sloveniji po glavnih rastiščih tipih, ki smo ga v nadaljevanju razdelili na dve delovni nalogi:

- a) Izdelava napovednih modelov lesne zaloge za leto 2018 pri čemer smo uporabili metodo regresijskih odločitvenih dreves, ki smo jo izvedli z algoritmom M5 sistema WEKA.
- c) Analiza časovne dinamike spreminjanja lesne zaloge, ki smo jo izvedli z odločitvenimi drevesi za napovedno razvrščanje časovnih vrst zgrajenih z algoritmom Predictive Clustering Trees (PCT) sistema CLUS.

#### **Podatki**

Izhodišče raziskave predstavlja podatkovna zbirka *Silva-SI* (Poljanec, 2008). Zbirka vsebuje podatke za 21052 oddelkov za pet obdobji od 1970 do 2008 (1970, 1980, 1990, 2000 in 2008). Za potrebe analize smo glede na lastniški delež države v oddelku, oblikovali skupini »državnih« gozdov, z 100 % lastniškim deležem države (5237 oddelkov) in »zasebnih« gozdov, kjer je lastniški delež države nižji od 100 % (15815 oddelkov).

#### **Metode**

Časovno dinamiko spreminjanja lesne zaloge oddelkov v celotnem preučevanem obdobju (1970 – 2008) smo modelirali s pomočjo odločitvenih dreves za napovedno razvrščanje (Predictive Clustering Trees - PCT), ki smo jih gradili s pomočjo orodja CLUS (Blockeel in Struyf, 2002). Pojasnjevalni in napovedni modeli (napoved za leto 2018) za skupno lesno zalogo po oddelkih so imeli obliko modelnih odločitvenih dreves zgrajenih z orodjem WEKA (Witten in Frank 2005). Vse tri tipe modelov smo zgradili na osnovi podatkov za celotno lesno zalogo in za posamezne razširjene debelinske stopnje A, B in C. Ker v podatkovni zbirki *Silva-SI* število oddelkov »zasebnih« gozdov močno prevladuje, v nadaljevanju podajamo rezultate modelov celotne lesne zaloge le za to skupino gozdov.

## **Analiza**

### **Analiza stanja**

Pri izdelavi modelov lesne zaloge smo uporabili algoritem M5' za izgradnjo modelnih odločitvenih dreves. Modeli so nam služili za razlago višine lesne zaloge za posamezno preučevano obdobje in za napovedovanje višine lesne zaloge za naslednje desetletno obdobje. Pri tem smo zgradili modele stanja lesne zaloge za:

- a) Celotna lesna zaloga državnih gozdov,
- b) Celotna lesna zaloga zasebnih gozdov,
- c) Lesna zaloga debelinskega razreda C državnih gozdov ,
- d) Lesna zaloga debelinskega razreda C zasebnih gozdov.

### **Scenarij razvoja**

Na osnovi modelov stanja lesne zaloge smo izvedli linearno ekstrapolacijo trenda na naslednje desetletno obdobje, to je leto 2018. Napovedi smo tako izvedli za:

- a) Celotno lesno zalogo državnih gozdov,
- b) Celotno lesno zalogo zasebnih gozdov,
- c) Lesno zalogo debelinskega razreda C državnih gozdov,
- d) Lesno zalogo debelinskega razreda C zasebnih gozdov.

### **Časovna dinamika**

Časovno dinamiko lesne zaloge smo analizirali z uporabo več-ciljnih regresijskih odločitvenih dreves, ki smo jih gradili s sistemom CLUS. Časovni trend smo analizirali za obdobje 1970-2008. Modeli, ki pojasnjujejo različne oblike trendov smo zgradili za:

- a) Skupne, državne in zasebne gozdove za celotno lesno zalogo,
- b) Skupne, državne in zasebne gozdove za debelinski razred A, B in C.

## **Rezultati**

### **Analiza stanja celotne lesne zaloge državnih gozdov lesne zaloge**

Za posamezno desetletno obdobje smo zgradili modelna odločitvena drevesa, pri čemer smo predpostavili 100% realizacijo etata, ki smo ga upoštevali kot podatek o realiziranem poseku. Pri tem smo za razlago lesne zaloge obravnavanega obdobja upoštevali etat preteklega obdobja.

Rezultati izbranih modelov za posamezna obdobja so podani v preglednici 7, kjer je kot mera kvalitete naveden korelacijski koeficient modelov zgrajenih samo na učni množici podatkov in modelov validiranih z 10-kratno navzkrižno metodo validacije.

Preglednica 7: Korelacijski koeficienti modelov skupne lesne zaloge za posamezno preučevano obdobje

Skupna LZ	Učni podatki	Testni podatki
1970	0.401	0.387
1980	0.8167	0.8178
1990	0.8554	0.8538
2000	0.786	0.7795
2008	0.7953	0.7884

Analiza strukture modelov pokaže, da na lesno zalogo preučevanega obdobja najmočneje vpliva lesna zaloga preteklega obdobja in etat preteklega obdobja. Opozoriti velja, da pri modelu za 1970 nismo razpolagali s podatki o pretekli lesni zalogi in etatu, zato se v tem modelu omenjena atributa ne pojavljata, kot najpomembnejša atributa pa nastopata nadmorska višina in kvaliteta rastišča. Zaradi zelo nizkega koeficienta korelacije je model za leto 1970 nereprezentativen. Nizek koeficient korelacije kaže na veliko pojasnjevalno moč lesne zaloge in etata na lesno zalogo. Podrobna razlaga modelov za leto 2000 in 2008 je podana v poglavju o napovednih modelih lesne zaloge (poglavje 6.2a in 6.2b).

### **Celotna lesna zaloga zasebnih gozdov**

Iz podatkovne zbirke SilvaSi2 smo za analizo stanja lesne zaloge v 15815 oddelkov nedržavnih gozdov uporabili enak nabor atributov kot za državne gozdove, pri čemer smo izločili podatke o etatu, ker delež realiziranega etata v zasebnih gozdovih ni znan. Rezultati izbranih modelov za posamezna obdobja so podani v tabeli 2, kjer je kot mera kvalitete navedena korelacijski koeficient modelov zgrajenih samo na učni množici podatkov in modelov validiranih z 10-kratno navzkrižno metodo.

Preglednica 8: Korelacijski koeficienti modelov skupne lesne zaloge za posamezno preučevano obdobje

Skupna lesna zaloga	Učni podatki	Testni podatki
1970	0.4698	0.466
1980	0.7839	0.7806
1990	0.8137	0.8123
2000	0.682	0.6787
2008	0.7019	0.7002

Pregled strukture modelov skupne lesne zaloge nedržavnih gozdov razkrije veliko podobnost s strukturo državnih gozdov. Tudi pri teh modelih ima na lesno zalogo preučevanega obdobja največji vpliv lesna zaloga preteklega obdobja, medtem ko je pri modelu za leto 1970, ko podatka o pretekli lesni zalogi ni, najpomembnejša regija. Zaradi zelo nizkega koeficienta korelacije je model za leto 1970 nereprezentativen.

### **Struktura lesne zaloge po razširjenih debelinskih stopnjah za državne gozdove**

Analizo strukture lesne zaloge smo izvedli za razširjene debelinske stopnje A, B in C. Rezultati izbranih modelov za debelinske razrede A, B in C državnih gozdov so podani v Preglednicah 9-11.

Preglednica 9: Korelacijski koeficienti modelov lesne zaloge debelinske stopnje A za posamezno preučevano obdobje državnih gozdov

Lesna zaloga A	Učni podatki	Testni podatki
70	0.3139	0.2953
80	0.6209	0.6109
90	0.7175	0.7122
00	0.6342	0.6171
08	0.7077	0.6969

Preglednica 10: Korelacijski koeficienti modelov lesne zaloge debelinske stopnje B za posamezno preučevano obdobje državnih gozdov

Lesna zaloga B	Učni podatki	Testni podatki
70	0.4867	0.4788
80	0.8358	0.8296
90	0.8623	0.8604
00	0.7729	0.7621
08	0.7072	0.6951

Preglednica 11: Korelacijski koeficienti modelov lesne zaloge debelinske stopnje C za posamezno preučevano obdobje državnih gozdov

Lesna zaloga C	Učni podatki	Testni podatki
70	0.5588	0.5447
80	0.8745	0.8708
90	0.9118	0.9067
00	0.8311	0.8242
08	0.8417	0.8346

Analiza strukture modelov po debelinskih stopnjah pokaže, da pri vseh modlih, razen za modele 1970, za katere nimamo podatkov o lesni zalogi za preteklo obdobje, na višino lesne zaloge posameznega debelinskega razreda najmočnejše vpliva vrednost istega razreda v preteklem obdobju in vrednost debelinske stopnje, ki stoji v nizu ABCABCABC pred obravnavano debelinsko stopnjo (preglednica 12)

Preglednica 12: Vzorec strukture modelov razširjenih debelinskih stopenj za državne gozdove

Debelinska stopnja		Vpliv od		
		A-preteklo obdobje	B-preteklo obdobje	C-preteklo obdobje
Vpliv na	A	-1	0	-1
	B	-1	-1	0
	C	0	-1	-1

### Struktura lesne zaloge po razširjenih debelinskih stopnjah za zasebne gozdove

Analizo strukture lesne zaloge smo izvedli za razširjene debelinske stopnje A, B in C. Rezultati izbranih modelov za debelinske razrede A, B in C državnih gozdov so podani v preglednicah 13, 14 in 15.

Preglednica 13: Korelacijski koeficienti modelov lesne zaloge debelinske stopnje A za posamezno preučevano obdobje zasebnih gozdov

Lesna zaloga A	Učni podatki	Testni podatki
70	0.2696	< 0.3
80	0.5876	0.583
90	0.5986	0.5886
00	0.3268	<0.3
08	0.6893	0.689

Preglednica 14: Korelacijski koeficienti modelov lesne zaloge debelinske stopnje B za posamezno preučevano obdobje zasebnih gozdov

Lesna zaloga B	Učni podatki	Testni podatki
70	0.3976	<0.3
80	0.7997	0.7969
90	0.8219	0.8198
00	0.7214	0.7189
08	0.6367	0.6334

Preglednica 15: Korelacijski koeficienti modelov lesne zaloge debelinske stopnje C za posamezno preučevano obdobje zasebnih gozdov

Lesna zaloga C	Učni podatki	Testni podatki
70	0.3344	<0.3
80	0.7193	0.7105
90	0.7483	0.746
00	0.6199	0.6161
08	0.6997	0.6931

Analiza strukture modelov pokaže podoben vzorec kot pri državnih gozdovih, kjer ima na vrednost lesne

zaloge posamezne razširjene debelinske stopnja največji vpliv njena vrednost v preteklem obdobju. Rezultati najpomembnejših dejavnikov vpliva na posamezno razširjeno debelinsko stopnjo so podani v preglednici 16.

Preglednica 10: Vzorec strukture modelov razširjenih debelinskih stopenj za zasebne gozdove

	Debelinska stopnja	Vpliv od		
		A-preteklo obdobje	B-preteklo obdobje	C-preteklo obdobje
Vpliv na	A	-1	0	0
	B	1	-1	0
	C	0	0	-1, -2

Vzorec strukture (preglednica 16) vplivov ni tako jasno strukturiran kot v primeru državnih gozdov, kar verjetno kaže na večjo strukturno heterogenost gozdov.

### Scenarij razvoja lesne zaloge

#### Metodologija

Scenarij razvoja lesne zaloge smo izračunali s pomočjo ekstrapolacije trenda lesne zaloge posameznih linearnih modelov odločitvenega drevesa na leto 2018. V PRVI FAZI smo določili tip regresijske krivulje in optimalno časovno obdobje za izračun ekstrapolacijske funkcije. Zaradi zahteve po preverljivosti rezultatov smo podatke za obdobje od 1970 do 2000 uporabili za testiranje metodologije, ki smo jo nato uporabili za izračun lesne zaloge za leto 2018. Metodologijo smo preverili na modelu lesne zaloge za leto 2000 s pomočjo katerega smo izračunali ekstrapolacijske funkcije za izračun lesne zaloge 2008. Točnost napovedi smo preverili z izračunom lesnih zalog na osnovi dejanskih podatkov za leto 2008. V DRUGI FAZI smo izbrano metodologijo uporabili za izgradnjo modelov lesne zaloge za leto 2008 na osnovi katerih smo nato izračunali ekstrapolacijsko funkcijo za leto 2018 in izračunali napovedno vrednost lesne zaloge za leto 2018.

Izračun napovednih vrednosti lesnih zalog za 2018 smo opravili za celotno lesno zalogo državnih in zasebnih gozdov in za lesno zalogo razširjene debelinske stopnje C.

### Scenarij razvoja lesne zaloge državnih gozdov

#### A) PRVA FAZA

##### Verifikacija modela

Predlagano metodologijo najprej preizkusimo na primeru napovedi skupne lesne zaloge za leto 2008. Za izhodišče uporabimo model skupne lesne zaloge za leto 2000:

LZSKU90 ≤ 249.5 :

| LZSKU90 ≤ 168.5 :

| | LZSKU90 ≤ 104.5 :

| | | E90 ≤ 2.5 : LM1 (195/62.822%)

| | | E90 > 2.5 : LM2 (165/83.213%)

| | LZSKU90 > 104.5 :

| | | E90 ≤ 7.5 : LM3 (287/53.25%)

| | | E90 > 7.5 : LM4 (440/71.993%)

| LZSKU90 > 168.5 : LM5 (1422/61.435%)

LZSKU90 > 249.5 : LM6 (2737/59.824%)

Modelne in dejanske vrednosti za posameznih linearnih modelov (LM1 – LM6) za leto 2000 so podane v tabeli 11.

Preglednica 17: Dejanske in modelne vrednosti skupne lesne zaloge državnih gozdov za leto 2000

	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	LM6
Povprečna dejanska vrednost	132.6	172.4	184.0	217.0	258.8	354.0
Povprečna modelna napovedana vrednost	133.2	172.9	185.2	216.4	259.0	354.1
Povprečna absolutna napaka (MAE)	48.9	61.0	40.1	54.5	45.5	44.8

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|.$$

Primerjava dejanskih in modelnih vrednosti (tabla 11) kaže na veliko zanesljivost modela, s čemer je izpolnjen pogoj, da lahko model uporabimo za izračun napovednih vrednosti skupne lesne zaloge za leto 2018.

### **Napovedovanje vrednosti za leto 2000**

Koeficienti linearne regresijske funkcije za podatke o lesni zalogi oddelkov po posameznih LM-jih za obdobje 1990, 2000 ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2000 in 2008 so navedene v preglednici 18.

Preglednica 18: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti

Y=kx+n	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	LM6
Linearna regresijska funkcija (k, n)	6.5026, - 12873	9.437, - 18702	4.5189, - 8853.9	7.6948, - 15173	4.8999, - 9541	1.3441, - 2334.3
Povprečna dejanska vrednost 2000	132.6	172.4	184.0	217.0	258.8	354.0
Modelna napovedana vrednost 2000	132.2	172.0	183.9	216.6	258.8	353.9
Povprečna dejanska vrednost 2008	182.9	240.8	233.7	275.4	306.2	385.7
Modelna napovedana vrednost 2008	184.2	247.5	220.1	278.2	298.0	364.7
Odstopanje modelne od dejanske (%)	0.7	2.8	-5.8	1.0	-2.7	-5.4

Rezultati testnega preizkusa predlagane metodologije napovedi lesne zaloge za naslednje desetletno obdobje so potrdili objektivnost uporabljene metodologije, ki smo jo v nadaljevanju uporabili za izračun skupne lesne zaloge državnih gozdov v letu 2018.

### **B) DRUGA FAZA**

Izhodiščni model za napoved skupne lesne zaloge za leto 2018 je model za leto 2008:

ZSKU00 <= 281.5 :

| LZSKU00 <= 200.5 :

| | LZSKU00 <= 126.5 :

| | | E00 <= 8.5 : LM1 (157/65.988%)

| | | E00 > 8.5 : LM2 (71/66.09%)

| | LZSKU00 > 126.5 :

| | | E00 <= 11.5 : LM3 (261/69.238%)

| | | E00 > 11.5 : LM4 (478/61.704%)

| LZSKU00 > 200.5 : LM5 (1430/60.674%)

LZSKU00 > 281.5 : LM6 (2849/59.127%)

Struktura modela za 2008 kaže, da ima na višino lesne zaloge največji vpliv samo količina lesne zaloge preteklega obdobja. V kolikor je višina lese zaloge podpovprečno nizka (povprečje za vse je 334,6m<sup>3</sup>/ha), to je pod 200 m<sup>3</sup>/ha, potem na višino vpliva tudi količina etata (poseka) v preteklem obdobju. Zanimivo je, da



je najnižja lesna zaloga v oddelkih z najnižjim etatom (povprečje LZ 148 m<sup>3</sup>/ha), nakar se z zviševanjem etata povečuje tudi povprečna lesna zaloga. Oddelki z nizko lesno zalogo in nizkim etatom se verjetno nahajajo v mlajših razvojnih fazah, kje ni volumskega pripadka. Rastiščni pogoji se v strukturi odločitvenega modela ne pojavljajo.

Linearnih modeli v modelu za model 2008 imajo identično sestavo atributov: nadmorska višina, naklon, fito-regije, lesna zaloga preteklega in pred-preteklega obdobja, ter etati vseh obdobj. Glede regije so v prednosti alpska, predalpska, in dinarska področja, čeprav je prispevek področja majhen in narašča s povprečno višino lesne zaloge. Vpliv nadmorske višine in naklona je praktično zanemarljiv. Največji vpliv ima lesna zaloga preteklih dveh obdobj, ki narašča z višino lesne zaloge, pri čemer lesna zaloga preteklega obdobja predstavlja glavnino prispevka. Etat ima manjši vpliv kot lesna zaloga vendar večji kot ostali elementi modela. Jakost prispevka zelo hitro upada s časovnim odmikom od obdobja napovedovanja, prav tako pa njegov doprinos upada z višino lesne zaloge. Na splošno ima v modelih največji vpliv prosti člen in velikost lesne zaloge v preteklem obdobju. Strukture linearnih modelov so z vsebinskega vidika logične in pričakovane, prav tako je pričakovan padec njihovega vpliva s časovnim odmikom od obdobja napovedovanja (v tem primeru 2008).

Model je najprej validiran s postopkom 10-kratne navzkrižne validacije, kjer podatki za validacijo niso uporabljeni v procesu izgradnje modela. Korelacijski koeficient (0.7896) kot najpomembnejša mera validacije, potrjuje zanesljivost modela.

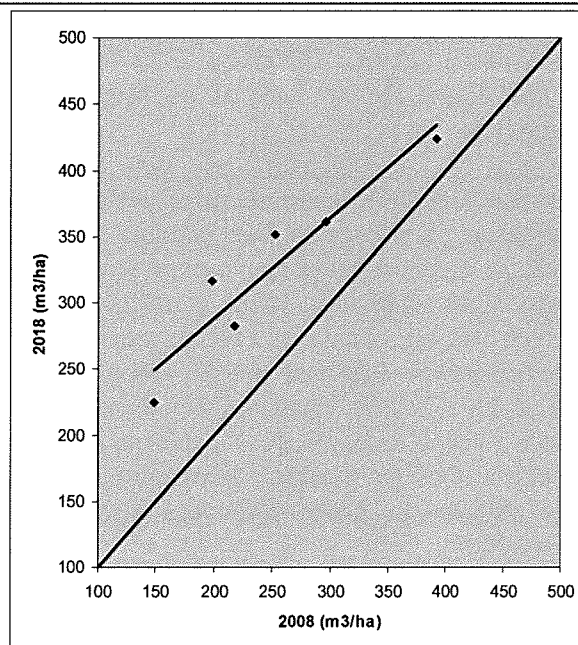
#### **Napovedovanje vrednosti za leto 2018**

Koeficienti linearne regresijske funkcije za posamezne linearne modele ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2008 in 2018 so navedene v preglednici 19.

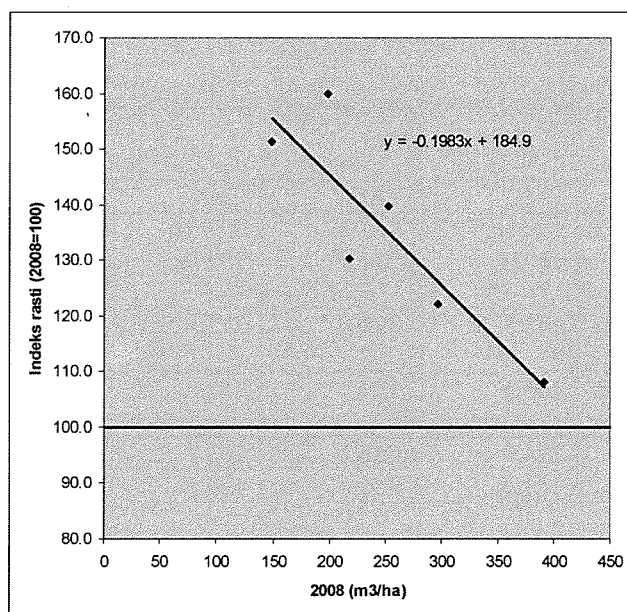
Preglednica 19: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti

Y=kx+n	LM1	LM2	LM3	LM4	LM5	LM6
Linearna regresijska funkcija (k, n)	7.6516, - 15216	11.91, - 23718	6.5704, - 12976	9.961, - 19750	6.5455, - 12847	3.1632, - 5959.7
Povprečna dejanska vrednost 2008	148.5	198.0	217.1	251.6	296.2	392.1
Modelna napovedana vrednost 2008	148.4	197.3	217.0	251.7	296.4	392.0
Napovedana vrednost 2018	224.9	316.4	282.7	351.3	361.8	423.6
Indeks rasti (2008=100)	151.4	159.8	130.2	139.6	122.1	108.0

Vrednosti napovedanih vrednosti kažejo naraščanje skupne lesne zaloge, pri čemer bo najhitreje naraščala lesna zaloga v oddelkih z nižjo lesno zalogo v letu 2008, medtem ko bo najmanjše povečanje lesna zaloga v oddelkih z najvišjo lesno zalogo v letu 2008 (slika 19 in 20).



Slika 19: Lesna zaloga 2018 glede na absolutno vrednost v letu 2008. Odmik točke od diagonale kaže velikost absolutnega povečanja lesne zaloge. S povečevanjem lesne zaloge 2008 se naraščanje lesne zaloge 2018 zmanjšuje.



Slika 20: Indeks povečana lesne zaloge v letu 2018 glede na leto 2008 (indeks 100 je leto 2008). Največji indeksi povečanja imajo oddelki z nižjo lesno zalogo v letu 2008.

Spreminjaje lesne zaloge oddelkov kaže intenzivnejšo rast lesne zaloge v oddelkih z nižjo lesno zalogo v letu 2008, medtem ko je rast mnogo bolj umirjena v oddelkih z visoko lesno zalogo 2008.

### ***Scenarij razvoja lesne zaloge zasebnih gozdov***

#### **A) PRVA FAZA:**

#### **Verifikacija modela**

Predlagano metodologijo najprej preizkusimo na primeru napovedi skupne lesne zaloge za leto 2008. Za izhodišče uporabimo model skupne lesne zaloge za leto 2000:

LZSKU90 <= 217.5 : LM1 (9384/70.799%)

LZSKU90 > 217.5 :

| LZSKU90 <= 310.5 :

| | LZSKU90 <= 269.5 : LM2 (3461/72.128%)

| | LZSKU90 > 269.5 : LM3 (1593/74.703%)

| LZSKU90 > 310.5 : LM4 (1377/88.021%)

Preglednica 20: Dejanske in modelne vrednosti skupne lesne zaloge za leto 2000

	LM1	LM2	LM3	LM4
Povprečna dejanska vrednost	217. 1	275. 1	304. 9	352. 3
Povprečna modelna napovedana vrednost	253. 4	350. 9	304. 8	352. 3
Povprečna absolutna napaka (MAE)	61.0	93.4	43.3	50.9

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|.$$

Primerjava dejanskih in modelnih vrednosti (tabla 15) kaže na relativno zanesljivost modela, s čemer je izpolnjen pogoj, da lahko model uporabimo za izračun napovednih vrednosti skupne lesne zaloge za leto 2018. nekoliko odstopa le LM2.

### Napovedovanje vrednosti

Koeficienti linearne regresijske funkcije 1990-2000 za posamezne linearne modele ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2000 in 2008 so navedene v preglednici 21.

Preglednica 21: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti

Y=kx+n	LM1	LM2	LM3	LM4
Linearna regresijska funkcija (k, n)	5.8801, 11543	- 3.4203, 6565.4	- 1.6311, 2957.4	-0.8628, 2077.9
Povprečna dejanska vrednost 2000	217.1	275.1	304.9	352.3
Modelna napovedana vrednost 2000	217.2	275.2	304.8	352.3
Povprečna dejanska vrednost 2008	264.2	312.1	339.5	380.5
Modelna napovedana vrednost 2008	264.2	302.6	317.8	345.4
Odstopanje modelne od dejanske (%)	0.0	-3.0	-6.4	-9.2

Kot je bilo že nakazano v tabeli 15, je največje odstopanje med dejansko in napovedano vrednostjo pri najvišjih lesnih zalogah (LM4) kjer napovedi podcenjujejo dejansko stanje za 9.2%. Odstopanja se z upadanjem lesne zaloge napovedanih vrednosti zmanjšujejo. Rezultati verificiranja uporabljene metodologije (preglednica 21) potrjujejo njeno zanesljivost tudi na primeru zasebnih gozdov, kar omogoča njeno uporabo za napovedovanje vrednosti lesne zaloge zasebnih gozdov za leto 2018.

### **B) DRUGA FAZA:**

Izhodiščni model za napoved skupne lesne zaloge zasebnih gozdov za leto 2018 je model za leto 2008:

LZSKU00 <= 281.5 :

| LZSKU00 <= 183.5 : LM1 (2935/79.917%)

| LZSKU00 > 183.5 : LM2 (7871/71.173%)

LZSKU00 > 281.5 : LM3 (5009/65.69%)

Strukturo modela 2008 gradi samo lesna zaloga preteklega obdobja (2000). V primerjavi z državnimi

gozdovi (0.7896) je korelacijski koeficient (0.7002) nekoliko nižji kar gre pripisati manjšemu obsegu uporabljenih atributov, saj je uporaba etata v zasebnih gozdovih zaradi pomanjkanja informacij o njegovi realizaciji, neobjektivna.

Vpliv višine lesne zaloge preteklih obdobij se kaže kot najpomembnejši dejavnik v strukturi linearnih modelov, kjer ima največji vpliv lesna zaloga preteklega in predpreteklega obdobja. Pomembno vlogo ima tudi fitogeografska regija, ki favorizira gozdove v predalpskem in alpskem področju ter kvaliteta rastišča.

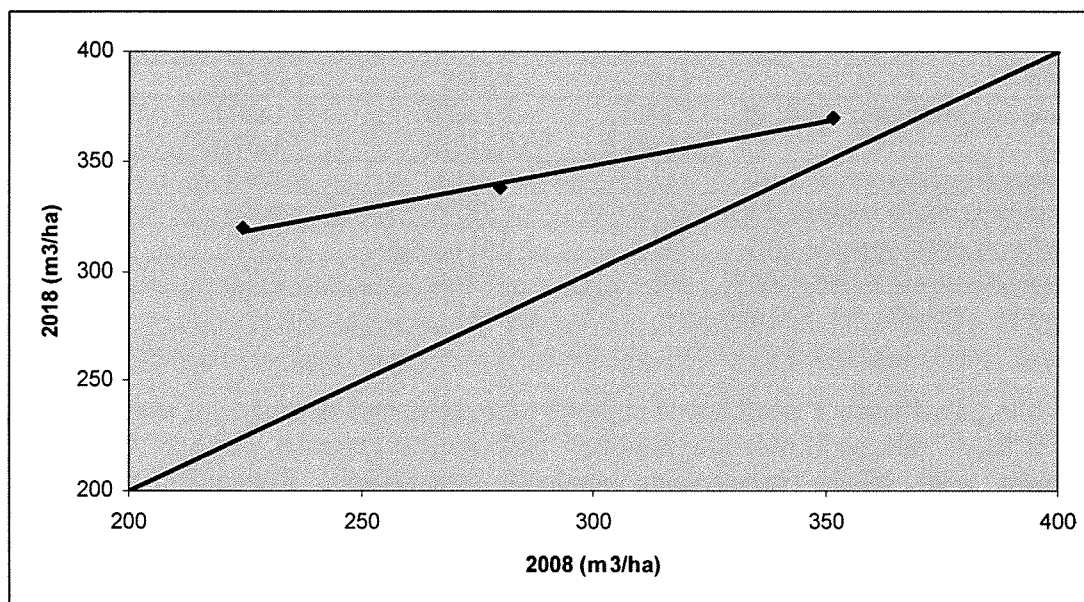
### Napovedovanje vrednosti za leto 2018

Koeficienti linearne regresijske funkcije za posamezne linearne modele ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2000 in 2008 so navedene v tabeli 22.

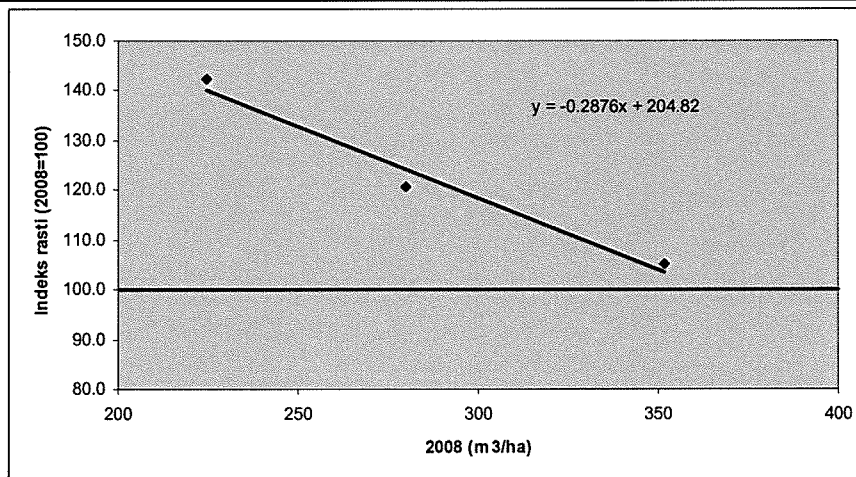
Preglednica 22: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti

$Y=kx+n$	LM1	LM2	LM3
Linearna regresijska funkcija (k, n)	9.4818, 18815	- 11464	1.8368, 3336.6
Povprečna dejanska vrednost 2008	224.4	280.0	351.7
Modelna napovedana vrednost 2008	224.5	279.6	351.7
Napovedana vrednost 2018	319.3	338.1	370.1
Indeks rasti (2008=100)	142.3	120.8	105.2

Vrednosti napovedanih lesnih zalog naraščajo, pri čemer bo najhitreje naraščala lesna zaloga v oddelkih, ki so imeli leta 2008 nižjo lesno zalogo, medtem ko bo najmanjše povečanje lesne zaloge v oddelkih z najvišjo lesno zalogo v letu 2008 (slika 21, slika 22).



Slika 21: Lesna zaloga 2018 glede na absolutno vrednost lesne zaloge v letu 2008. Odmik točke od diagonale kaže velikost absolutnega povečanja lesne zaloge. S povečevanjem lesne zaloge v letu 2008 se povečanje v letu 2018 zmanjšuje.

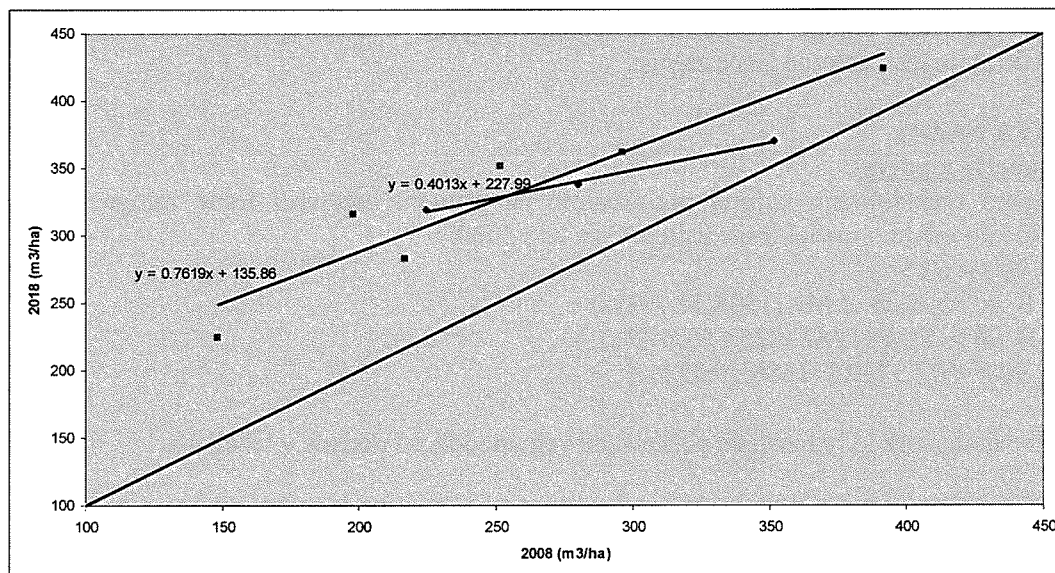


Slika 22: Indeks povečanja lesne zaloge v letu 2018 glede na leto 2008 (indeks 100 je leto 2008).

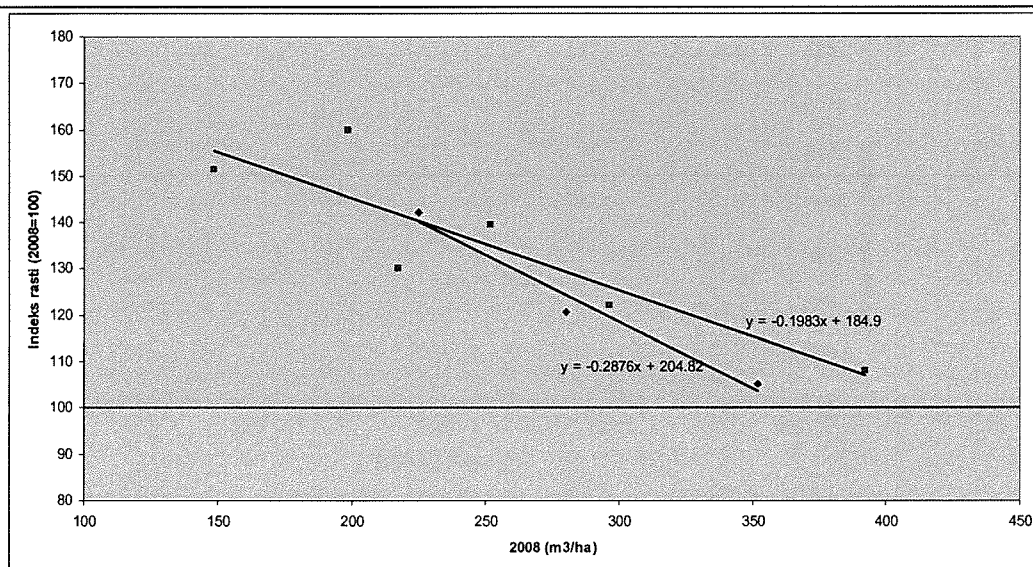
Največji indeksi povečanja so v oddelkih z nižjo lesno zalogo v letu 2008.

Naraščanje lesne zaloge v obdobju od 1970 do 2018 v oddelkih po posameznih LM modela lesne zaloge za leto 2008 (sliki 23 in 24) kaže na veliko povečanje v obdobju od 1990 naprej, ponovno pa se pokaže, da najhitreje narašča lesna zaloga v oddelkih z nizko lesno zalogo.

#### Primerjava prognoz lesne zaloge med državnimi in zasebnimi gozdovi



Slika 23: Povečanje lesne zaloge je veliko bolj intenzivno v državnih kot zasebnih gozdovih.



Slika 24: Indeks povečanja lesne zaloge v državnih in zasebnih gozdovih.

Največji indeks rasti imajo oddelki z nižjo lesno zalogo pri čemer je zmanjševanje naraščanja s povečevanjem lesne zaloge 2008 hitrejše v zasebnih kot državnih gozdovih.

### Scenarij razvoja lesne zaloge razširjene debelinske stopnje C za državne gozdove

Za napoved lesne zaloge razširjene debelinske stopnje C smo uporabili enako metodologijo kot za napovedovanje rasti celotne lesne zaloge.

#### A) PRVA FAZA:

##### Verifikacija modela

Predlagano metodologijo najprej preizkusimo na primeru napovedi lesne zaloge C za leto 2008. Za izhodišče uporabimo model lesne zaloge C za leto 2000:

LZ\_C\_90 <= 60.5 :

| LZ\_B\_90 <= 81.5 : LM1 (1598/37.703%)

| LZ\_B\_90 > 81.5 : LM2 (2253/55.848%)

LZ\_C\_90 > 60.5 : LM3 (1386/70.552%)

Modelne in dejanske vrednosti za posamezne veje modela so podane v tabeli 18.

Preglednica 18: Dejanske in modelne vrednosti lesne zaloge C za leto 2000

	LM1	LM2	LM3
Povprečna dejanska vrednost	21.1	50.2	121.7
Povprečna modelna napovedana vrednost	19.2	52.0	122.6
Povprečna absolutna napaka (MAE)	16.5	23.4	30.4

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|.$$

Primerjava dejanskih in modelnih vrednosti (preglednica 23) kaže na veliko zanesljivost modela, s čemer je izpolnjen pogoj, da lahko model uporabimo za izračun napovednih vrednosti lesne zaloge C za leto 2018.

### **Napovedovanje vrednosti**

Koeficienti linearne regresijske funkcije za posamezne linearne modele za obdobje 1990-2000 ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2000 in 2008 so navedene v preglednici 24.

Preglednica 24: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti

$Y=kx+n$	LM1	LM2	LM3
Linearna regresijska funkcija (k, n)	1.7675, - 3513.8	2.1329, - 4215.6	0.7271, - 1332.6
Povprečna dejanska vrednost 2000	21.1	50.2	121.7
Modelna napovedana vrednost 2000	21.2	50.2	121.6
Povprečna dejanska vrednost 2008	36.7	74.4	149.5
Modelna napovedana vrednost 2008	35.3	67.3	127.4
Odstopanje modelne od dejanske (%)	-3.8	-9.5	-14.8

Rezultati preverjanja zanesljivosti napovedovanja vrednosti lesne zaloge za naslednje obdobje kažejo na podcenjevanje dejanskih vrednosti pri čemer se stopnja podcenitve povečuje z naraščanjem lesne zaloge C. Ker stopnja odstopanja ne presega 15% smatramo, da je predlagana metodologija primerna za izvedbo prognoze lesne zaloge C za leto 2018.

### **B) DRUGA FAZA:**

Izhodiščni model za napoved lesne zaloge C za leto 2018 je model za leto 2008:

$LZ\_C\_00 \leq 64.5$  : LM1 (3287/48.07%)

$LZ\_C\_00 > 64.5$  : LM2 (1950/62.73%)

Struktura drevesa (slika 2) pokaže, da ima na višino lesne zaloge največji vpliv samo količina lesne zaloge razširjenega debelinskega razreda C v preteklem obdobju, pri čemer se model razcepi zelo blizu povprečne vrednosti lesne zaloge C za leto 2000, ki znaša 60.236 m<sup>3</sup>/ha.

Struktura linearnih modelov (LM1 in LM2) pokaže, da na lesno zalogo C vpliva struktura lesne zaloge v preteklih obdobjih, pri čemer ima največji vpliv prvo preteklo obdobje potem pa z vsakim naslednjim jakost vpliva močno vpade. Izmed posameznih debelinskih razredov najmočneje vpliva razred C kateremu sledi B in A kar potrjuje pričakovano strukturo vpliva. Izmed dejavnikov okolja najmočneje vpliva rastiščni koeficient, ki je pozitivno koreliran z lesno zalogo in fitogeografski regija, kje je sta favorizirani predinarska in dinarska regija. Vpliv etata je zanemarljiv.

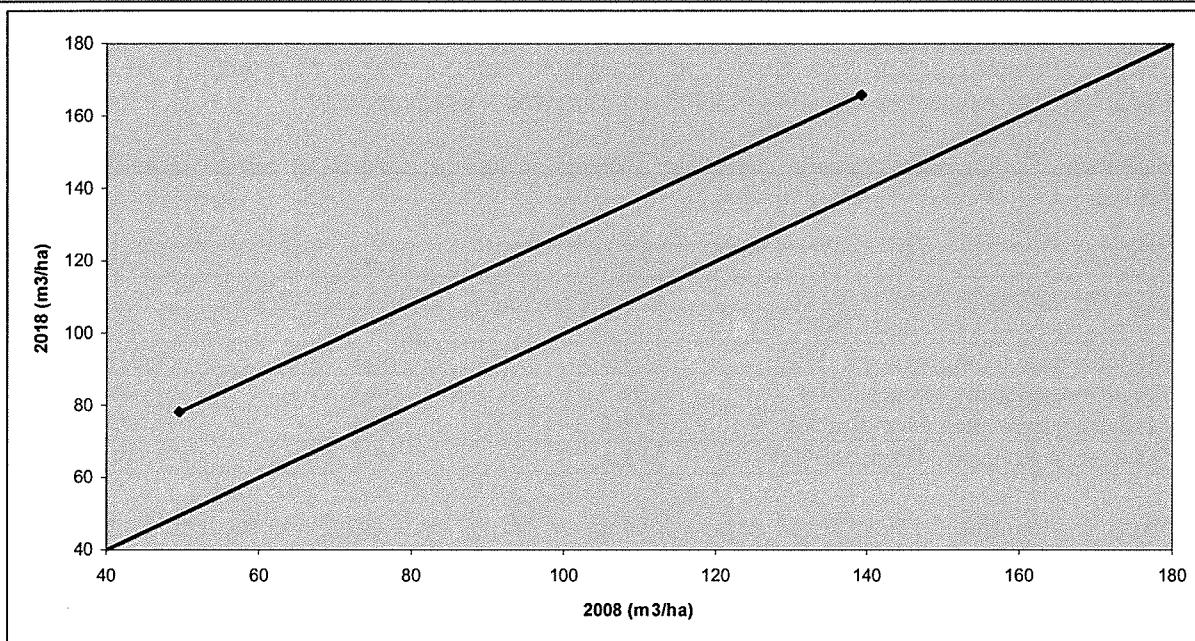
### **Napovedovanje vrednosti za leto 2018**

Koeficienti linearne regresijske funkcije za posamezne linearne modele ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2008 in 2018 so navedene v preglednici 25.

Preglednica 25: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti

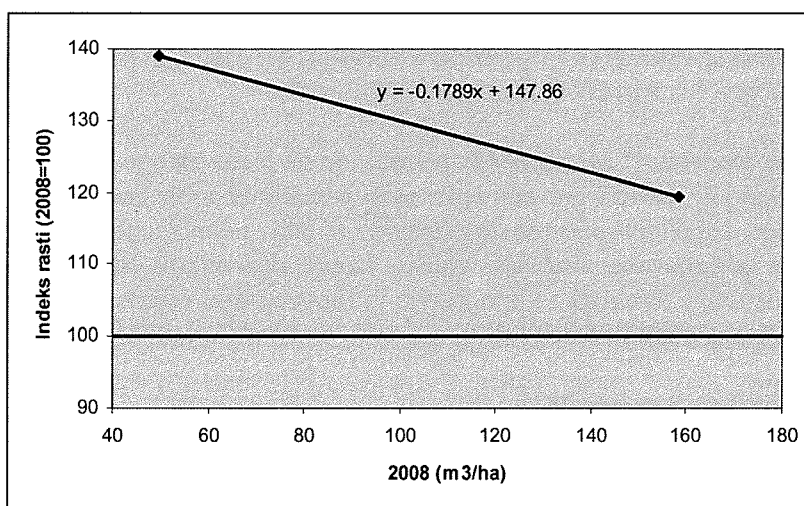
$Y=kx+n$	LM1	LM2
Linearna regresijska funkcija (k, n)	2.8828, 5739.2	- 2.713, 5308.7
Povprečna dejanska vrednost 2008	49.4	139.0
Modelna napovedana vrednost 2008	49.5	139.0
Napovedana vrednost 2018	78.3	166.1
Indeks rasti (2008=100)	158.5	119.5

Vrednosti napovedanih vrednosti kažejo naraščanje lesne zaloge C, pri čemer bo najhitreje naraščala lesna zaloga C v oddelkih z nižjo lesno zalogo v letu 2008 (slika 25,26).



Slika 25: Povečanje lesne zaloge glede na absolutno vrednost v letu 2008. Odmik točke od diagonale kaže velikost absolutnega povečanja lesne zaloge.

Absolutno povečanje glede na leto 2008 je v obeh poskupinah oddelkov skoraj enako (LM1=28.9m³/ha, LM2=27,1 m³/ha) medtem, ko je indeks rasti pokaže, da je intenzivnost kopičenja lesne zaloge debelinske stopnje C veliko bolj intenzivno v podskupini LM1 (slika 14).



Slika 26: Indeks povečana lesne zaloge debelinske stopnje C v letu 2018 glede na leto 2008 (indeks 100 je leto 2008).

Naraščanje lesne zaloge v obdobju od 1970 do 2018 v oddelkih, ki so v modelu za leto 2008 razvrščeni LM1 kaže na veliko povečanje v obdobju od 1990 naprej, medtem ko je naraščanje v oddelkih z višjo lesno zalogo manj intenzivno.

### Scenarij razvoja lesne zaloge razširjene debelinske stopnje C za zasebne gozdove



**A) PRVA FAZA:****Verifikacija modela**

Predlagano metodologijo najprej preizkusimo na primeru napovedi lesne zaloge C za leto 2008. Za izhodišče uporabimo model lesne zaloge C za leto 2000:

LM num: 1

LZ\_C\_00 =

$$\begin{aligned}
 & 0.0045 * NMV\_M \\
 & - 0.1075 * NAKLON\_M \\
 & + 3.0844 * MAT\_PODLAG=0 \\
 & + 2.8759 * RK=9,3,7,11,15,13,17 \\
 & + 3.821 * RK=3,7,11,15,13,17 \\
 & + 1.4679 * RK=7,11,15,13,17 \\
 & + 0.8312 * RK=11,15,13,17 \\
 & + 3.5781 * FITOGEO\_IM=Predalpsko,Alpsko,Dinarsko \\
 & - 0.0089 * LZ\_A\_70 \\
 & + 0.05 * LZ\_A\_90 \\
 & + 0.1688 * LZ\_C\_70 \\
 & + 0.2504 * LZ\_C\_80 \\
 & + 0.3398 * LZ\_C\_90 \\
 & + 0.0209 * LZ\_B\_70 \\
 & + 0.0258 * LZ\_B\_80 \\
 & + 0.0798 * LZ\_B\_90 \\
 & - 5.9525
 \end{aligned}$$

Modelne in dejanske vrednosti za posamezne veje modela so podane v tabeli 21.

Preglednica 26: Dejanske in modelne vrednosti lesne zaloge C za leto 2000

	LM1
Povprečna dejanska vrednost	28.0
Povprečna modelna napovedana vrednost	28.0
Povprečna absolutna napaka (MAE)	15.6

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |f_i - y_i| = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|.$$

Primerjava dejanskih in modelnih vrednosti kaže na veliko zanesljivost modela, s čemer je izpolnjen pogoj, da lahko model uporabimo za izračun napovednih vrednosti lesne zaloge C za leto 2018.

**Napovedovanje vrednosti**

Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearni model ta obdobje 1990, 2000 ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2000 in 2008 so navedene v preglednici 27.

Preglednica 27: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti.

Y=kx+n	LM1
Linearna regresijska funkcija (k, n)	1.5487, - 3069.5
Povprečna dejanska vrednost 2000	28.0
Modelna napovedana vrednost 2000	27.9
Povprečna dejanska vrednost 2008	42.5
Modelna napovedana vrednost 2008	40.3

Rezultati preverjanja zanesljivosti napovedovanja vrednosti lesne zaloge za 2008 kaže na rahlo vendar še dopustno precenitev dejanske vrednosti, zato smatramo, da je predlagana metodologija primerna za izvedbo prognoze lesne zaloge C za leto 2018.

## B) DRUGA FAZA

Izhodiščni model za napoved lesne zaloge C za leto 2018 je model za leto 2008:

LZ\_C\_00 ≤ 46.5 : LM1 (12643/72.164%)

LZ\_C\_00 > 46.5 : LM2 (3172/68.483%)

Struktura modela pokaže, da ima na višino lesne zaloge debelinskega razreda C vpliv samo količina lesne zaloge razširjenega debelinskega razreda C v preteklem obdobju.

Struktura linearnih modelov (LM1 in LM2) pokaže, da na lesno zalogo C vpliva predvsem struktura lesne zaloge v preteklih obdobjih, pri čemer ima največji vpliv prvo preteklo obdobje potem pa z vsakim naslednjim jakost vpliva močno vpade. Izmed posameznih debelinskih razredov najmočneje vpliva razred C kateremu sledi B in A pri čemer je njun vpliv več kot 10 krat manjši kot vpliv razreda C. Izmed dejavnikov okolja izstopa le rastiščni koeficient oddelkov v podskupini LM1 na najboljših rastiščih medtem, ko so v slabši poziciji oddelki, ki se nahajajo v Predalpski, Alpski in Dinarski fitogeografski regiji. Ostali dejavniki imajo na lesno zalogo C razreda zanemarljiv vpliv.

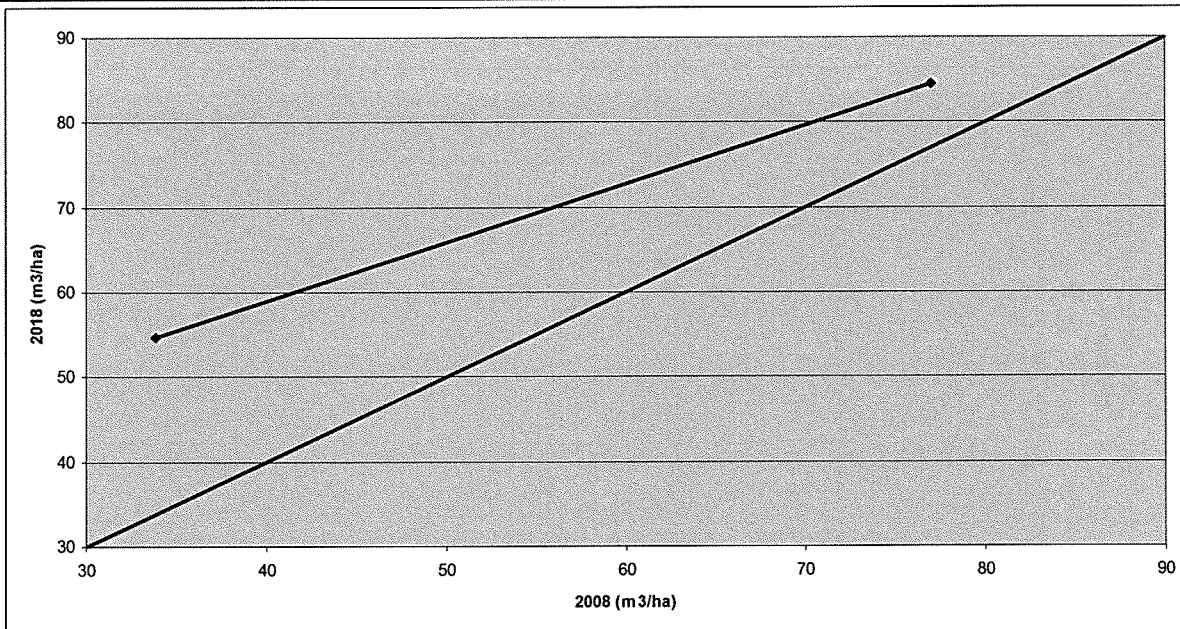
### Napovedovanje vrednosti za leto 2018

Koeficienti linearne regresijske funkcije za posamezne linearne modele za leto 2000 in 2008 ter dejanske in napovedne vrednosti za leto 2008 in 2018 so navedene v preglednici 28.

Preglednica 28: Koeficienti linearne regresijske funkcije za linearne modele ter njihove dejanske ter napovedane vrednosti

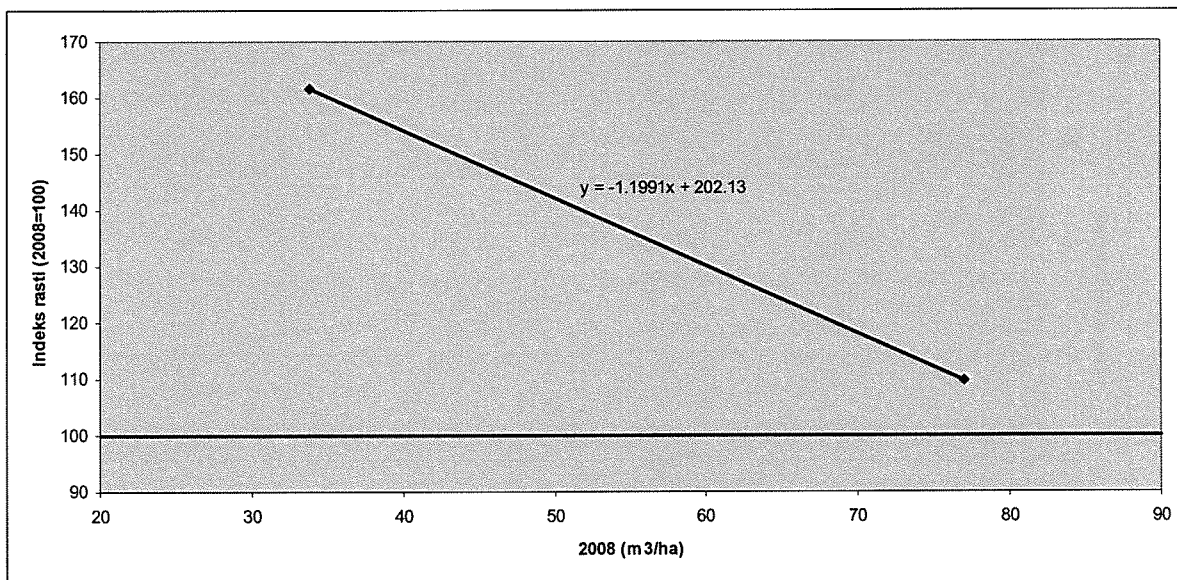
Y=kx+n	LM1	LM2
Linearna regresijska funkcija (k, n)	2.072, 4126.7	- 0.7504, 1429.8
Povprečna dejanska vrednost 2008	33.8	77.0
Modelna napovedana vrednost 2008	33.9	71.0
Napovedana vrednost 2018	54.6	84.5
Indeks rasti (2008=100)	161.6	109.8

Vrednosti napovedanih vrednosti kažejo naraščanje lesne zaloge C, pri čemer bo nekoliko hitreje naraščala lesna zaloga C v oddelkih z nižjo lesno zalogo v letu 2008 (slika 27 in 28)



Slika 27: Napovedana lesna zaloga 2018 glede na absolutno vrednost v letu 2008. Odmik točke od diagonale kaže velikost absolutnega povečanja lesne zaloge.

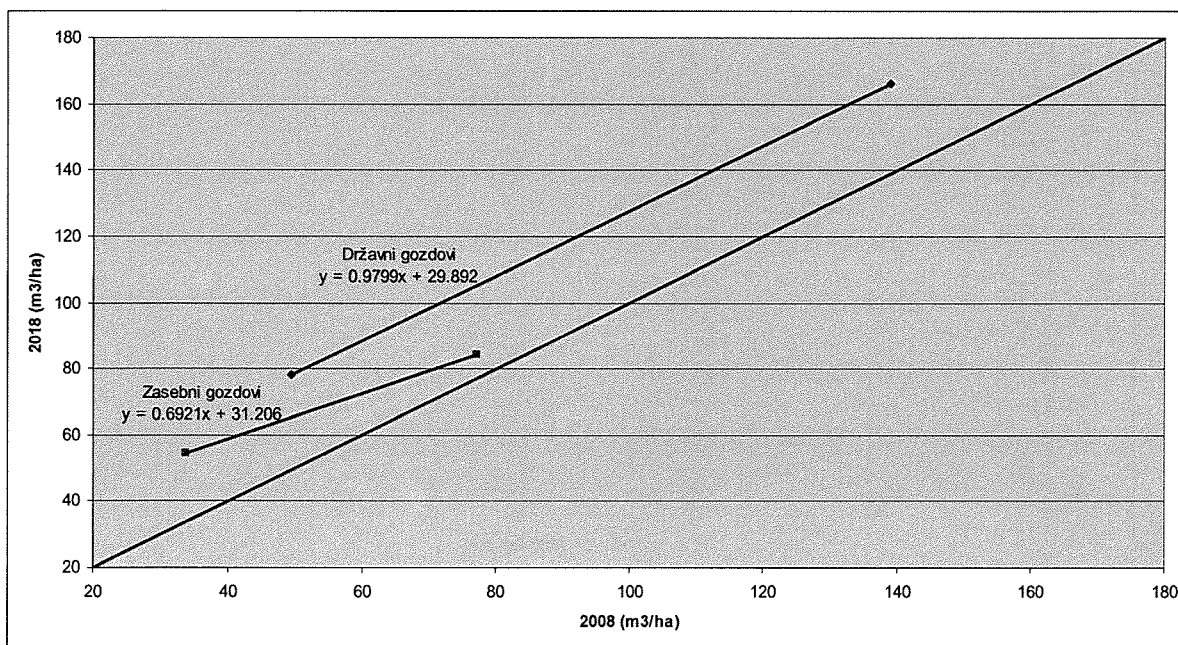
Indeks rasti pokaže relativno spremembo lesne zaloge, ki na bolj očiten način prikaže intenzivnejšo akumulacijo lesne zaloge razreda C v oddelkih LM1 (slika 16).



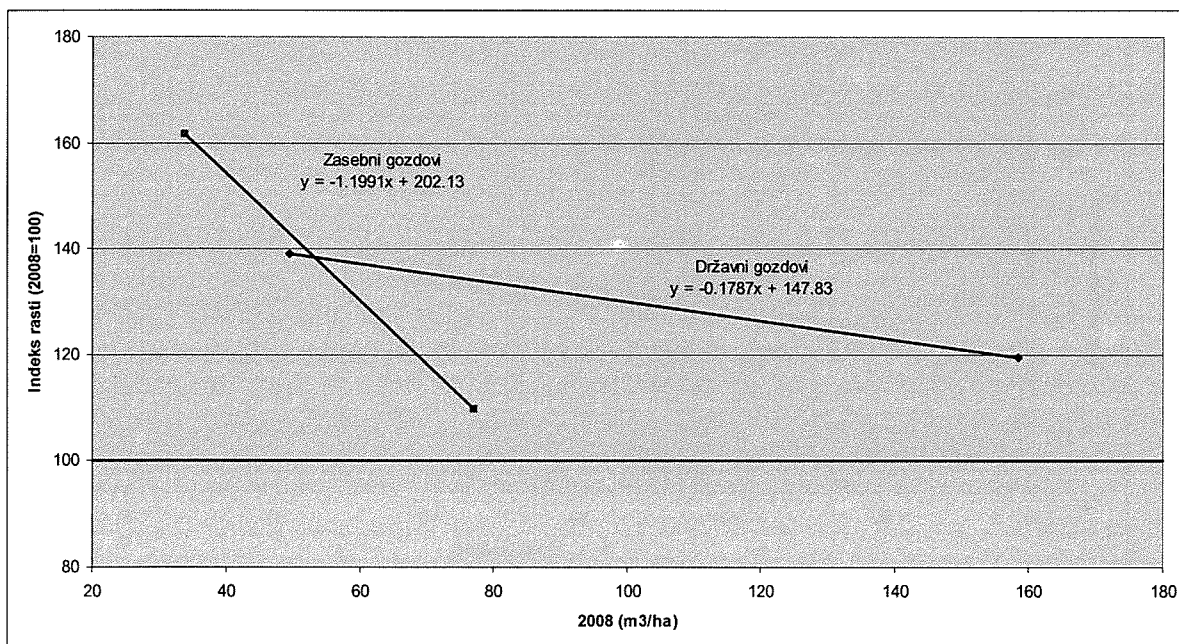
Slika 28: Indeks povečanja lesne zaloge debelinske stopnje C v letu 2018 glede na leto 2008 (indeks 100 je leto 2008).

Naraščanje lesne zaloge v obdobju od 1970 do 2018 v oddelkih, ki so v modelu za leto 2008 razvrščeni v modelnem odločitvenem drevesu v linearni model 1 kaže na veliko povečanje v obdobju od 1990 naprej, medtem ko je naraščanje v oddelkih z višjo lesno zalogo manj intenzivno.

### Primerjava prognoz lesne zaloge med državnimi in zasebnimi gozdovi



Slika 29: Primerjava lesne zaloge C za leto 2018 z njeno vrednostjo v letu 2008. Odmik od diagonale kaže absolutno povečanje lesne zaloge.



Slika 30: Primerjava indeksa rasti lesne zaloge C za leto 2018 glede na leto 2008.

### Časovna dinamika razvoja lesne zaloge

Strukturo vseh modelov časovne dinamike lesne zaloge smo zaradi lažje interpretacije omejili na štiri hierarhične nivoje.

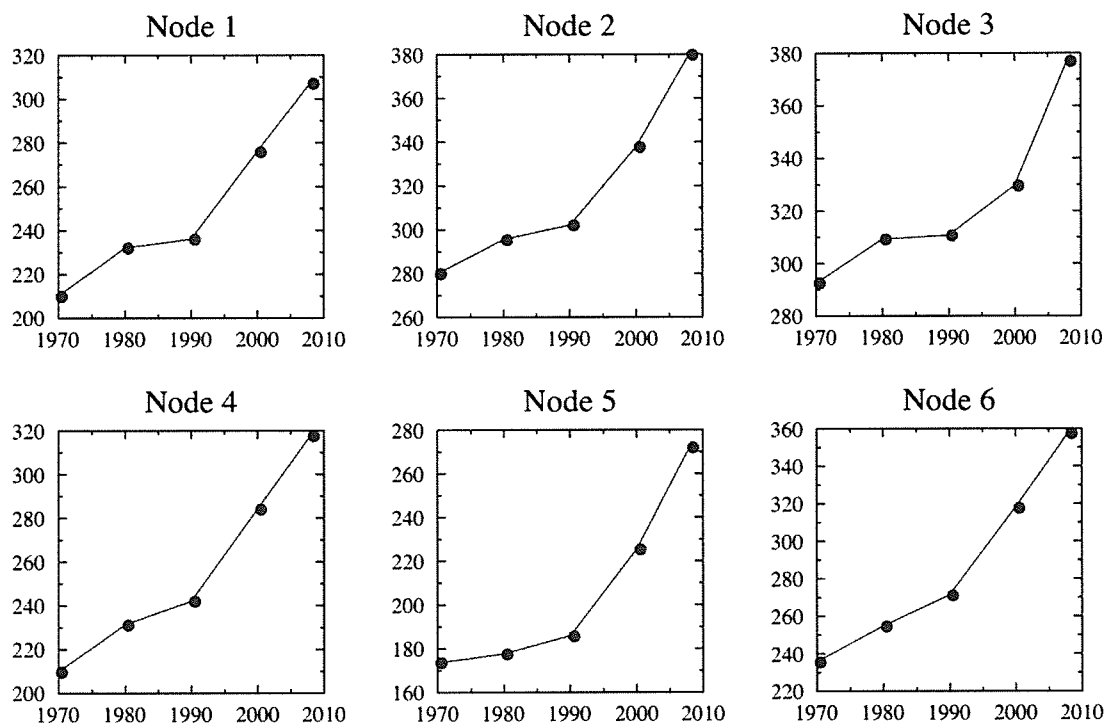
### Celotna lesna zaloga državnih gozdov

Model dinamike celotne lesne zaloge za državne gozdove je prikazan na sliki 31.

```

RK in {9,11,13,15,17}
+--yes: NMV_M > 701.43
|   +--yes: RK = 9
|   |   +--yes: MAT_POFLAG = 1
|   |   |   +--yes: [210.123786,232.004854,235.990291,275.961165,307.097087]: 412
|   |   |   +--no: [279.974609,295.507812,301.966797,337.599609,379.683594]: 512
|   |   +--no: [292.512786,309.255047,310.702557,329.605653,377.048452]: 1486
|   +--no: [209.770833,231.269444,241.959722,283.973611,317.483333]: 1440
+--no: MAT_POFLAG = 1
+--yes: [173.476489,177.578892,185.755486,225.206897,271.786834]: 957
+--no: [235.674419,254.669767,271.239535,317.9,357.611628]: 430

```



Slika 31: Časovna dinamika celotne lesne zaloge za državne gozdove

### Verifikacija modela

Vrednosti napak se od prvega obdobja, to je 1970, zmanjšujejo, tako da je napaka napovedi za leto 2008 boljša za 12% (MAE) oz. 22% RMSE. Koeficient korelacije ostaja za vse napovedi členov časovne vrste približno enak.

Analiza strukture modela pokaže, da ima na obliko dinamike lesne zaloge največji vpliv kvaliteta rastišča, nadmorska višina in matična podlaga. Skupna značilnost vseh oblik trendov je, da lesna zaloga narašča čez celotno obdobje (od 1970-2008). Najvišje vrednosti lesnih zalog so dosegla rastišča na najboljših rastiščih in na nekarbonatni podlagi.

Vrednosti koeficienta k linearne izravnave posameznih trendov pokaže, da ima najvišjo stopnjo akumulacije lesne zaloge trend 6, ki znaša 30m<sup>3</sup>/ha, najpočasnejši trend pa znaša 18m<sup>3</sup>/ha, ki ga ima trend 3.

## Celotna lesna zaloga zasebnih gozdov

Model dinamike celotne lesne zaloge za državne gozdove je prikazan na sliki 32.

FITOGEO\_IM in {Submediteran,Preddinar,Predpanon}

+--yes: [142.183939,158.238672,170.987438,220.936967,264.805294]: 4458

+--no: RK in {1,5}

+--yes: [140.947761,150.180763,161.257877,203.933665,243.567993]: 1206

+--no: RK in {11,13,15,17}

+--yes: NMV\_M > 597.48

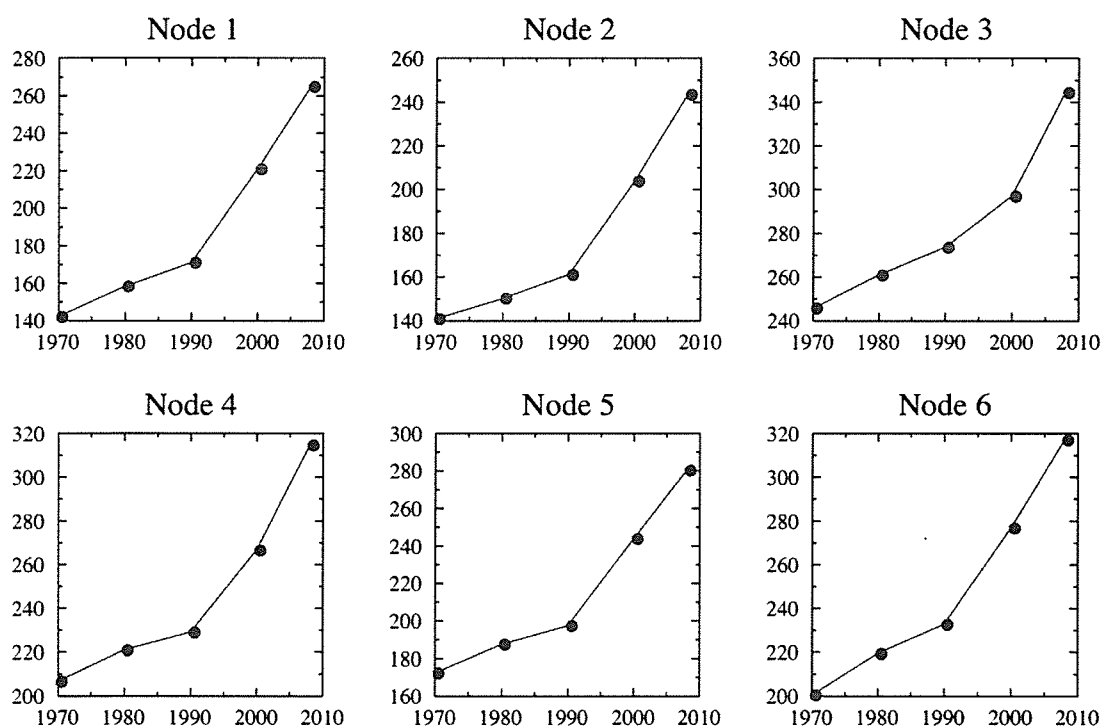
| +--yes: [245.65408,261.015225,273.627284,296.994519,344.373934]: 1642

| +--no: [206.71349,220.881807,229.009282,266.628094,314.527228]: 1616

+--no: MAT\_PODLAG = 1

+--yes: [172.314683,187.362496,197.328586,243.878264,280.252289]: 2949

+--no: [200.572515,219.461207,232.632606,276.705122,316.935345]: 3944



Slika 20: Časovna dinamika celotne lesne zaloge za zasebne gozdove

### Verifikacija modela

Vrednosti napak ostajajo čez celotno obdobje približno na enakem nivoju kot tudi koeficient korelacije za napovedi členov časovne vrste.

V strukturi modela igra najpomembnejšo vlogo fitogeografska refija in rastiščni koeficient, oblike vseh trendov pa so naraščajoče (Slika 32). Vrednosti koeficienta k linearne izravnave posameznih trendov pokaže, da ima najvišjo stopnjo akumulacije lesne zaloge trend 1, ki znaša  $30,8\text{m}^3/\text{ha}$ , najpočasnejši trend pa znaša  $23,3\text{m}^3/\text{ha}$ , ki ga ima trend 3. Primerjave povprečne vrednosti koeficientov linearne izravnave pokaže da je povprečje državnih gozdov ( $24,78\text{m}^3/\text{ha}$ ) nižje od povprečja zasebnih gozdov ( $27,03\text{m}^3/\text{ha}$ )

### Zaključek

Na osnovi dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da podatkovna zbirka Silva-SI omogoča zanesljivo uporabo metod podatkovnega rudarjenja za izdelavo modelov časovne dinamike lesne zaloge, modelov za

razlago stanja lesne zaloge po posameznih obdobjih in za izgradnjo napovednih modelov lesne zaloge. Uporabljen pristop omogoča dinamično modeliranje, ki optimizira strukturo modela glede na značilnosti podatkov, omogoča oblikovanje podskupin podatkov in določitev najvplivnejših dejavnikov in povezave med njimi (odkrivanje direktnih in indirektnih vplivov) in tako prispeva k pridobivanju novega znanja iz podatkov. Z uporabo kvalitativnega odločitvenega modeliranja bi rezultate podatkovnega rudarjenja lahko povezali z obstoječim ekspertnim znanjem ter gozdarstvu ponudili učinkovit in uporabniku prijazen sistem za podporo odločanju o prihodnjem ravnanju z gozdovi.

## **2.2 Dopolnjena zasnova podrobnega in okvirnega načrtovanja poseka v procesu gozdnogospodarskega načrtovanja.**

### **Uvod**

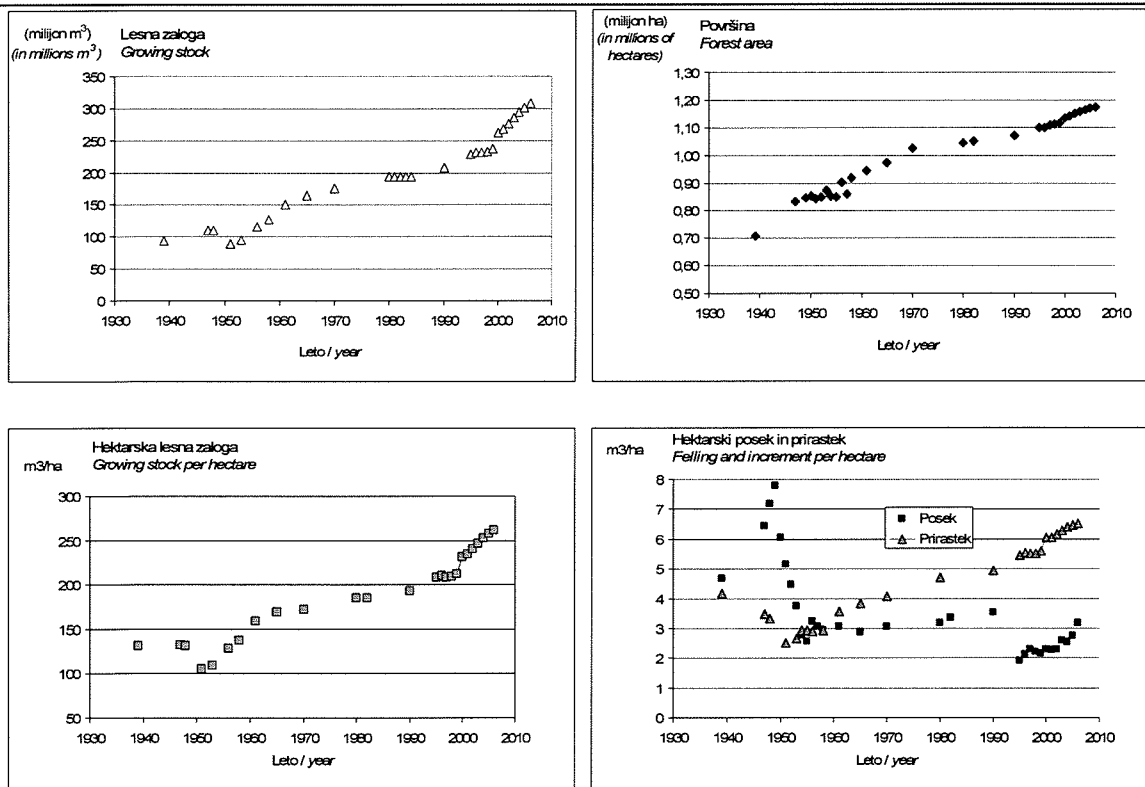
Načrtno gospodarjenje z gozdovi je nastalo iz potrebe po zagotavljanju trajnih donosov lesa. Nastale so številne metode načrtovanja donosov, okvirno bi jih lahko razdelili na dve skupini, in sicer tiste, ki so zasnovane predvsem na površini gozdnih sestojev ter one, ki so zasnovane predvsem na lesni zalogi, prirastku in debelinski strukturi. Pogledi na načrtovanje in še posebno vrednotenje načrtovanega poseka so raznovrstni, saj so pogosta mnenja o tem, da so načrtovani poseki bodisi previsoki ali pa prenizki. Pravni predpisi so se izognili pojmu etat in vpeljali pojma najvišja možna stopnja izkoriščanja (ZG 1993, čl. 8, 1. odst.) in največji možni posek (Pravilnik..1998), ki ga je treba opredeliti na ravni območij, gozdnogospodarskih enot, po oblikah lastništva, po skupinah drevesnih vrst (iglavci/listavci), skupinah sečenj, po gospodarskih razredih in na ravni odsekov. Pravilnik tudi določa dopustna odstopanja od opredeljenega poseka. Gozdnogospodarski načrti so podlaga za pripravo izvedbenih načrtov; na podlagi gozdnogojitvenega načrta Zavod za gozdove izda lastniku odločbo, v kateri je med drugim opredeljena tudi količina in struktura dreves za največji možni posek (ZG 1993, čl. 17).

### **Objekt in metode**

Ta del raziskave je bil opravljen na podlagi pregleda strokovne in znanstvene literature. Izmed analitičnih del velja omeniti analizo statističnih letopisov in drugih zgodovinskih in arhivskih virov. Načrtovan posek po sedaj veljavnih načrtih za gozdnogospodarske enote v Sloveniji smo analizirali na podlagi podatkovne zbirke »Odseki« Zavoda za gozdova Slovenije, ki je sestavni del informacijskega sistema o gozdovih. Podatke o poseku v tujini smo analizirali na podlagi podatkov, ki so jih posredovali nacionalni referenti in so zbrani v delu Global Forest Resource Assessment (FRA 2005).

### **Spremembe poseka in gozdnih fondov v Sloveniji v obdobju 1939-2006**

Na načrtovanje donosov in še bolj na sečnjo pomembno vplivajo družbene in socialne razmere. V tridesetih letih 20. stoletja so bili zasebni gozdovi zaradi ekonomske krize močno izsekani in današnji mlajši debeljaki in na sploh prevladujoča razvojna faza gozdov debeljaki so posledica teh razmer.



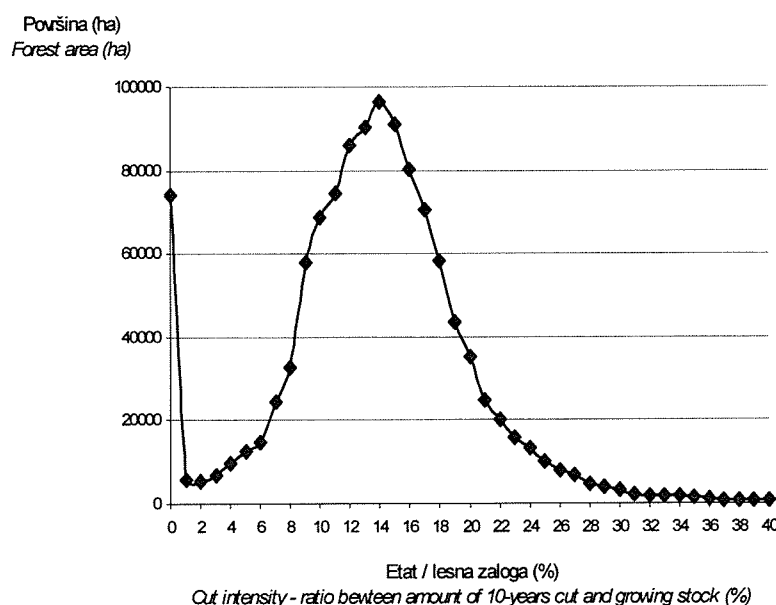
Slika 33: Razvoj gozdnih fondov v Sloveniji v obdobju 1939-2006. (Izdelano na podlagi velikega števila različnih arhivskih virov, ki jih ne navajamo.)

Če se omejimo na obdobje po 2. svetovni vojni, potem lahko izpostavimo štiri značilna obdobja pri gospodarjenju z gozdovi v Sloveniji glede na višino poseka (slika 33):

- Obdobje planskega gospodarjenja od konca druge vojne do sredine petdesetih let. V tem obdobju so bile sečnje visoke, znatno so presegale prirastek gozdov.
- Obdobje od sredine petdesetih do konca osemdesetih let. To je obdobje postopne akumulacije lesne zaloge, posek je bil nekoliko nižji od prirastka. Zanimivo je, da se posek na enoto gozdne površine ni bistveno spreminjal, znašal je okoli 3,0 m<sup>3</sup>/ha. V tem obdobju so splošen trend povečevanje lesnih zalog zmotile naravne katastrofe in v nekaterih predelih tudi umiranje jelke, kjer je bil zato posek večji od prirastka.
- Obdobje od konca osemdesetih let do konca devetdesetih let; to je obdobje večja akumulacije lesne zaloge, načrtovani poseki, še bolj pa njihova realizacija je znatno nižja od prirastka gozdov. Razlogov za to je več. V tem obdobju se je spremenila organiziranost gozdarstva. Socialnoekonomske razmere med gozdnimi posestniki so se tudi spremenile, spremenila se je socialna struktura gozdnih posestnikov (delež kmetov med posestniki), v splošnem se je zmanjševala njihova ekonomska odvisnost od gozda in zato se je nižala pripravljenost za izvajanje del v gozdu. Gozdarska politika, opredeljena v Programu razvoja gozdov, ki ji morajo načrti vsebinsko smiselno slediti, je poudarjala akumulacijo lesne zaloge z usmeritvijo, da naj se možni posek giblje do 60% prirastka. V tem obdobju se je močno uveljavljalo naravarstvo, pomen socialnih in okoljskih vlog gozda vlog gozda se je znatno povečal, pomen lesa pa se je pogosto zapostavljal, pogosto je bila lesnoproizvodna vloga gozdov obravnavana kot nekomplementarna in konkurenčna do okoljskih in socialnih vlog gozda. Najnižji evidentiran posek je registriran leta 1995, ko je znašal manj kot 2 m<sup>3</sup>/ha. Nizke registrirane vrednosti poseka so lahko delno tudi posledica pomanjkljivega evidentiranja poseka (Medved in Matijašič, 2007).
- Obdobje od 2000 do danes. V tem obdobju je opazno povečevanje načrtovanega in realiziranega poseka. Letni načrtovan posek po območnih načrtih za obdobje 2001-2010 znaša 4,05 milijona kubičnih metrov, po veljavnih načrtih gozdnogospodarskih enot v letu 2006 pa 4,52 milijona kubičnih metrov oziroma 3,85 m<sup>3</sup>/ha, kar je 14,7% lesne zaloge. V letu 2006 so registrirali posek v višini 3,72 milijona kubičnih metrov, kar pomeni 82 % od načrtovanega (Poročilo ZGS, 2007).



V prikazanem obdobju sta se skupna lesna zaloga in njena debelinska struktura znatno spremenili. Če se omejimo samo na površino gozdov v povojnem obdobju, brez kasneje vključenih pionirskih gozdov, ki so nastali na opuščenih kmetijskih površinah, potem se je lesna zaloga gozdov v Sloveniji v obdobju šestdesetih let (1955-2007) povečala od približno 100 na 304 m<sup>3</sup>/ha (Poljanec, 2008). Takšna sprememba lesne zaloge, ki vključuje tudi izboljšano debelinsko strukturo gozdov, lahko nedvomno označimo kot uspeh načrtnega gospodarjenja z gozdovi. Pretirano izrabljeni gozdovi iz obdobja pred drugo vojno in po njej so se znatno okrepili. Povečevanje lesne zaloge, predvsem v zadnjem obdobju, pa je lahko tudi posledica odsotnosti gospodarjenja z gozdovi, zato vsakega povečevanje zaloge ne moremo vnaprej opredeliti kot uspeh gospodarjenja z gozdovi. Spremembe gozdnih fondov tudi na splošni ravni opozarjajo, da morajo obdobju izrazite akumulacije lesne zaloge gozdnih sestojev slediti obdobja, ko bodo bolj pomembna vprašanja o obnovi gozdov ali pa vzdrževanju ustreznih strukturiranih zalog na zeleni ravni - po drevesnih vrstah in razvojnih fazah oziroma debelinskih razredih.



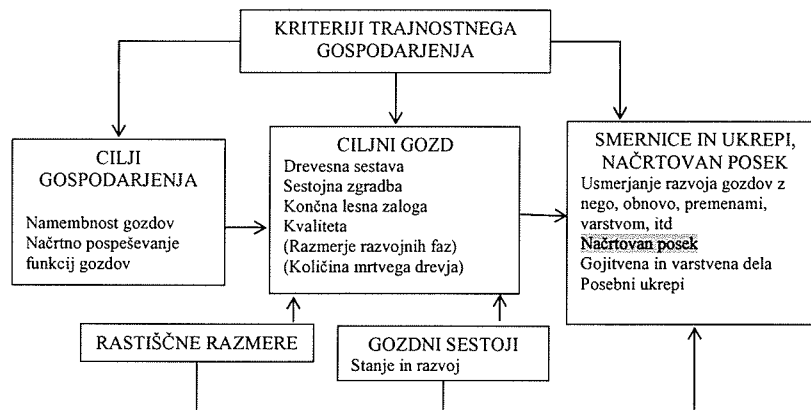
Slika 34: Jakost načrtovanega poseka v Sloveniji glede na gozdnogospodarske načrte, ki so veljavni v letu 2006 (vir podatkov: ZGS-Odseki 2007)

Jakosti načrtovanega poseka po odsekih (Slika 2) so nizke, posebno še če jih primerjamo s posekom v tujini ali tabličnimi vrednostmi (Preglednica 1). Nizke vrednosti načrtovanega poseka zbujejo pomisleke o izvedbi ustrezne nege in obnove gozdov, s katerima usmerjamo razvoj gozdov. Na znatni površini so jakosti ukrepanja celo pod 10 % lesne zaloge, kar je vprašljivo z vidika ekonomske učinkovitosti in tudi z vidika negovalnih učinkov takšnih ukrepov glede na sredstva in tudi poškodbe sestojev, ki nastanejo kljub majhni koncentraciji poseka. Delen razlog za nizke vrednosti je lahko v tem, da so v prikaz vključeni tudi varovalni gozdovi in gozdni rezervati. Še bolj pomembno pa je, da smo pri izračunu upoštevali celotno lesno zalogo sestojev v odseku, načrtovan posek pa se lahko nanaša samo na odprto površino.

### Oprelitev poseka v gozdnogospodarskih načrtih

Nekateri avtorji prikazujejo tri komponente načrtovanega poseka ali etata (Bachmann, 2002), in sicer gojitveni, trajnostni in gospodarski etat. Gojitveni etat izhaja iz gojitvene presoje posameznih sestojev, ozira se na optimalno gojenje gozdov. Takšen pristop uporabimo pri podrobnem načrtovanju. Trajnosten etat upošteva okvirne razmere, v katerih je treba zadostiti pogojem trajnostnega gospodarjenja, kot je ustrezno razmerje razvojnih faz, ustrezna debelinska struktura in podobno. Takšen pristop je primeren na višji ravni - razredu, enoti, območju, pomemben pa je tudi na ravni večjih zasebnih gozdnih posestev. Gospodarski posek izpostavlja ekonomski vidik, saj je posek glavni vir prihodkov iz gozdov, zato ekonomske razmere vplivajo na gozdarsko politiko in gozdarsko načrtovanje.

V načrtovalnem procesu določamo etat ali največji možni posek glede na odločitve o usmerjanju razvoja gozdov, pri čemer upoštevamo cilje gospodarjenja ter aktualne gozdnogojitvene in gozdnogospodarske razmere (Slika 35). V okviru usmerjanja razvoja gozdov določamo strategije ali temeljne usmeritve, gojitvene cilje in smernice po gospodarskih razredih, smernice in ukrepe po sestojih. Za ustrezno izbiro ukrepov moramo imeti predhodno predstavo o želeni strukturi gozda, ki vključuje predstavo o zgradbi, sestavi, in tudi okvirno predstavo o sečni zrelosti). Z ukrepi vplivamo na sestavo in strukturo gozda in s tem posredno na njegovo učinke (vloge gozdov).



Slika 35: Vključenost načrtovanja donosov v usmerjanje razvoja gozdov

Načrtovan posek je rezultat usmerjanja razvoja gozdov glede na vse opredeljene vloge gozdov in ne samo glede na lesnoproizvodno vlogo. Mnenje, da v primeru poudarjenih socialnih ali okoljskih vlog gozda ukrepanje ni potrebno in da gozd sam najbolje opravlja to funkcijo, ni ustrezno. Pogosto je nasprotno; ukrepanje v takšnih razmerah mora biti bolj intenzivno, vsekakor pa je več dodatnih omejitev in usmeritev, ki jih je treba v načrtih opredeliti, kot so čas, način in koncentracija izvajanja sečnje in spravila, potrebno je ustrezno obveščanje javnosti in podobno.

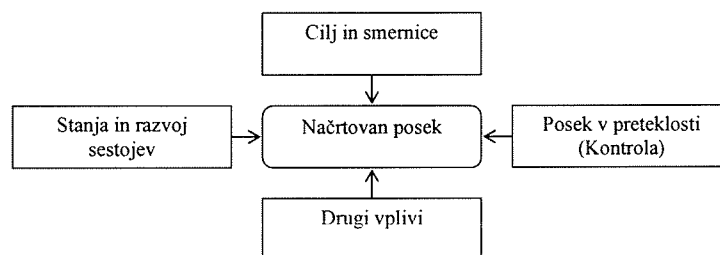
Načrtovanje donosov je vzajemno povezano z odločitvami o usmerjanju razvoja gozdov. Ključni del gozdnogospodarskih načrtov se ukvarja z usmerjanjem razvoja gozdov, kjer opredeljujemo strategije, cilje, gojitvene smernice in ukrepe. Izhodišče določanja etata je odločitev o prihodnjem ravnanju z gozdovi. Odločitve se nanašajo na obnovo gozdov, nego, varstvo, premene, lahko posegajo na reševanje različne problematike. Količine načrtovanega poseka zato ne moremo presojati ločeno od odločitev o usmerjanju razvoja gozdov.

### Postopek načrtovanja donosov

Postopek načrtovanja donosov je torej dvostopenjski:

- 1) Najprej je treba sprejeti odločitve o usmerjanju razvoja gozdov. Odločitve o usmerjanju razvoja vključujejo odločitve o izboru gozdnogojitvenega sistema, odločitve o obsegu, tehniki in poteku pomlajevanja, konceptu redčenja gozdov, konceptu prebiranja in podobno. Vse omenjene odločitve vplivajo na višino in strukturo načrtovanega poseka.
- 2) Potem je potrebno odločitve o usmerjanju gozdov kvantificirati. Naloga načrtovanja poseka je torej ustrezno kvantificirati načrtovan posek glede na sprejete odločitve o ravnanju z gozdnimi sestoji. Za odločanje o usmerjanju razvoja gozdov potrebujemo ustrezne informacije o stanju in razvoju gozdnih sestojev, jasne predstave o ciljni podobi gozdov, ki vključuje tudi predstavo o sečni zrelosti. Različne odločitve, kot so na primer »pospešena obnova debeljakov«, »brez ukrepov«, »poudariti funkcijo pomlajevanja v prebiralnih gozdovih« se odražajo v zelo različnih jakostih načrtovanega poseka.

Omenjeni postopek opozarja, da ne moremo presojati ustreznosti višine in strukture etata samega po sebi. Takšna presoja je možna le ob hkratnem upoštevanju odločitev o ravnanju z gozdovi. Presojanje ustreznosti načrtovanega poseka mora potemtakem obsegati 1) presojo odločitev o razvoju gozdov in 2) presojo ustreznosti kvantifikacije odločitev.



Slika 36: Pristop pri načrtovanju poseka

Na količino in strukturo načrtovanega poseka vpliva (Slika 36):

1) Stanje in razvoj sestojev. Načrtovanje je informacijski proces; kvaliteta odločitev o prihodnjem možnem poseku je delno odvisna od obsega in kakovosti podatkov. Pomembne so tiste informacije, ki omogočajo kvalitetno in diferencirano odločanje o prihodnjem usmerjanju razvoja gozdov. Takšne pa so:

- Površine in lesne zaloge, strukturirane po razvojnih fazah.
- Debelinska struktura gozdnih sestojev.
- Gostota, zasnova, negovanost, itd vplivajo na koncept nege in s tem tudi na jakost poseka.
- Pomembni so podatki o zasnovi in kvaliteti sestojev v optimalni fazi, ki vplivajo na odločanje o obnovi gozdnih sestojev.
- Informacije o pomladku vplivajo na odločanje o dinamiki obnove sestojev, pomembne so tudi v prebiralnih gozdovih ali pri odločanju o premenah.
- Informacije o kvaliteti sortimentov in informacije o vrednostnem priraščanju dreves in sestojev so pomembne za odločanje o obnovi gozdov, čeprav so pogosto pomanjkljive ali podcenjene.

2) Cilj in smernice. Cilji vplivajo na odločitve o ravnanju – smernice, ki določajo koncept ravnanja z gozdovi v določenem gospodarskem razredu. Smernica na ravni sestojev v odseku določa gojitveno obravnavo posameznega sestoja. V vsakem primeru pa smernica (odločitev) ključno vpliva na višino poseka.

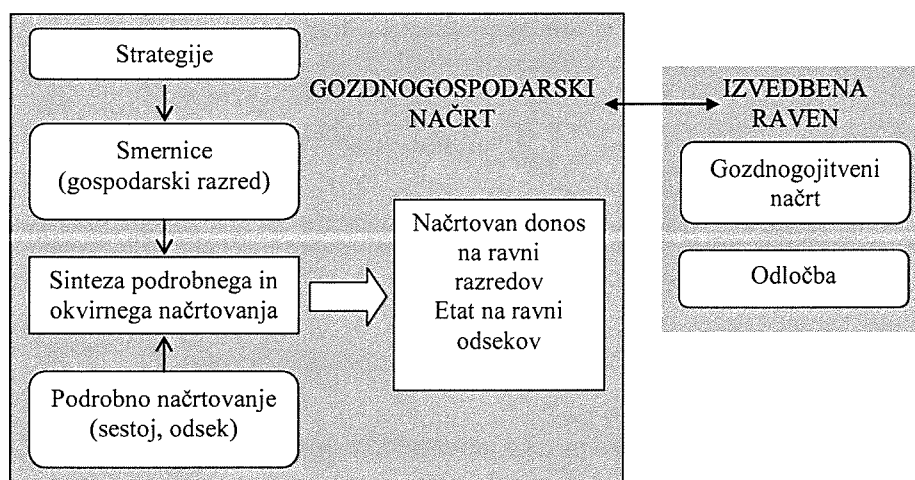
3) Kontrola. Pri načrtovanju izhajamo iz dosedanjih izkušenj in načrtovanih smernice in ukrepov in jih po potrebi le dopolnjujemo in spreminjamo. Čeprav poudarjamo pomen kvantifikacije poseka, pa vendar ne načrtujemo poseka vsakič znova od začetka. Gre za stalno povezavo upravljaljskih faz: načrt – izvedba – spremljava – presoja – dopolnjen načrt. Zato lahko pri načrtovanju poseka izhajamo iz presoje dosedanjega. Glede na odzive gozda po izvedenem poseku lahko presojamo, ali je bil ustrezen, previsok ali prenizek, ali je bilo dosedanje ravnanje ustrezno ali ga je treba spremeniti, kaj je treba spremeniti. Odgovori na zastavljena vprašanja vplivajo na odločitve o poseku. Pri načrtovanju je poudarek na odločanju; za odločanje o ravnanju s sestoji so zato potrebne izkušnje. Zato so za takšno delo primerni eksperti s praktičnimi izkušnjami, ki so odkazovali v različnih sestojnih razmerah, so povezani z izvedbo in se zato lahko suvereno odločajo.

4) Okvirni pogoji. Na načrt in še bolj na izvedbo vplivajo tudi okvirni pogoji, kot so razmere na trgu.

### Podrobna in okvirna tehnika načrtovanja poseka

Pri načrtovanju razvoja gozdov in načrtovanju donosov kombiniramo okvirno in podrobno tehniko

načrtovanja (Slika 36). Okvirna je na ravni območja, enote in gospodarskih razredov, podrobna pa na ravni sestojev oziroma odsekov. Vsaka ima prednosti in slabosti, kombinacija obeh, ki jo uresničujemo na ravni gozdnogospodarskih enot, pa zagotavlja boljše odločanje in načrtovanje. Če med njima prihaja do znatnih odstopanj, je treba odstopanja pojasniti in odpraviti.



Slika 37: Zasnova usmerjanja razvoja gozdov in načrtovanja poseka

Pri povezovanju podrobnega in okvirnega načrtovanja ni velikega manevrskega prostora pri odločanju o redčenjih srednjedobnih sestojev. Redčenja so lahko nekoliko različna, lahko določamo prioritete redčenj glede na zasnove, negovanost in podobno, vendar vse skupaj ne vpliva na skupni načrtovan posek tako kot odločitve o obnovi gozdov. Večji manevrski prostor za usklajevanje podrobne in okvirne tehnike načrtovanja predstavljajo sestoji v optimalni fazi, kjer je dopustno različno ukrepanje (redčenje/ brez ukrepa/ uvajanje v obnovo). Povezovanje podrobne in okvirne oblike mora biti vsebinsko, odločitve od zgoraj navzdol nikakor ne smejo imeti negativnih gozdnogojitvenih posledic na ravni posameznih sestojev, kjer mora imeti revirni gozdar dovolj možnosti za kreativno gojenje gozdov. Manevrski prostor izhaja iz značilnosti poprečnega vrednostnega prirastka, ki je pogosto vodilo za okvirno proizvodno dobo gozdnih sestojev. Kulminacija ni izrazita in traja daljše obdobje, zato ni toliko pomembno, ali uvajamo sestojev v obnovo nekoliko prej ali nekoliko kasneje, kar predstavlja manevrski prostor za strateško odločanje gozdarjev in tudi lastnikov gozdov. Ob tem seveda obstajajo omejitve, da niso sestoji bodisi prezgodaj ali prepozno uvedeni v obnovo. Tako je treba upoštevati »kritično starost sestojev«; to je tista, ki ne sme biti presežena, saj bi bile v tem primeru vrednostne izgube prevelike (Bachmann, 2002).

### Prikaz načrtovanega poseka

Načrtovan posek izražamo s kubičnimi metri debeljadi. Takšen način ni primeren za panjevsko gospodarjenje, kjer bi lahko operirali s hektarji; znaten del posekanega lesa namreč predstavlja vejevina, zato je neto količina lahko znatno večja od bruto vrednosti debeljadi. Poseka ne načrtujemo za posamezne drevesne vrste in debelinske stopnje, tovrstne ocene lahko oblikujemo glede na spremljavo gospodarjenja in morebitne spremenjene koncepte gospodarjenja. Sicer pa morajo biti usmeritve glede pospeševanja vrst podane v smernicah. Pogosta in uporabna kazalca za prikaz jakosti poseka sta desetletni načrtovan posek na začetno lesno zalogo (En. 1) in pa načrtovan letni posek na tekoči prirastek gozdnih sestojev (En. 4)

$$\text{En. 3: } E_{\%LZ} = 100 \cdot E_{10} / LZ_0$$

$P_0$  Volumenski prirastek sestoja na začetku načrtovalnega obdobja

$$\text{En. 4: } E_{\%P} = 100 \cdot E / P_0$$

$E_{10}$  Načrtovan posek za 10-letno načrtovalno obdobje ( $m^3$ )

$E$  Letni načrtovan posek

$LZ_0$  Lesna zaloga na začetku načrtovalnega obdobja

## Kvantifikacija poseka

Posek je treba kvantificirati na podrobni in okvirni ravni (Slika 37). Miselni postopek na obeh ravneh je enak; postopek je dvostopenjski, najprej se je treba odločiti o ravnanju s sestoji, potem je treba odločitev kvantificirati. Načrtovan posek lahko določamo neposredno z določitvijo absolutnega hektarskega poseka v desetih letih ( $m^3$  ali  $m^3/ha$ ). Bolj pogosto pa ga obračunamo tako, da začetno lesno zalogo gozdnih sestojev pomnožimo z izbrano jakostjo poseka za celotno načrtovalno obdobje. Čeprav lahko ukrepe ponavljamo v načrtovalnem obdobju, je potrebno obračunati posek za celotno načrtovalno obdobje.

En. 5: 
$$E_j = p_j \cdot LZ_0$$

$p_j$	Jakost poseka v deležu začetne lesne zaloge sestoja za celotno načrtovalno obdobje $j$ ( $0 \leq p_j \leq 1$ )
$E_j$	Načrtovan posek za načrtovalno obdobje ( $m^3$ )
$LZ$	Lesna zaloga v začetku načrtovalnega obdobja
$j$	Načrtovalno obdobje

Primer 1) Načrtovan posek z jakostjo 20 % začetne lesne zaloge:  
 $0,20 \cdot 300 m^3/ha = 60 m^3/ha$

Pri tem postopku je pomembno dvoje:

- Ocena lesne zaloge mora biti zadosti natančna, saj v nasprotnem primeru lahko sicer izberemo ustrezno jakost ukrepanja  $p_j$ , vendar je produkt neustrezen (Primer 2).
- Upoštevati je treba prirastek sestojev v načrtovalnem obdobju (Primer 3).

Primer 2) Ugotovljena lesna zaloga je  $300 m^3/ha$ , vzročna napaka je 15 %, kar pomeni  $45 m^3/ha$ , interval zaupanja ob 5 % tveganju pa je v tem primeru približno v intervalu  $210-390 m^3/ha$ . Ob izbrani jakosti  $p_j = 0,20$  bi bil posek  $60 m^3/ha$ , kar bi bilo znatno previsoko v primeru, da je dejanska lesna zaloga  $210 m^3/ha$  (posek ob jakosti 20 % bi moral biti  $42 m^3/ha$ ) ali pa znatno premalo v primeru, da je lesna zaloga  $390 m^3/ha$  (posek bi bil  $78 m^3/ha$ ). Prav zato je pomembno, da se pri določanju etata opremo na dosedanji posek in izvedbo (Slika 36).

Primer 3) Pomembno se je zavedati, da načrtujemo za obdobje desetih let, in da v tem času drevje prirašča, nekateri sestoji bodo v sečnji prvo leto veljavnosti načrta, nekateri pa zadnje leto. Če vzamemo za primer, da je letni tekoči prirastek  $10 m^3/ha$ , potem pomeni, da je jakost prvo leto res 20 %, če pa izračunamo, kaj pomeni  $60 m^3/ha$  v zadnjem letu veljavnosti, potem je to 15% lesne zaloge. To lahko upoštevamo na dva načina. Možno je izbrati ustrezno večji  $p_j$  ali pa ustrezno povečamo začetno lesno zalogo za okvirno petletni prirastek, kar je sredina načrtovalnega obdobja.

## Kvantifikacija načrtovanega poseka pri skupinsko postopnem gospodarjenju

Razlikujemo podrobno (sestoj) in okvirno načrtovanje (gospodarski razred) poseka. Na ravni razredov uporabimo podatke o stanju sestojev, ki so strukturirani po razvojnih fazah. Posek kvantificiramo po razvojnih fazah glede na stanje in odločitve (smernice).

Primer 4: Ilustracije kvantifikacije načrtovanega poseka na ravni rastiščnogojitvenega razreda. Različne izbrane jakosti ukrepanja ( $p_j$ ) znotraj sestojev iste razvojne faze so posledica različnih odločitev o usmerjanju razvoja sestojev.

R. f.	ha	LZ (m <sup>3</sup> /ha)	P (m <sup>3</sup> /ha)	LZ (m <sup>3</sup> )	Jakost ( $p_j$ )	Etat (m <sup>3</sup> )
Mladovje	150	0	0			
Drogovnjak	390	180	13			
	330	190		62700	0,26	16302
	60	123		7380	0,12	886
Debeljak	720	518	8,5			
	540	442		238680	0,14	33415
	150	400		60000	0,00	0
	130	550		71500	0,35	25025
Pomlajenec	140	280	4,5			
	70	370		25900	0,45	11655
	70	190		13300	1,00	13300
Skupaj	1500	320	7,88			100583

$E=67 \text{ m}^3/\text{ha}$ ,  $E_{\%LZ}=0,21$ ;  $E_{\%P}=85 \%$ , pričakovana lesna zalogo ob zaključku načrtovalnega obdobja:  $LZ_{10}=331 \text{ m}^3/\text{ha}$

Pri načrtovanju poseka pri skupinsko postopnem gospodarjenju je potrebno razlikovati načrtovanje poseka iz redčenj ter načrtovanje poseka zaradi obnove sestojev (pomladitveni posek), ki vključuje svetlitveni in končni posek (Rüsch, 1983).

**Redčenja.** Redčenja so pomemben ukrep nege, s katerimi pomembno vplivamo na drevesno sestavo, kvaliteto, priraščanje izbrancev, stabilnost in zdravstveno stanje gozdnih sestojev. Pri odločitvah o redčenju so pomembne informacije o zasnovi in negovanosti, sklepu krošenj ter predstave o cilju. Ključna je odločitev o konceptu redčenj (vrsta redčenja, število izbrancev, jakost poseganja, ponovitve itd). Nekatere raziskave v bukovih gozdovih (Bončina in sod., 2007) kažejo, da je treba ustaljene zasnove redčenj preveriti in dopolniti. Omenjena raziskava nakazuje, da je ustaljena jakost redčenj srednjedobnih sestojev prenizka. Ko želimo pomanjkljivost kompenzirati z močnejšim redčenjem v mlajšem debeljaku, lahko sprožimo predčasno obnovo.

**Pomladitveni posek.** Z odločanjem o konceptu obnove vplivamo na razmerje razvojnih faz, izkoriščenost sestojnih potencialov in na zasnove novih sestojev. Pri odločanju o obsegu končnih posekov si lahko pomagamo z nekaterimi kazalci:

- Če bi bilo dejansko razmerje razvojnih faz ustrezno in bi takšnega želeli ohraniti, potem je letni obseg končnih posekov enak količniku med površino in proizvodnim obdobjem (Primer 5).  
Primer 5) Površina gozdov je 700 ha, proizvodna doba je 140 let, obseg letne obnove:  $700 \text{ ha} / 140 \text{ let} = 5 \text{ ha} / \text{leto}$ .
- Če želimo nadaljevati dosedanji tempo obnavljanja sestojev, potem je letna površina končnega poseka enaka razmerju med površino mladovja in prehodno dobo mladovja.  
Primer 6) Če je na primer površina mladovja 120 ha, prehodno obdobje mladovja pa 30 let, potem je bil dosedanji letni obseg končnih posekov:  $120 \text{ ha} / 30 \text{ let} = 4 \text{ ha} / \text{leto}$ .
- Pri jakosti ukrepanja v sestojih v obnovi si lahko pomagamo z okvirno pomladitveno dobo. Če je ta krajša, potem je jakost ukrepanja večja. Jakost ukrepanja lahko okvirno ocenimo s količnikom med deset (načrtovalno obdobje) in pomladitvenim obdobjem. Dejanska odločitev je odvisna od stanja sestojev v obnovi, pomladka, okvirnih razmer.  
Primer 7): Če je pomladitveno obdobje 25 let, potem je desetletna jakost načrtovanega poseka glede na lesno zalogo 0,40.

Omenjene kazalce je treba razumeti kot okvirni pripomoček; manj so primerni v primeru malopovršinskega gospodarjenja, kjer je pomen informacij o površinah sestojev za načrtovanje omejen.

## Kvantifikacija načrtovanega poseka pri prebiralnem gospodarjenju

Pri prebiralnem gospodarjenju informacije o sestojih niso strukturirane po sestojnih tipih. Izhodišče za načrtovanje poseka je stanje gozdnih sestojev in njihov razvoj ter odločitve o prebiranju, pri čemer si pomagamo s funkcijami prebiranja. Glede na opažene značilnosti sestojev v okviru opisov gozdov in podatke iz vzorčnih ploskev se odločamo, katere funkcije prebiranja je treba pospeševati, in sicer pomlajevanje, akumulacijo, nego ali vzdrževanje prebiralne strukture, kar vpliva na višino poseka. Podobno je na podrobni ravni; izhodišče je poznavanje stanja in ustrezna odločitev o prihodnjem ravnanju. Pri tem je treba razmišljati za desetletni časovni horizont; tako da moramo pri usmerjanju razvoja sestoja predvideti razvoj in ne izhajati le iz začetnega stanja. Pomemben kazalec višina poseka glede na prirastek. V prebiralnih sestojih z nizko zalogo naj bo posek manjši od prirastka (60-80%), s previsoko zalogo pa večji od prirastka (115-125%), prebiralno redčenje pomeni posek z jakostjo 100-125% prirastka (Bachmann, 2002).

## Načrtovanje donosov in uporaba sestojnih tablic

Sestojne tablice in enačbe so lahko v pomoč pri načrtovanju etata; bolj kot za samo določanje so pomembne za pojasnjevanje. Lahko so koristen pripomoček za preverjanje, posebno v primerih, ko se pokažejo znatne razlike med ekspertno oceno in tablično vrednostjo. Nikakor pa tablice in enačbe ne morejo nadomestiti odgovorne odločitve o usmerjanju razvoja gozdov, iz katere izhaja načrtovan posek. Sestojne tablice so lahko zelo različne, kar nakazuje tudi izbran primer (Preglednica 1). Jakost poseganja po švicarskih tablicah je občutno večja, tudi za več kot 100 %, kot v primeru slovaških tablicah, ki so dostopne v Gozdarskem priročniku.

Preglednica 29: Primerjava jakosti redčenja za bukove sestoje ( $h_{dom,100}=25$  m) med švicarskimi in slovaškimi sestojnimi tablicami (Halaj in sod. 1986; Petraš in sod. 1996; Kotar 2003). Pri slovaških tablicah je upoštevana druga raven proizvodnosti. Jakosti poseka so izražene z odstotkom lesne zaloge za desetletno načrtovalno obdobje.

Starost (leta)	Slovaške tablice	Švicarske tablice
30	29,3	
40	21,4	25,5
50	16,9	26,1
60	13,8	23,7
70	11,7	19,7
80	10,1	15,8
90	8,9	13,5
100	7,9	12,7
110		11,6

## Zaključki

Načrtovanje donosov je eno od področij gozdnogospodarskega načrtovanja. Načrtovanje donosov pomeni kvantificirati odločitve o razvoju gozdov, ki zadevajo nego, obnovo, premene, reševanje problemov in podobno. Tovrstne odločitve so specifične praktično za vsako enoto oziroma območje. Eksaktnih metod za določanje poseka ni; naj bodo metode navidez še tako eksaktne in sofisticirane, v nobenem primeru ne morejo nadomestiti premisleka ter zavestne in odgovorne odločitve o usmerjanju razvoja gozdov. Lahko jih uporabljamo za pojasnjevanje in utemeljevanje.

Različni deležniki imajo različne poglede in interese glede gospodarjenja z gozdovi in seveda tudi do rabe lesa; interesi lastnikov, javnosti, izvajalcev, naravovarstvenikov do pridelovanja lesa so različni, pogosto nasprotujoči si ali vsaj ne istosmerni. Zato je načrtovanje donosov pomembno, utemeljeno mora biti na

jasnih in argumentiranih odločitvah o razvoju gozdov, ki se tudi preverja v postopku sprejemanja načrtov.

Za načrtovanje donosov je najbolj primerna kontrolna metoda. Odločanje o prihodnjem ravnanju z gozdnimi sestoji mora izhajati iz strukturnih sprememb gozdnih sestojev, njihovih odzivov na izvedene ukrepe. Z novim načrtom dopolnimo in korigiramo dosednji načrt. Za tak pristop pa moramo imeti ustrezne informacije o strukturnih spremembah gozdov in izvedenih ukrepih. Prav za zaradi kontrolne metode je najbolj primerno, da načrtuje vodja krajevne enote, ki gozdove in lastnike pozna, vpogled ima v izvedbo, takšen pristop tudi zagotavlja ustrezno vsebinsko povezovanje podrobnega in okvirnega načrtovanja ter povezovanja urejanja in gojenja gozdov.

Glede na strukturo gozdnih sestojev in strukturne sprememb gozdovi se bo načrtovan posek povečal, kar bo posledica odločitev o obsegu obnove in nege gozdov. Nacionalni gozdni program opredeljuje oceno optimalne lesne zaloge v Sloveniji okoli 330 m<sup>3</sup>/ha. Poleg višine lesne zaloge je z vidika stabilnosti funkcioniranja gozdov in zagotavljanja učinkov pomembna tudi njena struktura. Gre za vprašanje, kakšna bo horizontalna struktura gozdov in kakšna bo drevesna sestava, ali bodo končne lesne zaloge dosegle ciljne vrednosti, ki so, denimo med 400 in 1000 m<sup>3</sup>/ha, ali bodo zasnove sestojev takšne, da bodo zagotovljeni učinki gozda. Prav to pa je naloga načrtovanja razvoja gozdove v okviru gozdnogospodarskega načrtovanja.

## **2. 3 Algoritem za aktualizacijo ocene lesne zaloge na ravni odsekov in oddelkov.**

### **Izhodišča**

Zbiranje informacij o gozdnih sestojih in gospodarjenju z gozdovi je sestavni del gozdnogospodarskega načrtovanja. Podatke o sestojnih parametrih pridobimo s periodično gozdno inventuro ob obnovah gozdnogospodarskih načrtov enot. Vsako leto se obnovi približno desetino gozdnogospodarskih enot kar pomeni, da se stanje sestojnih parametrov aktualizira vsakih deset let. Podatki iz vseh GGE sestavljajo nacionalno zbirko podatkov o gozdnih fondih, v kateri so zaradi periodičnega obnavljanja gozdnogospodarskih načrtov podatki na ravni države v povprečju stari pet let. Nasprotno od sestojnih parametrov, ki jih aktualiziramo vsako desetletje, se podatki o izvedenih ukrepih za celotno površino gozdov v Sloveniji (posek, gojitvena in ostala dela) zbirajo na ravni gozdnih odsekov sprotno in se vnašajo v informacijski sistem po zaključku del na terenu. Pogosto desetletna posodobitev sestojnih parametrov ne zadošča; zastavlja se vprašanje, ali lahko na podlagi periodičnih inventur sestojnih kazalcev in letne evidence izvedenih ukrepov izdelamo simulacijo razvoja gozdnih sestojev v obdobju med dvema periodičnima inventurama.

### **Algoritem za aktualizacijo ocene lesne zaloge na ravni odsekov in oddelkov**

Algoritem za posodabljanje sestojnih parametrov smo razvili v okviru študije vpliva različnih dejavnikov na pojavljanje naravnih motenj v gorskih gozdovih Julijskih Alp (Klopčič in sod., 2009) in temelji na podatkih dveh zaporednih gozdnih inventur in evidenci poseka. Osnovna ideja izhaja iz bilančne metode, kjer lesno zalogo prihodnjega leta ( $LZ_{n+1}$ ) izračunamo na podlagi začetne lesne zaloge ( $LZ_n$ ), prirastka ( $p$ ) in izvedenega poseka v tekočem letu ( $POS_{n-n+1}$ ), pri čemer smo namesto tekočega letnega prirastka uporabili prirastni odstotek, pri tem pa predpostavili, da se intenzivnost priraščanja za posamezen odsek znotraj desetletnega obdobja ne spreminja (Enačba 6). Za desetletno obdobje smo tako dobili za vsak odsek (oddelek) dobili sistem desetih enačb z desetimi neznankami. Zaradi različnih virov podatkov ter zasnove inventure gozdnih sestojev, ki temelji na vzorčnih metodah in okularnih ocenah, se lahko bilančna in ob ponovni inventuri ugotovljena lesna zaloga razlikujeta. Da bi neskladje odpravili, smo v algoritem vgradili zanko, ki za vsak odsek po metodi približkov izbira takšen prirastni odstotek, da se bilančna in ugotovljena lesna zaloga izenačita.



$$LZ_{n+1} = LZ_n + LZ_n * p - POS_{n-n+1}$$

...En (6)

$$n = 0 \dots 9$$

$$LZ_1 = LZ_0 + LZ_0 * p - POS_{0-1}$$

$$LZ_2 = LZ_1 + LZ_1 * p - POS_{1-2}$$

$$LZ_3 = LZ_2 + LZ_2 * p - POS_{2-3}$$

$$LZ_4 = LZ_3 + LZ_3 * p - POS_{3-4}$$

$$LZ_5 = LZ_4 + LZ_4 * p - POS_{4-5}$$

$$LZ_6 = LZ_5 + LZ_5 * p - POS_{5-6}$$

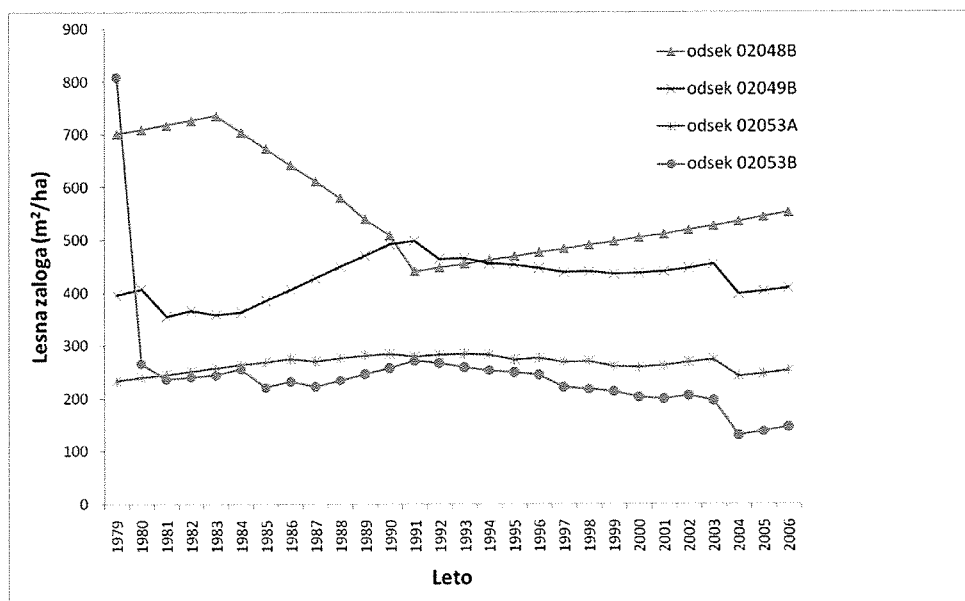
$$LZ_7 = LZ_6 + LZ_6 * p - POS_{6-7}$$

$$LZ_8 = LZ_7 + LZ_7 * p - POS_{7-8}$$

$$LZ_9 = LZ_8 + LZ_8 * p - POS_{8-9}$$

$$LZ_{10} = LZ_9 + LZ_9 * p - POS_{9-10}$$

Za testno območje smo si izbrali GGE Jelovica in GGE Pokljuka, ki v skupnem pokrivata 9627 ha gozdov. Obe GGE imata dolgo tradicijo načrtnega gospodarjenja z gozdovi, ki obsega enajst serij gozdnogospodarskih načrtov in enovit sistem spremljanja poseka za obdobje po letu 1970. Za izdelavo in testiranje algoritma smo uporabili podatke o lesni zalogi po posameznih debelinskih razredih (A = 10-30 cm; B = 30-50 cm; C = 50 cm in več), ločeno na iglavce in listavce za štiri inventurna obdobja (GGE Jelovica 1973, 1983, 1991, 2001; GGE Pokljuka 1975, 1985, 1995, 2005) in zbirko podatkov o poseku, ki vključuje podatke o količini in vrsti poseka, in sicer z 455 odsekov in obdobje 1970-2006. Pri testiranju se je pokazalo več pomanjkljivosti, ki so izhajali predvsem iz različne kakovosti podatkov ter omejitev programske opreme. Ker predstavlja reševanje desetih enačb z desetimi neznankami po vseh odsekih za računalniško obdelavo, smo algoritem prilagodili.



Slika 38: Razvoj lesnih zalog izdelan s pomočjo algoritma za izbrane odseke.

Po odpravi tehničnih težav pri izračunavanju podatkov po posameznih letih, smo celotno podatkovno zbirko preverili z logičnimi kontrolami, podatke pa nato uporabili za analizo vpliva različnih dejavnikov na pojavnost vetrolomov, snegolomov in gradacij podlubnikov. Analize so pokazale, da posodobljeni podatki

po posameznih letih primerno simulirajo razvoj sestojnih parametrov za celotno proučevano obdobje (slika 38).

## Zaključki

Predlagani algoritem za posodabljanje lesnih zalog omogoča avtomatsko posodabljanje sestojnih parametrov med dvema gozdnima inventurama in je primerno orodje za pripravo podatkovnih zbirk, namenjenih študiju različnih naravnih in antropogenih vplivov na sestojno dinamiko. Algoritem lahko uporabimo tudi za aktualizacijo lesnih zalog na tekoče leto za posamezno regijo (npr. gozdnogospodarsko območje) ali državo, kjer so zaradi časovnega zamika izdelave gozdnogospodarskih načrtov podatki zbrani v različnih časovnih obdobjih. To je še zlasti pomembno pri oceni gozdnih fondov za mednarodna poročanja oziroma pri izdelavi regijskih načrtov (načrti gozdnogospodarskih območij, načrt upravljanja zavarovanih območij), še zlasti v območjih, kjer se zgradba sestojev lahko zaradi pojava različnih zunanjih vplivov (motenj) med periodičnimi inventurami bistveno spremeni.

## 3 Presoja in sinteza rezultatov

Raziskovalni projekt je bil vsebinsko široko zasnovan, obseg opravljenega dela je znaten. Dosegli smo zastavljene cilje, nekatere z manjšimi modifikacijami, ki so nujne zaradi spoznanj v teku raziskovalnega projekta, razvili nekatere nove postopke in metode priprave ter obdelave podatkov. Izsledkov je veliko, v nadaljevanju pa se omejujemo na nekaj poglobitvenih zaključkov in usmeritev:

- 1) V preučevanem obdobju 1970-2010 so se gozdovi v Sloveniji znatno spremenili. Upravičenost takšne ocene je v velikosti sprememb sestojnih parametrov. Eden od ključnih parametrov za oceno sprememb gozdnih virov je lesna zaloga gozdnih sestojev. Ta se je v obdobju 1970-2010 izjemno povečala. Poprečne lesne zaloge na celotni gozdni površini lahko zavaja, saj se je gozdno površina stalno povečevala, vanjo so bili vključeni gozdovi, ki so nastali na opuščeni kmetijskih zemljiščih, zato je seveda njihovo lesno zalogo nižja, kar zmanjšuje poprečno lesno zalogo na celotni površini. Če se omejimo samo na gozdno površino, ki je bila v celotnem preučevanem obdobju stalno gozdna, potem se je lesna zaloga povečala od 190 na 294 m<sup>3</sup>/ha. To povečanje je rezultat načrtnega gospodarjenja, delno, predvsem v zadnjih dveh desetletjih pa tudi neizvajanja ukrepov in opuščanja aktivnega gospodarjenja v delu zasebnih gozdov.
- 2) Poleg lesne zaloge je treba presojati tudi spremembe drugih sestojnih parametrov, ki občutljivejšje od same lesne zaloge kažejo spremembe gozdnih sestojev; v raziskavi smo uporabili predvsem debelinsko strukturo gozdnih sestojev (število drevja po debelinskih razredih) in debelinsko strukturo lesne zaloge ter spremembe drevesne sestave gozdnih sestojev. Analiza debelinske strukture kaže na znatno povečanje količine debelega drevja, kar posredno kaže tudi na spremembe starostne strukture gozdnih sestojev. Količina debelega drevja (s prsnim premerom, večjim od 50 cm) se je v obdobju 1970-2010 povečala od 9 % na 19 %.
- 3) V preučevanem obdobju smo registrirali tudi opazne spremembe drevesne sestave. Podrobnejše analize jelovih bukovij v daljših časovnih obdobjih kažejo na izmenjave dveh dominantnih drevesnih vrst: jelka očitno nazaduje, količina bukve se povečuje, mnogi drugi sestojni parametri (pomladek, preraščanje, debelinska struktura) nakazujejo nadaljnje nazadovanje jelke.
- 4) Od drevesnih vrst smo prav navadni jelki namenili veliko pozornosti. Njena sestojna dinamika je različna v različnih rastiščnih stratumih: največji možnosti za ohranjanje jelke, kar potrjujejo tudi nekateri sestojni znaki, so v jelovjih na nekarbontani podlagi, v katerih je, vsaj v nekaterih posamičnih predelih, opazna že progresija jelke. Tudi v alpskih jelovih bukovjih so ohranitvene možnosti ohranjanja jelke znatne, odvisne predvsem od uporabe ustreznih gozdnogojitvenih sistemov. Zelo slabe možnosti za ohranjanje jelke so trenutno v dinarskih jelovih bukovjih, kjer je

vpliv jelenjadi označen kot glavni zaviralni dejavnik.

- 5) Analiza sprememb strukture gozdnih sestojev po rastiščnih stratumih (in tudi po gozdnogospodarskih območjih) daje dve pomembni ugotovitvi: vzorci sprememb lesne zaloge, debelinske strukture in drevesne sestave so v različnih predelih Slovenije različni, zato jih ne gre posploševati. Za načrtovanje in upravljanje je pomembna tudi ugotovitev, da so vzorci sprememb znotraj istega tipa gozdov, podrobneje smo preučevali spremembe jelovo-bukovih gozdov v zadnjem stoletju, pomembno različni. To ima nekaj pomembnih posledic za upravljanje, namreč: 1) ni primerno določati enakih ciljev za gozdove, ki so uvrščeni v ta gozdni tip, 2) ni ustrezno določati statičnih gozdnogojitvenih ciljev, saj so opazne velike razvojne spremembe v zgradbi in drevesnih sestavi gozdnih sestojev, 3) prav tako ni smiselno enotno ukrepanje v gozdovih istega tipa, saj razlike v razvojnih procesih zahtevajo prilagojeno upravljanje.
- 6) Sečnja je temeljni instrument, s katerimi vplivamo na razvoj gozdnih sestojev. Količina poseka se je v obdobju po letu 1945 do 2010 znatno spreminjala, razpoznamo lahko značilna obdobja, ki odsevajo vpliv širših socialnih razmer pa tudi usmeritev gozdarske politike na načrtovan in realiziran posek. V zadnjih dvajsetih letih je opazna izrazita akumulacija lesne zaloge, ki je delno posledica načrtnega usmerjanja, delno pa posledica opuščanja aktivnega gospodarjenja. Višina lesnih zalog seveda zahteva spremembe prioritete pri gospodarjenju z gozdovi: od intenzivne akumulacije k premišljeni zasnovi obnove gozdov, ki bo intenzivnejša kot doslej. Koncepti morajo biti prilagojeni konkretnim razmeram, ki so v Sloveniji dokazano različne, nikakor jih ne gre posploševati na celotno površino.
- 7) Načrtovanje poseka je integralno povezano z načrtovanjem razvoja gozdov. Pojasnili smo postopek načrtovanja poseka, ki obsega dve fazi, in sicer 1) odločitve o razvoju gozdov in 2) kvantifikacijo odločitev, s katero določimo načrtovan posek. Za ustrezno načrtovan posek morata biti obe fazi kakovostno izpeljani. Opozorili smo na mogoče napake v pristopu in na pomen kontrole pri načrtovanju poseka.
- 8) V raziskovalnem projektu se nismo podrobno ukvarjali z analizo izvedenih gojitvenih del na razvoj gozdov. Vsekakor pa je ob spremembah jakosti ukrepanja v gozdovih v prihodnosti treba izpostaviti problem načrtovanja in izvajanja gojitvenih (in tudi varstvenih) del. Večji posek pomeni praviloma tudi večji obseg obnove gozda, ta pa zahteva znatno povečanje obsega gojitvenih del, sicer se bodo sestojne zasnove gozdov poslabšale, kar bo imelo neugodne posledice za večnamensko gospodarjenje z gozdovi v Sloveniji.
- 9) Sestavni del upravljanja je tudi priprava napovedi, med katerimi so pomembne različne vrste scenarijev. To je pomemben sestavni del adaptivnega upravljanja, njihov namen narašča tudi zaradi okoljskih sprememb, pomembni so tudi kot podpora političnim odločitvam. Napovedi imajo v načrtovanju več učinkov: lahko so opozorila, ki kažejo, kaj se bo lahko zgodilo v prihodnjih desetletjih, če dosedanjega ravnanja z gozdovi ne bomo spremenili ali pa se bo vpliv neželenih učinkov nadaljeval in stopnjeval. Kažejo lahko različice, ki jih lahko pretehtamo in se odločimo za najprimernejšo. V okviru raziskovalnega projekta smo razvili nekaj pristopov, ki jih bo mogoče uporabiti pri upravljanju gozdov, obstajajo pa velike možnosti za razvoj in uporabo teh metod pri načrtovanju in gospodarjenju z gozdovi, še posebno na področju gospodarjenja z zasebnimi gozdovi.
- 10) Opravljena raziskave in nekatere objave raziskovalnih izsledkov, tudi v uglednih revijah, potrjujejo, da so različni arhivski viri, predvsem pa ohranjeni stari gozdnogospodarski načrti, primerni za rekonstrukcijo razvoja gozdov za obdobje od nekaj desetletjih do približno dveh stoletij, odvisno pač od razpoložljivosti starih načrtov. Te metode s tem nadomeščajo veliko dražje metode, ki so praviloma tudi lokalno omejene. Pomanjkljivosti arhivskih podatkov je potrebno smiselno upoštevati pri metodah dela in komentarjih rezultatov. Pomen urejenih podatkov o strukturnih spremembah gozdnih sestojev v obdobju 1070-2010 (Silva-SI) pa še zdaleč ni omejen na raziskovalno delo; zbirka ima večji pomen za gozdnogospodarsko načrtovanje in gozdno politiko.
- 11) Predlogi prihodnjih raziskav: 1) V okviru projektu smo na ravni Slovenije zbrali in uredili podatke

o gozdnih sestojih za obdobje 1970-2010, le za del gozdov tudi za daljše obdobje. Zato je smiselno dopolnjevati zbirko Silva-SI – z vnosom podatkov iz načrtov, ki ob vnosu niso bili dostopni oziroma so bili pozneje najdeni ter z vnosom podatkov iz načrtov, ki so bili izdelani pred letom 1970; 2) Dopolniti je treba raziskovalno delo na pripravi scenarijev, ki so lahko pomembno orodje za načrtovanje in gozdno politiko; 3) Ugotovitve o razvoju gozdov je treba posredovati širši javnosti; sami pripravljamo poljubno publikacijo o tem; 4) Zasnovo Silva\_Si je treba razvijati in dopolniti; predvsem bi bilo smiselno pripraviti različico Silva-Si, ki bo zasnovana na rastrski osnovi.

## Poglavitni viri

- Bachmann, P., 2002. Forestliche Planung I/III. Professur Forsteinrichtung und Waldwachstum ETH Zürich.
- Blockeel, H., Struyf, J. 2002. Efficient algorithms for decision tree cross-validation. *Journal of Machine Learning Research*, 3:621–650.
- Bončina A. 2009. Urejanje gozdov - upravljanje gozdnih ekosistemov. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire:359 s.
- Bončina, A., Ficko, A., Klopčič, M., Matijašič, D., Poljanec, A., 2009. Gospodarjenje z jelko v Sloveniji (Management of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Slovenia). *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 90, 43-56.
- Diaci, J., 2006. Nature-based silviculture in Slovenia : origins, development and future trends. *Studia forestalia Slovenica*, 126: 119-131
- Diaci, J., Rožembergar D., Bončina A. 2010. Stand dynamics of Dinaric old-growth forest in Slovenia: Are indirect human influences relevant? *Plant Biosystems*, 144, 1: 194 - 201.
- Elling, W., Dittmar, C., Pfaffelmoser, K., Rötzer, T., 2009. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. *Forest Ecology and Management* 257, 1175-1187.
- Ficko A., Klopčič M., Matijašič D., Poljanec A., Bončina A. 2008. Razširjenost bukve in strukturne značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 87: 45-60.
- Ficko, A., Bončina, A. 2006. Silver fir (*Abies alba* Mill.) distribution in Slovenian forests. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 79: 19-35
- Ficko, A., Klopčič, M., Poljanec, A., Simončič, T., Bončina, A., 2011b. Ključni izsledki prostorske in časovne dinamike jelke in bukve v Sloveniji. *Les*, 63, 5: 208-213.
- Ficko, A., Poljanec, A., Bončina, A. 2011a. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? *Forest Ecology and Management* 261,4: 844-845.
- FRA, 2005. Global forest resource assessment, FAO Forestry Paper 147, FAO, Rim.
- Gašperšič, F., 1967. Razvojna dinamika mešanih gozdov jelke-bukve na Snežniku v zadnjih sto letih. *Gozdarski vestnik*, 25, 7-8: 202-237.
- Hladnik, D., 1991. Spremljanje razvoja sestojev in časovna dinamika propadanja dreves v jelovo-bukovem gozdu. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 38, 55-96.
- Horndasch, M., 1993. Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) und ihr tragisches Schicksal im Wandel der Zeiten. Dargestellt an Beispielen mitteleuropäischen Waldgebiete. Im Selbstverlag, Augsburg.
- Improved Pan-European Indicators for sustainable forest management. 2003. <http://www.mcpfe.org> (22.11.2007).
- Inventarizacija gozdov LR Slovenije 1946 in 1947. 1947. Ponatis 2007. Viri za zgodovino gozda in gozdarstva na Slovenskem, 10. Ljubljana, oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta.
- Jakša, J., Kolšek, M., 2008. Naravne ujme v slovenskih gozdovih. *Ujma*, 23: 72–81.
- Kajfež-Bogataj L. 2007. Spreminjanje podnebja – zdaj in v prihodnosti. V: Podnebne spremembe. Jurc M. (Ur.). (*Studia forestalia Slovenica*, 130). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 13–26.
- Klopčič, M., Bončina, A., 2011. Stand dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.)-European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests during the past century: a decline of silver fir? *Forestry* 84, 3: 259-271.
- Klopčič, M., Jerina, K., Bončina, A., 2010. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor? *European Journal of Forest Research* 129 (3), 277-288.
- Klopčič, M., Poljanec, A., Gartner, A., Bončina, A., 2009. Factors related to natural disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Ecoscience* 16, 1: 48-57.
- Kotar, M., 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.
- Lexerød, N.L., Eid, T., 2006. An evaluation of different diameter diversity indices based on criteria related to forest management planning. *Forest Ecology and Management* 222:17-28.
- Medved, M., Matijašič, D., 2007. Spremljanje poseka pri gospodarjenju z gozdovi. V: Načrtovanje donosov pri mnogonamenskem gospodarenju z gozdovi (Bončina, A., Matijašič, D., ur.). *Zbornik povzetkov, ZGS, BF, Bled*.
- Miklavžič, J., 1954. Premena umetnih nižinskih smrekovih sestojev. (*Strokovna in znanstvena dela*, 3) Ljubljana: 66 s.
- Mikulič, V., 1984. Površina, lesna zaloga, prirastek in etat po gozdnih gospodarstvih. Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Biotehniška fakulteta: 198 s.
- Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Ur.l.RS št.5/1998.
- Remic, C., 1975. Gozdovi na Slovenskem. Ljubljana, Borec, Poslovno združenje Gozdonogospodarskih organizacij: 309 s.
- Rüsch, W., 1983. Hiebsatzweiser in der Praxis. *Schweiz. Z. Forestwes.*, 134, 2: 109-129.

- Senn, J., Suter, W., 2003. Ungulate browsing on fir (*Abies alba* Mill.) in the Swiss Alps: Beliefs in search of supporting data. *Forest Ecology and Management* 181(1-2), 151-164.
- Veselič, Ž., Matijašič D., 2002. Gozdnogospodarski načrti gozdnogospodarskih območij za obdobje 2001–2010. *Gozdarski vestnik*, 60, 10: 461–489.
- Veselič, Ž., Robič, D., 2001. Posodobitev poimenovanja sintaksonov, ki nakazujejo (inicirajo) skupine rastišč, njihove podskupine in rastiščne tipe v računalniški bazi Zavoda za gozdove Slovenije. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije: 26 str. (tipkopis)
- Witten, I.H., Frank, E. 2005. *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA, USA, second edition.
- Yoshida, T., Noguchi, M., Akibayashi, Y., Noda, M., Kadomatsu, M., Sasa, K., 2006. Twenty years of community dynamics in a mixed conifer - broad-leaved forest under a selection system in northern Japan. *Canadian Journal of Forest Research* 36:1363-1375.
- ZG, 1993. Zakon o gozdovih. Ur.l.RS št. 30-1299/93.
- ZGS, 2004. Podatkovna zbirka podatkov s ploskev 2 x 2 km za spremljanje objedenosti. Podatki vzorčnih ploskev s popisa 2004. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana.
- ZGS, 2006. Podatkovne zbirke Zavoda za gozdove Slovenije: Podatki o gozdnih fondih Slovenije: odseki, razvojne faze, lesne zaloge in prirastki. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana.
- ZGS, 2008a. Podatkovne zbirke Zavoda za gozdove Slovenije: Sestojna karta Slovenije. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana.
- ZGS, 2008b. Podatkovne zbirke Zavoda za gozdove Slovenije. Podatki s stalnih vzorčnih ploskev, prva in druga meritev. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana.
- ZGS-Odseki, 2007. Podatki o gozdovih Slovenije. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana.
- Žumer, L., 1968. *Lesno gospodarstvo*. Zveza tehnikov in inženirjev gozdarstva in industrije za predelavo lesa SRS. Ljubljana: 365 str.

### 3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen<sup>2</sup> rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

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

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

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvo, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
  - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
  - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v 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?

Izdelana je obsežna podatkovna zbirka Silva-SI, ki na ravni oddelkov obsega podatke o gozdnih virih in sestojnih parametrih za pretežni del gozdne površine v Sloveniji v obdobju 1970-2010.

Za obdobje 1970-2010, za nekatere predele pa podrobneje celo od konca 19. stoletja do danes, je dokumentiran razvoj gozdnih sestojev v Sloveniji. Ugotovljene so spremembe nekaterih pomembnih sestojnih parametrov (lesna zaloga, prirastek, drevesna sestava, debelinska struktura).

Pojasneni so glavni vplivni dejavniki (rastiščni, sestojni in predvsem gospodarski), ki so pomembno o zaznamovali razvoj gozdnih sestojev v Sloveniji in vplivali na časovno in prostorsko dinamiko glavnih drevesnih vrst v sestojih.

Utemeljena je zasnova načrtovanja poseka, in sicer na podrobni in okvirni ravni.

Eden od rezultatov je algoritem, ki omogoča sprotno (letno) ažuriranje podatkov o lesnih zalogah gozdnih sestojev. Periodične inventure se izvajajo vsakih deset let, algoritem pa omogoča posodobitev podatkov o lesni zalogi za posamezna leta v tem desetletnem intervalu.

Podrobno so pojasnjene spremembe v razširjenosti in obilju dveh drevesnih vrst v gozdnih sestojev Slovenije, in sicer bukve in jelke. Pojasneni so glavni vplivni dejavniki sicer izrazite sestojne dinamike obeh drevesnih vrst.

Izdelan je koncept napovedovanja razvoja sestojnih parametrov (zaloge, debelinske strukture) in napovedni modeli, razviti ob upoštevanju pretekle dinamike sestojev in vplivnih dejavnikov.

Izdelani so scenariji razvoja gozdov (nekaterih sestojnih parametrov) v Sloveniji za prihodnja desetletja.

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

Rezultati so pomembni za raziskovalno delo in so hkrati aplikativni, saj so pomembni za gozdnogospodarsko načrtovanje in gozdno politiko.

Podatkovne zbirke omogočajo študij razvoja poljubno izbranega območja v Sloveniji, so nadgradljive, kar je pomembno pri številnih raziskavah.

Pojasneni so vzorci sprememb gozdnih sestojev, ki so različni v različnih predelih Slovenije, velike spremembe gozdnih virov in sestojnih parametrov, izdelani so scenariji in algoritmi, ki so pomembni za upravljanje gozdnih ekosistemov v Sloveniji in gozdnopolitične odločitve. Ugotovljene spremembe in opozorilni scenariji razvoja gozdov namreč zahtevajo dopolnitev oziroma spremembo ravnanj z gozdni sestoji.



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?

Eden od ključnih uporabnikov je javna gozdarska služba, saj raziskovalni izsledki našega projekta pomembni za upravljanje in načrtovanje, kar se je pokazalo že pri pripravi gozdnogospodarskih načrtov za gozdnogospodarska območja v Sloveniji za obdobje 2011-2020.

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

Poljanec Aleš je leta 2008 doktoriral z delom Strukturne spremembe gozdnih sestojev v Sloveniji v obdobju 1970-2005.

Avgusta 2011 je doktoriral mladi raziskovalec Matija Klopčič, ki je v svojem delu opravil analizo dolgoročnih sprememb (1900-2010) jelovo-bukovih gozdov.

V okviru projekta so nastale naslednje diplome:

Poljanšek, Simon. Količina in struktura odmrlega drevja v gozdovih Slovenije : diplomsko delo - univerzitetni študij = Amount and structure of dead wood in forests of Slovenia : graduation thesis - university studies. Ljubljana: [S. Poljanšek], 2008. VIII, 45 str.+pril., ilustr. [COBISS.SI-ID [2311846](#)]

Golias, Špela. Presoja načrtovanja in gospodarjenja z gozdovi v zavarovanih območjih na primeru TNP : diplomsko delo - univerzitetni študij = View of forest planning and forest management in protected areas in TNP : graduation thesis - university studies. Ljubljana: [Š. Golias], 2008. IX, 55 str. + pril., ilustr. [COBISS.SI-ID [2280358](#)]

Kogovšek, Tadej. Razvoj gozdov v gozdnogospodarski enoti Leskova dolina : diplomsko delo - univerzitetni študij = Forest development in the Leskova dolina forest management unit : graduation thesis - university studies. Ljubljana: [T. Kogovšek], 2008. IX, 75 str., ilustr.. [COBISS.SI-ID [2223014](#)]

Leskovec, David. Strukturne spremembe gozdov na območju Idrija II od začetka načrtnega gospodarjenja do danes : diplomsko delo - univerzitetni študij = Structural changes of forests in the Idrija II region from beginning of regular management till today : graduation thesis. Ljubljana: [D. Leskovec], 2008. VIII, 69 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [2187430](#)]

Meglič, Andreja. Razvoj gozdnih sestojev v gozdnogospodarski enoti Jelendol : diplomsko delo - univerzitetni študij = Development of forest stands in the Jelendol forest management unit : graduation thesis - university studies. Ljubljana: [A. Meglič], 2009. IX, 54 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [2376870](#)]

Erzetič, Gregor. Analiza načrtovanega poseka v Sloveniji v letu 2006 : diplomsko delo - univerzitetni študij = Analysis of allowable cut in Slovenia in 2006 : graduation thesis - university studies. Ljubljana: [G. Erzetič], 2010. VIII, 39 str., ilustr [COBISS.SI-ID

3050662]

Ščap, Špela. Sanacija vetrolomne površine na Jelovici : diplomsko delo - univerzitetni študij = Restoration of windthrow area on the Jelovica plateau : graduation thesis - university study. Ljubljana: [Š. Ščap], 2010. VIII, 44 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 3057062]

#### 4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

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

Sodelovanje z Boku (Dunaj), prof. dr. M.J.Lexer.  
Sodelovanje v COST akciji FORSYS "Forest management decision support systems"  
Sodelovanje v COST akciji ECHOES »Expected Climate Change and Options for European Silviculture«.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Prof. Andrej Bončina, Andrej Ficko, dr. Aleš Poljanec in dr. Matija Klopčič so v okviru projekta sodelovali pri pripravi predloga za 7. okvirni program z naslovom "Advanced multifunctional forest management in European mountain ranges" (ARANGE), katerega prijavitelj je BOKU (Dunaj), vodja prof. dr. Manfred Josef Lexer. V okviru projekta je predvidena nadgradnja rezultatov z mednarodnimi izbranimi primeri ter so-vodenje dela na področju analize režimov preteklega gospodarjenja in sodelovanje pri več ostalih nalogah v projektu, npr. analizi razvoja evropskih gorskih gozdov v izbranih primerih.

Prof. Andrej Bončina, Andrej Ficko in dr. Aleš Poljanec sodelujejo v COST programu FORSYS, ki se ukvarja s sistemi za podporo odločanju pri gospodarjenju z gozdovi. Izdelani modeli in analize so bili predstavljeni v poročilu "Computer-based tools for supporting forest planning and management in Slovenia", ki bo predvidoma izšel kot del zaključne publikacije akcije 2012.

Prof. Andrej Bončina je nacionalni koordinator v projektu COST ECHOES, ki obravnava prilagajanje gospodarjenja z gozdovi spreminjajočim se okoljskim spremembam. Dokumentirane spremembe razvoja nekaterih sestojnih parametrov v Sloveniji namreč omogočajo študij dejanskega vpliva klimatskih sprememb na razvoj gozdnih sestojev in tudi napovedovanje prihodnjega razvoja, kar je pomembno za pravočasno prilagajanje ukrepov.

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

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

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

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

Rezultati projekta so bili predstavljeni na predstavitvi za naročnika 20. oktobra 2010, predstavitve pa je izdal Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire v posebni publikaciji.

Zasnova informacijskega sistema Silva-SI, ki je bil osnova za analizo razvoja in modelne napovedi je bila predstavljena na delavnici 21. aprila 2011: Poljanec, A., Ficko, A., Klopčič, M., Bončina, A. SilvaSI-zasnova in glavni rezultati, predstavljeno na delavnici "Priprava gozdnogospodarskih in lovsko upravljaljskih načrtov območij za obdobje 2011-2020", v Ljubljani.

Napovedni modeli so bili posredovani udeležencem posvetovanja ob pripravi gozdnogospodarskih in lovskoupravljaljskih načrtov: Debeljak, M., Ženko, B., Poljanec, A. Napovedni modeli razvoja gozdov v Sloveniji, predstavljeno na delavnici "Priprava gozdnogospodarskih in lovsko upravljaljskih načrtov območij za obdobje 2011-2020", v Ljubljani.

Rezultati projekta so bili predstavljeni tudi na prireditvi Gozd in Les 2011, ki je potekala 26.5. 2011 s posterjem z naslovom »Prostorska in časovna dinamika jelke in bukve v Sloveniji«.

---

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

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



## Bibliografija za obdobje 2009-2011

Dela nastala v okviru projekta so odebeljena.

---

### ČLANKI IN DRUGI SESTAVNI DELI

#### 1.01 Izvirni znanstveni članek

1. KLOPČIČ, Matija, POLJANEC, Aleš, GARTNER, Andrej, BONČINA, Andrej. Factors related to nature disturbances in mountain Norway spruce (*Picea abies*) forests in the Julian Alps. *Écoscience (St.-Foy)*, 2009, vol. 16, no. 1, str. [48]-57, ilustr. <http://dx.doi.org/10.2980/16-1-3181>, doi: [10.2980/16-1-3181](https://doi.org/10.2980/16-1-3181). [COBISS.SI-ID [2371750](#)]
2. SIMONČIČ, Tina, KADUNC, Aleš, BONČINA, Andrej. Analiza horizontalne zgradbe bukovih sestojev s podatki s stalnih vzorčnih ploskev = An analysis of horizontal structure in beech stands using data from permanent sample plots. *Zb. gozd. lesar.*, 2009, št. 90, str. 11-24, ilustr. [COBISS.SI-ID [2548646](#)]
3. BONČINA, Andrej, FICKO, Andrej, KLOPČIČ, Matija, MATIJAŠIČ, Dragan, POLJANEC, Aleš. Gospodarjenje z jelko v Sloveniji = Management of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Slovenia. *Zb. gozd. lesar.*, 2009, št. 90, str. 43-56, ilustr. [COBISS.SI-ID [2549158](#)]
4. KLOPČIČ, Matija, JERINA, Klemen, BONČINA, Andrej. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests : are red deer an important factor?. *European journal of forest research (Print)*, 2010, vol. 129, no. 3, str. 277-288, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1007/s10342-009-0325-z>, doi: [10.1007/s10342-009-0325-z](https://doi.org/10.1007/s10342-009-0325-z). [COBISS.SI-ID [2480294](#)]
5. POLJANEC, Aleš, FICKO, Andrej, BONČINA, Andrej. Spatiotemporal dynamic of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Slovenia, 1970-2005. *For. Ecol. Manage.* [Print ed.], 2010, vol. 259, no. 11, str. 2183-2190, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.022>, doi: [10.1016/j.foreco.2009.09.022](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.022). [COBISS.SI-ID [2462630](#)]
6. SIMONČIČ, Tina, BONČINA, Andrej. Jelka v gozdovih Bohorja - posebnost v slovenskem merilu? = Silver fir in the Bohor forests - an exception on Slovenian scale?. *Gozd. vestn.*, 2010, letn. 68, št. 1, str. 3-15, ilustr. [COBISS.SI-ID [2536358](#)]
7. BONČINA, Andrej, HLADNIK, David, KADUNC, Aleš. Presoja ocenjevanja količine poseka na stalnih vzorčnih ploskvah = Evaluation of felling assessment by using data form permanent samplings plots. *Gozd. vestn.*, 2010, letn. 68, št. 3, str. 135-144, ilustr. [COBISS.SI-ID [2942630](#)]
8. KLOPČIČ, Matija, MATIJAŠIČ, Dragan, BONČINA, Andrej. Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji = Characteristics of diameter growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Slovenia. *Gozd. vestn.*, 2010, letn. 68, št. 4, str. 203-216, ilustr. [COBISS.SI-ID [2977958](#)]
9. ŠUBIC, Janez, KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. Struktura prebiralnih gozdov v raziskovalnem objektu Volčja preža na Goteniški gori = The structure of single-tree selection forest stands in the Volčja preža research object on Goteniška gora mountain. *Gozd. vestn.*, 2010, letn. 68, št. 7/8, str. 347-360, ilustr. [COBISS.SI-ID [3031206](#)]
10. SIMONČIČ, Tina, BONČINA, Andrej. Presoja možnosti inventure pomladka na stalnih vzorčnih ploskvah = Estimation of possibility for regeneration inventory on permanent sampling plots. *Gozd. vestn.*, 2010, letn. 68, št. 10, str. 459-470, ilustr. [COBISS.SI-ID [3089830](#)]

11. KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. Patterns of tree growth in a single tree selection silver fir-European beech forest. *J. for. res.*, 2010, vol. 15, no. 1, str. 21-30, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1007/s10310-009-0157-1>, doi: [10.1007/s10310-009-0157-1](http://dx.doi.org/10.1007/s10310-009-0157-1). [COBISS.SI-ID [2471590](#)]

12. DIACI, Jurij, ROŽENBERGAR, Dušan, BONČINA, Andrej. Stand dynamics of Dinaric old-growth forest in Slovenia : are indirect human influences relevant?. *Plant Biosyst. (Firenze, Testo stamp.)*, 2010, vol. 144, no. 1, 194-201, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1080/11263500903560785>, doi: [10.1080/11263500903560785](http://dx.doi.org/10.1080/11263500903560785). [COBISS.SI-ID [2550182](#)]

13. FICKO, Andrej, POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline?. *For. Ecol. Manage.* [Print ed.], 2011, vol. 261, no. 4, str. 844-854, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.014>, doi: [10.1016/j.foreco.2010.12.014](http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.014). [COBISS.SI-ID [3101606](#)]

14. KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. Stand dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.)-European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests during the past century: a decline of silver fir?. *Forestry (Lond.)*, 2011, vol. 84, no. 3, 259-271, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpr011>, doi: [10.1093/forestry/cpr011](http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpr011). [COBISS.SI-ID [3151014](#)]

15. BONČINA, Andrej. History, current status and future prospects of uneven-aged forest management. *Forestry (Lond.)*, 2011, vol. <v tisku>, no. <v tisku>, <v tisku>, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpr023>, doi: [10.1093/forestry/cpr023](http://dx.doi.org/10.1093/forestry/cpr023). [COBISS.SI-ID [3176358](#)]

16. BONČINA, Andrej. Conceptual approaches to integrate nature conservation into forest management : a Central European perspective = Approches conceptuelles pour intégrer la conservation de la nature dans la gestion forestière : une perspective de l'Europe centrale = Enfoques conceptuales para la integración de la conservación de la naturaleza en la gestión forestal : una perspectiva centroeuropea. *Int. for. rev.*, 2011, vol. 13, no. 1, str. 13-22, ilustr. <http://dx.doi.org/10.1505/ifor.13.1.13>, doi: [10.1505/ifor.13.1.13](http://dx.doi.org/10.1505/ifor.13.1.13). [COBISS.SI-ID [3128742](#)]

17. FICKO, Andrej, KLOPČIČ, Matija, POLJANEC, Aleš, SIMONČIČ, Tina, BONČINA, Andrej. Ključni izsledki prostorske in časovne dinamike jelke in bukve v Sloveniji = Spatiotemporal dynamics of silver fir and European beech in Slovenia : a synthesis. *Les (Ljublj.)*, 2011, let. 63, št. 5, str. 208-213, ilustr. [COBISS.SI-ID [3171494](#)]

#### 1.02 Pregledni znanstveni članek

18. BONČINA, Andrej, ČAVLOVIĆ, Juro. Perspectives of forest management planning : Slovenian nad Croatian experience. *Croat. j. for. eng.*, 2009, vol. 30, no. 1, str. 77-87, ilustr. [COBISS.SI-ID [2422438](#)]

#### 1.04 Strokovni članek

19. BONČINA, Andrej, PIRNAT, Janez. Pomen univerze za gozdarsko izobraževanje = Importance of the university for education in forestry. *Gozd. vestn.*, 2009, letn. 67, št. 7/8, str. 317-321. [COBISS.SI-ID [2459046](#)]

#### 1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

20. DIACI, Jurij, ROŽENBERGAR, Dušan, MIKAC, Stjepan, ANIĆ, Igor, HARTMAN, Tomaž, BONČINA, Andrej. Long-term changes in tree species composition in old-growth Dinaric beech-fir forest = Dugoročne promjene u sastavu vrsta drveća dinarskih bukovo-jelovih prašumama. V: MATIĆ, Slavko (ur.), ANIĆ, Igor (ur.). *Prašumski ekosustavi dinarskoga krša i prirodno gospodarenje šumama u Hrvatskoj*

**: zbornik radova znanstvenog skupa : proceedings of the scientific symposium. Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Sekcija za šumarstvo, 2009, str. 21-39, ilustr. [COBISS.SI-ID 2440870]**

**21. MIKAC, Stjepan, ROŽENBERGAR, Dušan, ANIĆ, Igor, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej. Značajke pomlađivanja u progalama dinarskih bukovo-jelovih šumama = Characteristics of gap regeneration in dinaric beech-fir virgin forests. V: MATIĆ, Slavko (ur.), ANIĆ, Igor (ur.). *Prašumski ekosustavi dinarskoga krša i prirodno gospodarenje šumama u Hrvatskoj : zbornik radova znanstvenog skupa : proceedings of the scientific symposium. Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, Sekcija za šumarstvo, 2009, str. 41-54, ilustr. [COBISS.SI-ID 2441126]***

**22. PETRÁŠ, Rudolf, MECKO, Julian, BONČINA, Andrej. Minulost, prítomnost a budúcnost rastových tabuliek v lesníctve Slovenska. V: SCHEER, L'ubomír (ur.). *Biometria, informatika, inventarizácia, modelovanie lesa - základ pre precízne lesníctvo : vedecký seminár : pri príležitosti životného jubilea 80. výročia narodenia prof. inf. Štefana Šmelka, DrSc.. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Katedra hospodárskej úpravy lesov a geodézie, 2010, str. 31-42, ilustr. [COBISS.SI-ID 3094950]***

**23. POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Changes in structure and composition of forest stands at regional and national level in the last four decades - a consequence of environmental, natural or social factors?. V: AZEVEDO, João Carlos (ur.). *Forest landscapes and global change : new frontiers in management, conservation and restoration : book of abstracts of the IUFRO Landscape Ecology Working Group International Conference, September 21-27, 2010, Bragança, Portugal. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2010, str. 291-296, ilustr. [COBISS.SI-ID 3004326]***

**24. FICKO, Andrej, POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Forest management planning in small scale forestry : forest property plan (FPP) and owners' attitudes. V: MEDVED, Mirko (ur.). *Small scale forestry in a changing world : opportunities and challenges and the role of extension and technology transfer : proceedings of the conference. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute: Slovenia Forest Service, 2010, str. 188-203, ilustr. [COBISS.SI-ID 2959270]***

**25. FICKO, Andrej, BONČINA, Andrej. Social, ecological and economic aspects in private forest management decision making = Andrej Ficko, Andrej Boncina. V: HARTEBRODT, Christoph (ur.), HOWARD, Kathryn (ur.). *2011 IUFRO small-scale forestry conference : synergies and conflicts in social ecological and economic interactions : special workshop sessions on figures for forests II : 24.07.2011 - 28.07.2011, Freiburg, Germany : proceedings. Freiburg: Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Universität: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), 2011, str. 181-190, ilustr. [\*\*26. POLJANEC, Aleš, FICKO, Andrej, KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. Silva-SI : zasnova in glavni rezultati. V: FICKO, Andrej \(ur.\). \*Priprava gozdnogospodarskih in lovsko upravljaljskih načrtov območij za obdobje 2011-2020 : zbornik prispevkov, \(Gospodarjenje z gozdovi in načrtovanje, 5\). Ljubljana: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire - Biotehniška fakulteta, 2011, str. 7-10, ilustr. \[COBISS.SI-ID 3190182\]\*\*\*](http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=5&ved=0CDwQFjAE&url=http%3A%2F%2Fwww.iufro.org%2Fdownload%2Ffile%2F7418%2F1472%2F30800-freiburg11-proceedings_pdf%2F&rct=j&q=2011%20IUFRO%20SMALL-SCALE%20FORESTRY%20CONFERENCE%20SYNERGIES%20AND%20CONFLICTS%20IN%20SOCIAL%20AND%20ECOLOGICAL%20AND%20ECONOMIC%20INTERACTIONS&ei=oxBvTtzXNivqOch_vaAJ&usq=AFQjCNGVL4gLFtl6z0IaQndz3QVv4BK6UA&sig2=4Am8tbSpm4LPLts6qFSgVw&cad=rja. [COBISS.SI-ID <u>3206822</u>]</a></i></b></p></div><div data-bbox=)***

**27. BONČINA, Andrej. Priprava območnih gozdnogospodarskih načrtov. V: FICKO, Andrej (ur.). *Priprava gozdnogospodarskih in lovsko upravljaljskih načrtov območij za obdobje 2011-2020 : zbornik prispevkov, (Gospodarjenje z gozdovi in načrtovanje, 5). Ljubljana: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire - Biotehniška fakulteta, 2011, str. 15-23, ilustr. [COBISS.SI-ID 3190438]***

**1.09 Objavljeni strokovni prispevek na konferenci**

28. BONČINA, Andrej, SIMONČIČ, Tina. Načrtovanje rabe gozdnega prostora : pregled in perspektive. V: BONČINA, Andrej (ur.), MATIJAŠIČ, Dragan (ur.). *Gozdni prostor : načrtovanje, raba, nasprotja : zbornik prispevkov*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: Zavod za gozdove Slovenije, 2010, str. 61-63. [COBISS.SI-ID [3012262](#)]

#### 1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

29. BONČINA, Andrej, FICKO, Andrej, KLOPČIČ, Matija, MATIJAŠIČ, Dragan, POLJANEC, Aleš. Gospodarjenje z jelko v Sloveniji. V: DIACI, Jurij (ur.). XXVII. gozdarski študijski dnevi, [Dolenjske Toplice 2. in 3. april 2009]. *Ohranitveno gospodarjenje z jelko : zbornik razširjenih povzetkov predavanj*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2009, str. 16-19, ilustr. [COBISS.SI-ID [2364838](#)]

30. POLJANEC, Aleš, MATIJAŠIČ, Dragan, FICKO, Andrej, PISEK, Rok, BONČINA, Andrej. Spreminjanje razširjenosti jelke in strukture gozdnih sestojev z jelko v Sloveniji. V: DIACI, Jurij (ur.). XXVII. gozdarski študijski dnevi, [Dolenjske Toplice 2. in 3. april 2009]. *Ohranitveno gospodarjenje z jelko : zbornik razširjenih povzetkov predavanj*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2009, str. 66-69, ilustr. [COBISS.SI-ID [2368422](#)]

31. SIMONČIČ, Tina, BONČINA, Andrej. Struktura in razvoj naravnega pomladka na ograjeni površini v dinarskem jelovem bukovju na Rogu. V: DIACI, Jurij (ur.). XXVII. gozdarski študijski dnevi, [Dolenjske Toplice 2. in 3. april 2009]. *Ohranitveno gospodarjenje z jelko : zbornik razširjenih povzetkov predavanj*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2009, str. 79-81, ilustr. [COBISS.SI-ID [2369190](#)]

32. PIRNAT, Janez, BONČINA, Andrej. Pomen univerze za gozdarsko izobraževanje in raziskovalno delo. V: FALKNER, Jože (ur.), SKUDNIK, Mitja (ur.), PERKO, Franc (ur.). *Posvet Kako uresničevati cilje slovenskega gozdarstva : 18. junija 2009*. Ljubljana: Zveza gozdarskih društev Slovenije, 2009, str. 2-3. [COBISS.SI-ID [2413990](#)]

33. POLJANEC, Aleš, KLOPČIČ, Matija, FICKO, Andrej, BONČINA, Andrej. Regression of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Slovenia?. V: *Die Weisstanne (Abies alba Mill.) und ihre Verwandten in Europa : aktueller Zustand und zukünftige Perspektiven : current status and future perspective*. [S. l.: s. n., 2009?], str. 4. [COBISS.SI-ID [2456486](#)]

34. FICKO, Andrej, POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Current status of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Slovenia. V: *Die Weisstanne (Abies alba Mill.) und ihre Verwandten in Europa : aktueller Zustand und zukünftige Perspektiven : current status and future perspective*. [S. l.: s. n., 2009?], str. 24. [COBISS.SI-ID [2455974](#)]

35. KLOPČIČ, Matija, SIMONČIČ, Tina, BONČINA, Andrej. Dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Dinaric mountain forests, Slovenia. V: *Die Weisstanne (Abies alba Mill.) und ihre Verwandten in Europa : aktueller Zustand und zukünftige Perspektiven : current status and future perspective*. [S. l.: s. n., 2009?], str. 25. [COBISS.SI-ID [2456230](#)]

36. BONČINA, Andrej. History, current status and perspectives of uneven-aged forest management in Dinaric region : an overview : key note speech. V: DIACI, Jurij (ur.). *21st century forestry : integrating ecologically-based silviculture with increased demands for forests*. Ljubljana: Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010, str. 20. [COBISS.SI-ID [3006630](#)]

37. DEAL, Robert Leslie, YOSHIDA, Toshiya, NAGUCHI, Mahoko, BONČINA, Andrej, DUDUMAN, Gabriel. Management strategies to increase structural complexity and enhance biodiversity in mixed forests of Alaska, Japan, and central Europe. V: DIACI, Jurij (ur.). *21st century forestry : integrating ecologically-based silviculture with increased demands for forests*. Ljubljana: Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010, str. 21. [COBISS.SI-ID [3006886](#)]



38. KLOPČIČ, Matija, POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Recruitment rate of tree species : a relevant indicator of uneven-aged structure?. V: DIACI, Jurij (ur.). *21st century forestry : integrating ecologically-based silviculture with increased demands for forests*. Ljubljana: Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010, str. 26. [COBISS.SI-ID [3007142](#)]

39. DIACI, Jurij, ROŽENBERGAR, Dušan, BONČINA, Andrej, MIKAC, Stjepan, ANIČ, Igor, SANIGA, Milan, KUCBEL, Stanislav, VIŠNJIČ, Čemal, BALLIAN, Dalibor. Comparing compositional and structural dynamics of mixed mountain old-growth forests in East and South East Europe. V: DIACI, Jurij (ur.). *21st century forestry : integrating ecologically-based silviculture with increased demands for forests*. Ljubljana: Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010, str. 69. [COBISS.SI-ID [3008166](#)]

40. KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. The dynamics of European beech (*Fagus sylvatica* L.)-siver fir (*Abies alba* Mill.) forests in the last 110 years = Dinamika šuma obične bukve (*Fagus sylvatica* L.)-obične jele (*Abies alba* Mill.)u poslednjih stodeset godina = A bükk (*Fagus sylvatica* L.)-közönséges jegenyefenyő (*Abies alba* Mill.) erdők dinamikája az utóbbi 110 évben. V: SELETKOVIĆ, Zvonko (ur.). *Fagus 2010 : is there future for beech - changes, impact and answers. book of abstract : October 27th = 28th Varaždin, Croatia = ima li bukva budućnost - promjene, utjecaji i odgovori : knjiga sažetaka = Van-e jövője a bükknek a régióban? - Változás, Hatások és Válaszok : összefoglalók*. Zagreb: Croatian Forest Research Institute: Hungarian Forest Research Institute, 2010, str. 38-40. [COBISS.SI-ID [3034022](#)]

41. POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Characteristics of diameter growth of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in Slovenia = Karakteristike debljinskog prirasta obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) u Sloveniji = A bükk vastagsági növekedésének jellegzetességei Szlovéniában. V: SELETKOVIĆ, Zvonko (ur.). *Fagus 2010 : is there future for beech - changes, impact and answers. book of abstract : October 27th = 28th Varaždin, Croatia = ima li bukva budućnost - promjene, utjecaji i odgovori : knjiga sažetaka = Van-e jövője a bükknek a régióban? - Változás, Hatások és Válaszok : összefoglalók*. Zagreb: Croatian Forest Research Institute: Hungarian Forest Research Institute, 2010, str. 113-115. [COBISS.SI-ID [3033510](#)]

42. POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Changes in structure and composition of forest stands at regional and national level in the last four decades - a consequence of environmental, natural or social factors?. V: AZEVEDO, João Carlos (ur.). *Forest landscapes and global change : new frontiers in management, conservation and restoration : book of abstracts of the IUFRO Landscape Ecology Working Group International Conference, September 21-27, 2010, Bragança, Portugal*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2010, str. 76. [COBISS.SI-ID [3003814](#)]

43. KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. Dynamics of Silver fir (*Abies alba* Mill.)-European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests in the period 1899-2004. V: LOPES, Domingos (ur.). *Mixed and pure forests in a changing world : IUFRO conference 2010, 6-8 October : book of abstracts*. Vila Real: University of Trás-os-Montes e Alto Douro, 2010, str. 116. [COBISS.SI-ID [3032742](#)]

44. FICKO, Andrej, POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Forest management planning in small scale forestry : forest property plan (FPP) and owners' attitudes. V: MEDVED, Mirko (ur.). *Small scale forestry in a changing world : opportunities and challenges and the role of extension and technology transfer : book of abstracts*. Ljubljana: Slovenian Forestry Institute; Slovenia Forest Service, 2010, str. 17. [COBISS.SI-ID [2953894](#)]

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

45. KLOPČIČ, Matija, POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Pojasnjevanje in modeliranje vetrolovov v gozdovih Julijskih Alp. V: ZORN, Matija (ur.), KOMAC, Blaž (ur.), PAVŠEK, Miha (ur.), PAGON, Polona (ur.). *Od razumevanja do upravljanja*, (Naravne nesreče, knj. 1). Ljubljana: Založba ZRC, 2010, str. 59-64. <http://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/Naravne-nesrece-01.pdf>. [COBISS.SI-ID [31542061](#)]

46. GUČEK, Matjaž, BONČINA, Andrej. Zaščitni gozdovi v Sloveniji : stanje, posebnosti in upravljanje. V: ZORN, Matija (ur.), KOMAC, Blaž (ur.), CIGLIČ, Rok (ur.), PAVŠEK, Miha (ur.). *Neodgovorna odgovornost*, (Knjižna zbirka Naravne nesreče, 2). Ljubljana: Založba ZRC, 2011, str. 111-119, zvd., graf. prikazi. <http://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/Naravne-nesrece-02.pdf>. [COBISS.SI-ID [32472621](#)]

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

47. POLJANEC, Aleš, GARTNER, Andrej, PAPLER-LAMPE, Vida, BONČINA, Andrej. Sanacija v ujmah poškodovanih gozdov. V: ZORN, Matija (ur.), KOMAC, Blaž (ur.), PAVŠEK, Miha (ur.), PAGON, Polona (ur.). *Od razumevanja do upravljanja*, (Naravne nesreče, knj. 1). Ljubljana: Založba ZRC, 2010, str. 341-347. <http://giam.zrc-sazu.si/sites/default/files/Naravne-nesrece-01.pdf>. [COBISS.SI-ID 31626541]

### 1.20 Predgovor, spremna beseda

48. BONČINA, Andrej, MATIJAŠIČ, Dragan, ZAFRAN, Janez. Uvod. V: FICKO, Andrej (ur.). *Priprava gozdnogospodarskih in lovsko upravljalnih načrtov območij za obdobje 2011-2020 : zbornik prispevkov*, (Gospodarjenje z gozdovi in načrtovanje, 5). Ljubljana: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire - Biotehniška fakulteta, 2011, str. 5. [COBISS.SI-ID 3189670]

### 1.22 Intervju

49. BONČINA, Andrej, DIACI, Jurij. Z nacionalnim programom do ohranitve gozdov. *Finance*. [Tiskana izd.], 30. junij 2009, št. 123, str. 21, ilustr. [COBISS.SI-ID 2472358]

50. ČEBULAR, Anita, BRUS, Robert, LESNIK, Anton, KMETEC, Darko, DIACI, Jurij, BONČINA, Andrej, MRAKIČ, Jožef, BEGUŠ, Jurij. "Kakor se gozd kliče, tako odmeva". *Gea*. [Tiskana izd.], 2009, letn. 19, št. 8, str. 26-33, ilustr. [COBISS.SI-ID 2422182]

### 1.25 Drugi članki ali sestavki

51. BONČINA, Andrej, MATIJAŠIČ, Dragan. Gozdni prostor : načrtovanje, raba, nesoglasja : povzetek in zaključki posvetovanja. *Gozd. vestn.*, 2010, letn. 68, št. 4, str. 258-260. [COBISS.SI-ID 2978982]

52. FICKO, Andrej, POLJANEC, Aleš, BONČINA, Andrej. Beech forests : distribution, changes, structure, management. V: BONČINA, Andrej (ur.), FICKO, Andrej (ur.). *Uneven-aged forest management, from the Alps to the Adriatic coast : post conference tour guide, [Slovenia, Croatia, September 27-30, 2010]*. Ljubljana: Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010, str. 44, ilustr. [COBISS.SI-ID 3065766]

53. KADUNC, Aleš, BONČINA, Andrej. Effects of selection thinning in beech stands, cases: Brezova reber and Somova gora. V: BONČINA, Andrej (ur.), FICKO, Andrej (ur.). *Uneven-aged forest management, from the Alps to the Adriatic coast : post conference tour guide, [Slovenia, Croatia, September 27-30, 2010]*. Ljubljana: Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010, str. 46-48, ilustr. [COBISS.SI-ID 3066022]

---

## MONOGRAFIJE IN DRUGA ZAKLJUČENA DELA

### 2.03 Univerzitetni ali visokošolski učbenik z recenzijo

54. BONČINA, Andrej. *Urejanje gozdov : upravljanje gozdnih ekosistemov : učbenik za študente univerzitetnega študija gozdarstva*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2009. VI, 359 str., ilustr. ISBN 978-961-6020-49-7. [COBISS.SI-ID [237373184](#)]

## 2.12 Končno poročilo o rezultatih raziskav

55. GOLOBIČ, Mojca, RAKOVEC, Jože, ČENČUR CURK, Barbara, FAZARINC, Rok, LOVKA, Milan, SMOLAR-ŽVANUT, Nataša, BERTOK, Marko, MARUŠIČ, Janez, COF, Alenka, BONČINA, Andrej, UDOVČ, Andrej, MARUŠIČ, Jakob, POLIČ, Marko, DOLŠEK, Matjaž, FAJFAR, Peter, ČETINA, Matjaž, ZAKRAJŠEK, Majda, KRZYK, Mario, RAJAR, Rudolf. *Strateška presoja vplivov na okolje za HE Učja*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo, 2010. 178 str., ilustr. [COBISS.SI-ID [6381433](#)]

## 2.13 Elaborat, predštudija, študija

56. BONČINA, Andrej, OGRIS, Nikica, KRAJNC, Nike, KLOPČIČ, Matija, ZAFRAN, Janez. *Expected climate change and options for European silviculture : country report Slovenia : COST action FP0703 - ECHOES*. [S. l.: s. n.], 2009. [http://www.gip-ecofor.org/docs/37/countryreports/CountryReports July-August-Sept2009/Echoes Slovenia Report Oct09.pdf](http://www.gip-ecofor.org/docs/37/countryreports/CountryReports%20July-August-Sept2009/Echoes%20Slovenia%20Report%20Oct09.pdf). [COBISS.SI-ID [3141286](#)]

---

## IZVEDENA DELA (DOGODKI)

### 3.11 Radijski ali TV dogodek

57. BONČINA, Andrej. *Galerija portretov - dr. Andrej Bončina : Podobe znanja, ARS, 12. 3. 2010 ob 16.30*. Ljubljana: RTV Slovenija, 2010. [COBISS.SI-ID [2941606](#)]

### 3.15 Prispevek na konferenci brez natisa

58. BONČINA, Andrej. *Integrating nature conservation in forest management - some experiences and dilemmas : [presented at] VII Congresso Nazionale SISEF, Sviluppo e adattamento, naturalità e conservazione - opportunità per un sistema forestale in transizione, 29 Settembre - 3 Ottobre 2009*. 2009. [COBISS.SI-ID [2456998](#)]

59. BONČINA, Andrej. *Priprava območnih načrtov : [predstavljeno na delavnici "Priprava gozdnogospodarskih in lovsko upravljalskih načrtov območij za obdobje 2011-2020", v Ljubljani, 21. aprila 2011]*. 2011. [COBISS.SI-ID [3161510](#)]

60. POLJANEC, Aleš, FICKO, Andrej, KLOPČIČ, Matija, BONČINA, Andrej. *SilvaSI-zasnova in glavni rezultati : [predstavljeno na delavnici "Priprava gozdnogospodarskih in lovsko upravljalskih načrtov območij za obdobje 2011-2020", v Ljubljani, 21. aprila 2011]*. 2011. [COBISS.SI-ID [3160998](#)]

61. GUČEK, Matjaž, BONČINA, Andrej. *Zaščitni gozdovi v Sloveniji : [predstavljeno na 2. trienalnem simpoziju Naravne nesreče v Sloveniji 2011, Ig, 25. marec 2011]*. 2011. [COBISS.SI-ID [3141542](#)]

### 3.16 Vabljeno predavanje na konferenci brez natisa

62. BONČINA, Andrej. *History, current status and perspectives of uneven-aged forest management in Dinaric region : an overview : key note speech : [presented at] 21st century forestry: integrating ecologically-based silviculture with increased demands for forests, September 23rd to September 26th 2010 in Ljubljana.* 2010. [COBISS.SI-ID [3036070](#)]

---

### SEKUNDARNO AVTORSTVO

#### Urednik

63. BONČINA, Andrej (ur.), MATIJAŠIČ, Dragan (ur.). *Gozdni prostor : načrtovanje, raba, nasprotja : zbornik prispevkov.* Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: Zavod za gozdove Slovenije, 2010. 65 str., ilustr. ISBN 978-961-6020-55-8. [COBISS.SI-ID [250544896](#)]

64. BONČINA, Andrej (ur.), FICKO, Andrej (ur.). *Uneven-aged forest management, from the Alps to the Adriatic coast : post conference tour guide, [Slovenia, Croatia, September 27-30, 2010].* Ljubljana: Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010. 50 str., ilustr. ISBN 978-961-6020-57-2. [COBISS.SI-ID [252653824](#)]

65. *Glasnik Šumarskog fakulteta - Univerzitet u Beogradu.* Bončina, Andrej (član uredniškega odbora 2010-). Beograd: Šumarski fakultet, 1987/88-. ISSN 0353-4537. [COBISS.SI-ID [27226370](#)]

#### Mentor pri doktorskih disertacijah

66. KLOPČIČ, Matija. *Sestojna dinamika jelovo-bukovih gozdov v Sloveniji od začetka načrtnega gospodarjenja do danes : doktorska disertacija = Forest stand dynamics of silver fir-european beech forests in Slovenia from the beginning of regular forest management until the present : doctoral dissertation.* Ljubljana: [M. Klopčič], 2011. VII, 105 f., ilustr., tabele. [COBISS.SI-ID [257521408](#)]

#### Mentor pri diplomskih delih

67. MEGLIČ, Andreja. *Razvoj gozdnih sestojev v gozdnogospodarski enoti Jelendol : diplomsko delo - univerzitetni študij = Development of forest stands in the Jelendol forest management unit : graduation thesis - university studies.* Ljubljana: [A. Meglič], 2009. IX, 54 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn/meglic\\_andreja.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn/meglic_andreja.pdf). [COBISS.SI-ID [2376870](#)]

68. PRELOŽNIK, Uroš. *Vpliv gradacije podlubnikov v obdobju 2002-2005 na delež smreke v nižinskih gozdovih celjske kotline. diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = Impact of bark beetles gradation on the proportion of spruce in lowland forests in Celje basin 2002-2005 : graduation thesis - higher professional studies.* Ljubljana: [U. Preložnik], 2009. VII, 32 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs/preloznik\\_uros.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs/preloznik_uros.pdf). [COBISS.SI-ID [2449574](#)]

69. ERZETIČ, Gregor. *Analiza načrtovanega poseka v Sloveniji v letu 2006 : diplomsko delo - univerzitetni študij = Analysis of allowable cut in Slovenia in 2006 : graduation thesis - university studies.* Ljubljana: [G. Erzetič], 2010. VIII, 39 str., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn/erzetic\\_gregor.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn/erzetic_gregor.pdf). [COBISS.SI-ID [3050662](#)]

70. JEMEC, Urban. *Gozdnogospodarski načrt za Jemčevo gozdno posest : diplomsko delo - univerzitetni študij = The management plan for the Jemec forest estate : graduation thesis - university study*. Ljubljana: [U. Jemec], 2010. IX, 46 f., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn\\_jemec\\_urban.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_jemec_urban.pdf). [COBISS.SI-ID 3057830]

71. HVALA, Hinko. *Načrta za Kuštrinovo posest : diplomsko delo - visokošolski strokovni študij = Plan for Kuštrin's forest property : graduation thesis - higher professional studies*. Ljubljana: [H. Hvala], 2010. IX, 45 f., 4 f. pril. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs\\_hvala\\_hinko.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/vs_hvala_hinko.pdf). [COBISS.SI-ID 2977446]

72. POTOČNIK, Gregor. *Ocena izhodišč za uvajanje načrtov za zasebno gozdno posest na Gozdnogospodarskem območju Slovenj Gradec : diplomsko delo - univerzitetni študij = Evaluation of basis for introduction of private forest property plans in the Slovenj gradec forest management region : graduation thesis - university studies*. Ljubljana: [G. Potočnik], 2010. IX, 41 f., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn\\_potocnik\\_gregor.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_potocnik_gregor.pdf). [COBISS.SI-ID 3083686]

73. ŽEPIČ, Vesna. *Presoja možnosti za uvajanje načrtov za zasebno gozdno posest na Gozdnogospodarskem območju Kranj : diplomsko delo - univerzitetni študij = The evaluation of possibilities for introduction of private forest property plans in the Kranj forest management region : graduation thesis - university studies*. Ljubljana: [V. Žepič], 2010. XI, 58 f., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn\\_zepic\\_vesna.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_zepic_vesna.pdf). [COBISS.SI-ID 3082918]

74. ŠČAP, Špela. *Sanacija vetrolomne površine na Jelovici : diplomsko delo - univerzitetni študij = Restoration of windthrow area on the Jelovica plateau : graduation thesis - university study*. Ljubljana: [Š. Ščap], 2010. VIII, 44 f., ilustr. [http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn\\_scap\\_spela.pdf](http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_scap_spela.pdf). [COBISS.SI-ID 3057062]

#### Fotograf

75. BONČINA, Andrej (ur.), FICKO, Andrej (ur.). *Uneven-aged forest management, from the Alps to the Adriatic coast : post conference tour guide, [Slovenia, Croatia, September 27-30, 2010]*. Ljubljana: Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, 2010. 50 str., ilustr. ISBN 978-961-6020-57-2. [COBISS.SI-ID 252653824]

#### Pisec recenzij

76. ČAVLOVIČ, Juro. *Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske*. Zagreb: Ministarstvo regionalnog razvoja šumarstva i vodnog gospodarstva: Šumarski fakultet Sveučilištva, 2010. X, 300 str., ilustr. ISBN 978-953-292-016-1. [COBISS.SI-ID 3012774]

77. TESLAK, Krunoslav. *Utjecaj strukturnih prostorsko-vremenskih odrednica na planiranje gospodarenja šumama hrasta lužnjaka (Quercus robur L.) : disertacija = Impact of structural and spatial-temporal determinants on management planning of Pedunculate oak (Quercus robur L.) forests : dissertation thesis*. Zagreb: [K. Teslak], 2010. 212 f., ilustr. [COBISS.SI-ID 3050406]

78. *Forestry*. Bončina, Andrej (pisec recenzij 2010-). London: Oxford University Press. ISSN 0015-752X. [COBISS.SI-ID 15681029]

79. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*. Bončina, Andrej (pisec recenzij 2008-2009). Ljubljana: Gozdarski inštitut Slovenije: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 1973-. ISSN 0351-3114. [COBISS.SI-ID 6206978]

