

#

Znanstvena razprava

GDK 561.2174.7 *Abies alba*(497.4)(045)=163.6

Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji

Characteristics of diameter growth of silver fir (Abies alba Mill.) in Slovenia

Matija KLOPČIČ¹, Dragan MATIJAŠIČ², Andrej BONCINA³

Izvleček:

Klopčič, M., Matijašič, D., Bončina, A.: Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 68/2010, št. 4. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom in angleščini, cit. lit. 45. Prevod povzetka in lektoriranje izvlečka Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka šivic.

V celotni lesni zalogi gozdnih sestojev v Sloveniji se zmanjšuje delež jelke (*Abies alba* Mill.). Za ustrezno gojitveno in gozdnogospodarsko obravnavo gozdnih sestojev z jelko je pomembno poznavanje prirastoslovnih značilnosti. V raziskavi smo se omejili na debelinsko priraščanje jelke, ki smo ga analizirali s podatki s stalnih vzorčnih ploskev za 73 gozdnogospodarskih enot (N = 42.265 jelk). Povprečni letni debelinski prirastek jelke v izbranih enotah je znašal $3,43 \pm 0,25$ mm. Variabilnost debelinskega priraščanja jelk je bila izrazita (KV = 75 %). Multivariatna analiza je pokazala značilen vpliv socialnega razreda drevesa, sestojne temeljnice, deleža bukve v sestoju, razvojne faze in rastiščne skupine na debelinski prirastek jelke. Izračunani so bili nekateri parametri modela priraščanja jelk in jelovih sestojev ob različnih sestojnih gostotah. V razpravi presojamo uporabnost in pomen rezultatov za gospodarjenje z jelko.

Ključne besede: *Abies alba* Mill., debelinski prirastek, stalne vzorčne ploskve

Abstract:

Klopčič, M., Matijašič, D., Bončina, A.: Characteristics of diameter growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Slovenia. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 68/2010, vol. 4. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 45. Summary translation and proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka šivic.

Proportion of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the total growing stock of forest stands in Slovenia is decreasing. Therefore the knowledge on growth characteristics of silver fir is crucial for its appropriate treatment in forest management. Diameter growth of silver fir was analyzed with the data from permanent sampling plots in 73 forest management units (42,265 silver firs). Mean annual diameter increment in the study area was 3.43 ± 0.25 mm; its variability was significant (CV = 75 %). Multivariate analysis showed significant influence of social class, forest stand basal area, proportion of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the forest stand, the developmental phase and forest site stratum on the diameter increment of silver fir. A silver fir forest stand growth model with regard to various stand densities was calculated. In the discussion, the applicability and importance of the results for future forest management with silver fir were evaluated.

Key words: *Abies alba* Mill., diameter increment, permanent sampling plots

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Navadna ali bela jelka (*Abies alba* Mill.) je v Sloveniji bolj ali manj splošno razširjena drevesna vrsta, ki jo najdemo v vseh fitogeografskih regijah, v submediteranski le na njenem obrobju (Dakskobler/Marinšek, 2009). V slovenskem gozdarstvu je imela vedno posebno mesto. Najdaljša tradicija gospodarjenja z gozdovi v Sloveniji je prav na območjih, kjer je jelka obilnejše razširjena in zastopana v drevesni sestavi gozdnih sestojev. Je gospodarsko zanimiva drevesna vrsta (les, čebelarjenje), hkrati pa izredno pomembna z okoljskega vidika (npr.

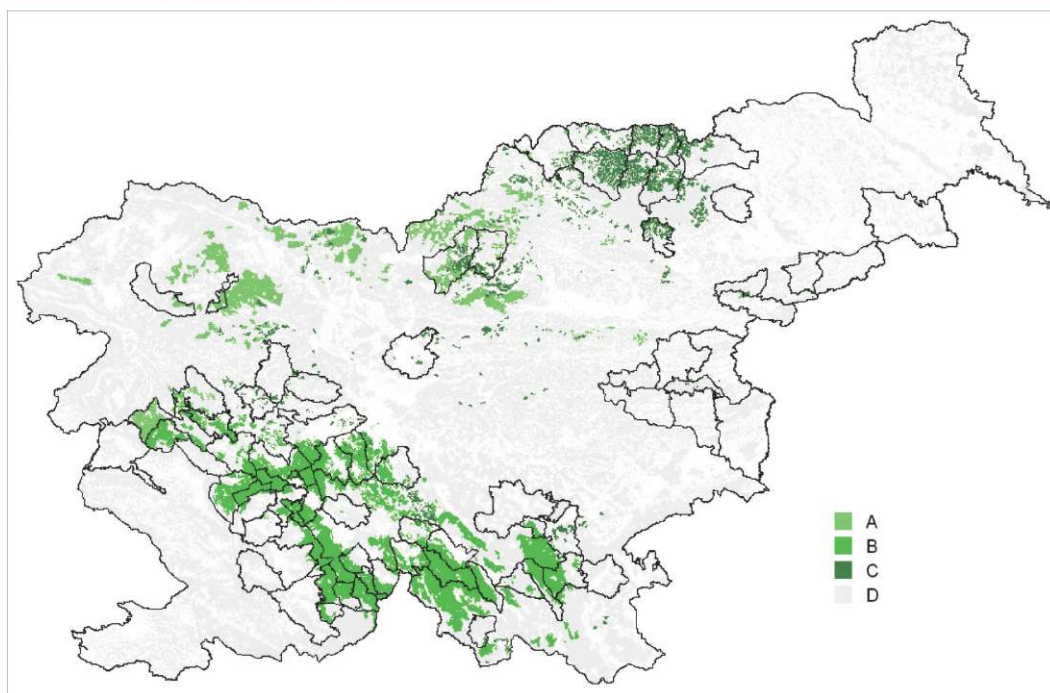
biodiverziteti, habitati, varovalna funkcija) pa tudi socialnega (npr. estetska vloga). Na ravni Slovenije se v zadnjih desetletjih stalno zmanjšujeta delež jelke v lesni zalogi gozdov in zato tudi njen gospodarski pomen (Ficko/Bončina, 2006), vendar so med območji razlike; v nekaterih predelih je opazno celo napredovanje

¹M. K., Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, Večna pot 83, 1000, Ljubljana, matija.klopcc@bf.uni-lj.si

²D. M., Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, dragan.matijašič@zgs.gov.si

³dr. A. B., Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF, Večna pot 83, 1000, Ljubljana, andrej.boncina@bf.uni-lj.si

#



Slika 1: Karta Slovenije z označenimi izbranimi GGE in rastiščnimi skupinami: A - predalpski jelovo-bukovi gozdovi; B - dinarski jelovi in jelovo-bukovi gozdovi; C - jelovja s praprotni in jelovja na nekarbonatnih kamninah; D - druga rastišča

Figure 1: Map of Slovenia with denoted chosen Forest Management Units and forest site strata: A - prealpine silver fir-European beech forests; B - dinaric silver fir and silver fir-European beech forests; C - silver fir forests with ferns and silver fir forest on non-carbonat ground; D - other forests

jelke (Poljanec et al., 2009a, 2009b; Simončič/Bončina, 2010).

Zaradi njene ogroženosti in pereče gozdnogojitvene problematike je bila in je še vedno deležna posebne pozornosti in obravnave v Sloveniji (npr.: Brinar, 1964; Hladnik, 1991; Levanič, 1996; Diaci, 2009; Klopčič/Jerina/Bončina, 2009) in širše (npr.: Prpic, 2001; Podlaski, 2002; Wilson/Elling, 2004; Elling et al., 2009). Nekateri raziskovalci jelke so proučevali tudi njeno priraščanje: debelinsko, temeljnično, volumensko, vrednostno. V tujini priraščanje drevja pogosto obravnavajo z rastnimi modeli na ravni posameznih dreves (Peng, 2000), vendar je bila jelka le redko obravnavana (npr. Monserud/Sterba, 1996). V zadnjem obdobju se večja število dendrokronoloških raziskav, ki obsegajo tudi raziskave priraščanja posameznih drevesnih vrst. Med njimi je bila večkrat obravnavana tudi jelka (npr. Badeau et al., 1996; Willson/Elling, 2004; Barbu, 2009; Elling et al., 2009). V Sloveniji je bilo kar nekaj prirastoslovnih raziskav

različnih gozdnih tipov, v katerih so raziskovalci obravnavali bodisi rast sestojev (npr. Gašperšič, 1967; Kadunc/Kotar, 2006a, 2006b), rast različnih drevesnih vrst ali pa rast posameznih dreves (npr. Kotar/Maučič, 2000; Jagodic, 2001; Kadunc/Kotar 2003). Kljub temu je število raziskav o priraščanju jelke ali jelovih sestojev skromno (npr. Piskernik, 1967; Sgerm, 1971; Kotar, 1978; Prelec et al., 1993; Gasparič/Srnovršnik 1990). V zadnjih letih je bilo nekaj dendrokronoloških raziskav jelke (npr. Levanič, 1996).

Poznavanje priraščanja drevesnih vrst je bistvenega pomena za ustrezno gojitveno in gozdnogospodarsko obravnavo. Zavod za gozdove Slovenije v okviru priprave gozdnogospodarskih načrtov pridobi veliko podatkov, ki so uporabni tudi za podrobnejše analize in raziskave. V večini gozdnogospodarskih enot (GGE) je bila opravljena že druga meritev dreves na stalnih vzorčnih ploskvah (SVP). Na SVP se podatki zbirajo na ravni posameznega drevesa, zato jih lahko upo-

rabimo tudi za analizo priraščanja dreves. V naši raziskavi smo se omejili na analizo debelinskega priraščanja jelke; poskušali smo prikazati velikost debelinskega prirastka jelk v Sloveniji in po gozdnogospodarskih območjih (GGO) ter analizirati njegovo odvisnost od nekaterih: 1) drevesnih (socialni razred, prsni premer, poškodovanost), 2) sestojnih (gostota sestoja, razvojna faza) in 3) rastiščnih parametrov (rastiščni stratum, nagib, nadmorska višina, ekspozicija, položaj v pokrajini), ki se zbirajo ob inventuri na SVP. Zanimalo nas je, ali lahko z osnovnimi in izvedenimi parametri, ki jih ugotavljamo na SVP, vsaj delno pojasnimo variabilnost debelinskega priraščanja jelke.

2 OBJEKT IN METODE DE LA

2 STUDY AREA AND METHODS

Raziskavo smo opravili z analizo obsežne podatkovne zbirke s stalnih vzorčnih ploskev (ZGS, 2008), ki jo vzdržuje Zavod za gozdove Slovenije. Iz podatkovne zbirke za celotno Slovenijo smo v vzorec izbrali GGE, v katerih sta bili dve ponovitvi merjenj na SVP, hkrati pa je delež jelke v lesni zalogi GGE ob zadnji inventuri znašal vsaj 10 odstotkov. Tako smo oblikovali zbirko podatkov za 73 GGE s skupno površino 509.298 ha, v katerih je bilo izmerjenih 31.417 SVP (slika 1). Na izmerjenih SVP je bilo evidentiranih 561.566 dreves, med njimi 62.899 jelk. Nato smo zbirko podatkov prečistili; v zbirki smo obdržali vsa drevesa, ki so bila pri drugi meritvi opredeljena kot jelke in so imela statusno kodo 0 nespremenjeno, iz raziskave pa smo izločili zapise, v katerih so vrednosti prirastkov presegle vnaprej določene logične vrednosti (letni debelinski prirastek > 2 cm). Podatkovna zbirka za podrobno analizo priraščanja jelke je obsegala 42.265 zapisov (preglednica 1). Vsi zapisi niso bili popolni, saj so pri nekaterih manjkali podatki o nekaterih parametrih na ravni drevesa (npr. socialni razred) ali pa izračunani podatki na ravni SVP (temeljnica, delež jelke in bukve, srednje drevo). Vsi zapisi pa so vsebovali ključne podatke za analizo priraščanja (meritev prsnega premera v obdobju desetih let). Ko smo analizirali odvisnost priraščanja jelke od posameznih dejavnikov, smo iz analize izpustili zapise, ki niso vsebovali podatka o proučevanem vplivnem dejavniku, zato je število uporabljenih zapisov za različne analize nekoliko različno.

Vsa gozdna rastišča smo glede na gojitveno-ekološke značilnosti jelke združili v štiri glavne rastiščne skupine. Zaradi lažjega stratificiranja smo uporabili fitocenološko nomenklaturu, kakršno uporablja Zavod za gozdove Slovenije (Veselič/Robič, 2001; ZGS, 2008):

(A) predalpski jelovo-bukovi gozdovi (gozdne združbe *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 praprotmi in jelovja na nekarbonatnih kamninah (*Luzulo-Abietetum*, *Dryopterido-Abietetum*, *Oxalido-Abietetum* in *Bazzanio-Abietetum*) (v nadaljevanju jelovja s praprotmi);

(D) druga rastišča (vse druge asociacije).

Vsaka SVP je bila uvrščena v eno izmed omejenih rastiščnih skupin glede na prevladujočo gozdno združbo v odseku, v katerem je SVP.

Odvisna spremenljivka je bila letni debelinski prirastek jelk (Id), v analizo pa smo vključili trinajst neodvisnih spremenljivk. Nekatero zvezno spremenljivko smo za potrebe univariatne analize kategorizirali v logične kategorije: nadmorsko višino smo kategorizirali v 200-metrške višinske pasove, nagib terena v 5 ° široke razrede, sestojno temeljnico pa v šest razredov, širine 10 m²/ha. Podobno smo povezanost prsnega premera in debelinskega priraščanja analizirali po debelinskih stopnjah, čeprav je prsni premer evidentiran kot zvezna spremenljivka. Nasprotno pa smo v multivariatni analizi vse zvezne spremenljivke uporabili v temeljni obliki.

Priraščanje jelke smo analizirali z različnimi statističnimi metodami. V primeru kategoričnih neodvisnih spremenljivk smo zaradi nehomogenosti varianc med kategorijami znotraj neodvisnih spremenljivk za testiranje razlik v srednjih vrednostih med kategorijami uporabili neparametrični Kruskal-Wallisov test (Hollander/Wolfe, 1999). Če smo s testom odkrili statistično značilne razlike v srednjih vrednostih med kategorijami, smo jih prek z-vrednosti preverjali s posteriornimi parnimi primerjavami povprečnih rangov po kategorijah. Povezanost odvisne spremenljivke z zveznimi neodvisnimi spremenljivkami smo preverjali s

Klopčič, M., Matijašič, D., Bončina, A.: Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji

Kendallovim tau-b-korelacijskim koeficientom, saj ta ne terja normalne porazdelitve spremenljivk in je hkrati občutljiv za vse monotone in ne le linearne povezave med spremenljivkama (Hollander/Wolfe, 1999). Pri prikazih in razlagah univariatnih statističnih analiz smo se v okviru posamezne spremenljivke omejili le na kategorije, v katerih je bila velikost vzorca vsaj 100 dreves.

Vpliv neodvisnih spremenljivk na debelinsko priraščanje jelke smo preverjali z metodo splošnih regresijskih modelov (angl. General Regression Models - GRM). GRM smo v analizi uporabili za pojasnjevanje variabilnosti debelinskega priraščanja s kategoričnimi in zveznimi spremenljivkami (ANCOVA). S predhodno analizo korelacij med neodvisnimi spremenljivkami smo izključili multikolinearnost. Model smo izračunali s pomočjo metode »forward stepwise«, pri kateri se v model postopno vključujejo neodvisne spremenljivke, ki so statistično značilne in hkrati pojasnijo največ variabilnosti na določeni ravni modeliranja. Poškodovanost dreves smo predhodno prekodirali v binarno spremenljivko s kodama 0-nepoškodovano in 1-poškodovano. Za statistične obdelave smo uporabili programska paketa SPSS 17.0 in Statistica 7.0.

Izdelali smo tudi model priraščanja jelovih sestojev z različnimi sestojnimi gostotami. Model temelji na nekaterih predpostavkah:

1) izdelan je za čiste jelove raznomerne sestoje z zgornjo višino 33 m;

2) modelna debelinska struktura sestoja je izračunana kot geometrijsko zaporedje s koeficientom $q = 1,35676$;

3) za vse SVP smo izračunali sestojno temeljnico (G ; m^2/ha) in potem ploskve glede na velikost temeljnice razvrstili v pet razredov (10-19 m^2/ha , 20-29, 30-39, 40-49, 50 in več m^2/ha), ki smo jih obravnavali kot podvzorce. Za vsak podvzorec smo izračunali poprečno sestojno temeljnico in mu glede na predpostavko 2 priredili modelno debelinsko strukturo;

4) za obračun lesne zaloge smo uporabili tarifni razred V7/8;

5) za vsak podvzorec smo s podatki s SVP izračunali povprečne debelinske prirastke jelke po debelinskih stopnjah. To je bila podlaga za izračun volumenskega prirastka jelke (po debelinskih stopnjah in skupaj), razmerja med prirastkom in lesno zalogo (odstotni prirastek) in starosti ob doseganju različnih ciljnih debelin jelke.

Preglednica 1: število izbranih GGE, analiziranih stalnih vzorčnih ploskev (SVP) in jelk ter višina in variabilnost debelinskega priraščanja jelk po gozdnogospodarskih območjih (GGO)

Table 1: Number of analyzed Forest Management Units, permanent sample plots and silver firs and diameter increment of silver fir with its variability per Forest Management Regions

GGO	Število			Debelinski prirastek jelk		
	GGE	SVP	Jelke	povprečje (cm)	standardni odklon (cm)	koeficient variacije (%)
1 Tolmin	9	1.459	5.137	0,3047	0,2391	78,45
2 Bled	1	203	685	0,2193	0,1908	87,01
3 Kranj	1	54	216	0,4287	0,2737	63,84
4 Ljubljana	9	875	3.081	0,3661	0,2576	70,36
5 Postojna	15	3.215	17.211	0,3140	0,2385	75,96
6 Kočevje	8	1.998	8.125	0,3623	0,2580	71,21
7 Novo mesto	6	584	2.690	0,4013	0,2740	68,27
8 Brežice	4	109	378	0,4431	0,3069	69,26
9 Celje	5	106	399	0,4373	0,3493	79,87
10 Nazarje	2	134	483	0,4781	0,3264	68,27
11 Slovenj Gradec	3	370	1.289	0,3678	0,2955	80,35
12 Maribor	8	613	2.564	0,4226	0,3062	72,45
13 Murska Sobota	0	0	0	-	-	-
14 Sežana	2	3	7	0,5571	0,3102	55,67
Slovenija	73	9.723	42.265	0,3430	0,2588	75,45

3 REZULTATI

3 RESULTS

V izbranih GGE je povprečni letni debelinski prirastek jelke znašal $\bar{I}_d = 3,43 \pm 0,25$ mm. Variabilnost debelinskega priraščanja jelk je bila izrazita (preglednica 2, slike 2-4), standardni odklon velik, koeficient variacije (KV) pa je na ravni Slovenije znašal 75 %.

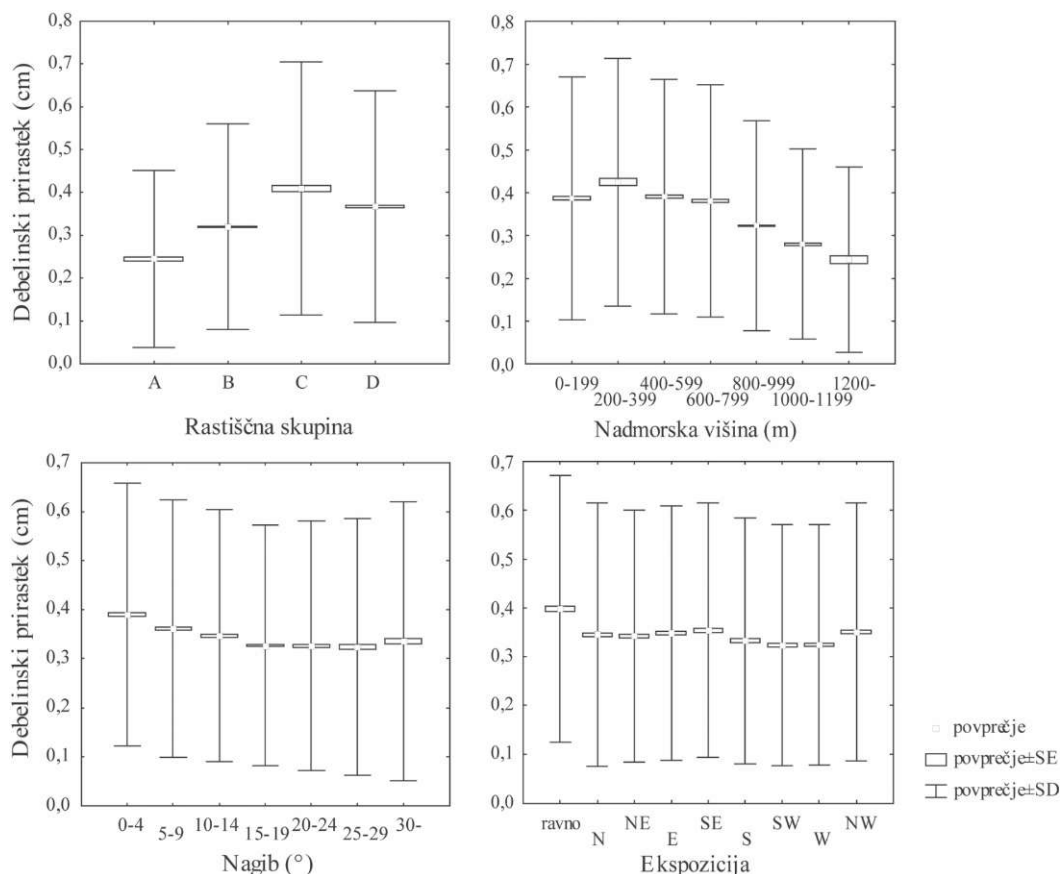
Med gozdnogospodarskimi območji smo ugotovili statistično značilne razlike v priraščanju jelke ($p = 0,000$), pri čemer smo zaradi majhnega vzorca izključili GGO Sežana ($N = 7$). Največje povprečne debelinske prirastke (preglednica 1) smo ugotovili v GGO

Nazarje, Brežice in Celje, najmanjše pa v GGO Bled, Tolmin in Postojna. Ugotovljene razlike med območji so posledica različnih rastišnih in sestojnih razmer (preglednica 2). V vseh območjih je bila izredno velika variabilnost debelinskega priraščanja.

3.1 Vpliv rastišnih dejavnikov na debelinsko rast jelk

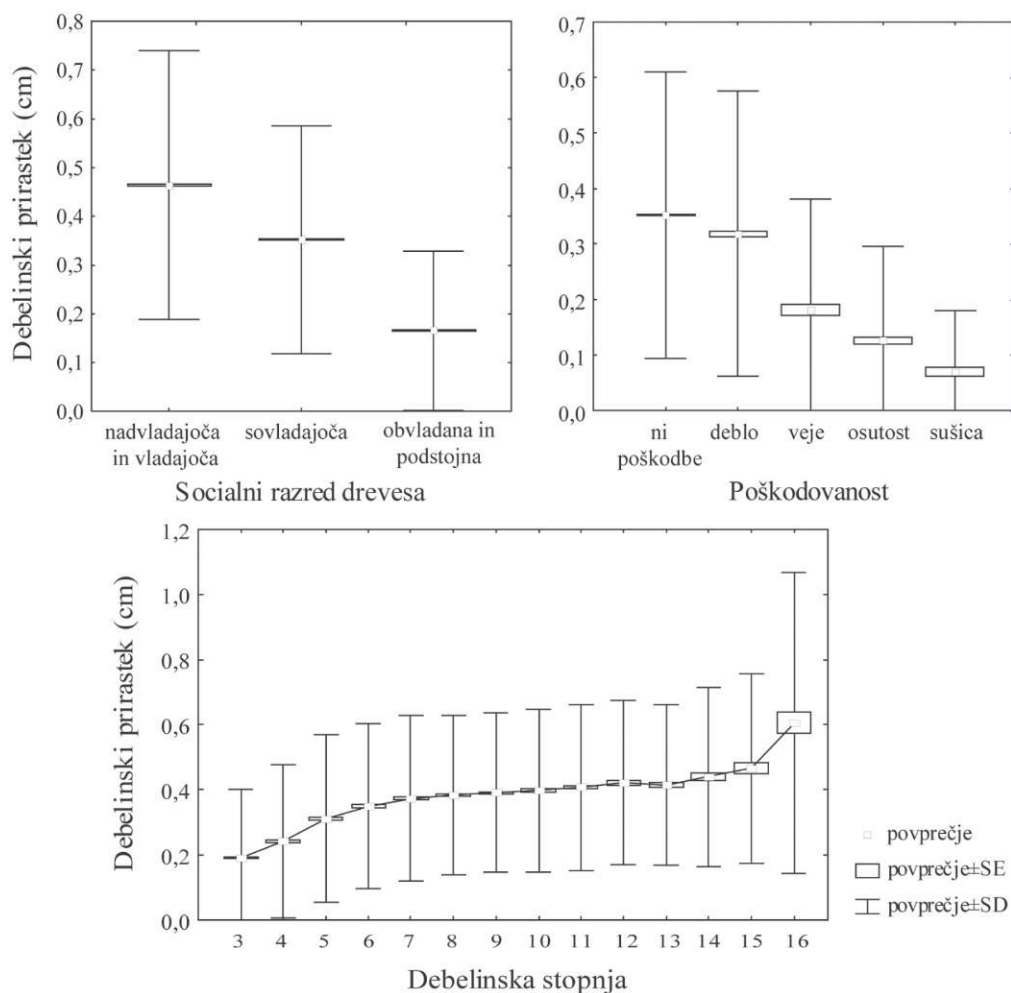
3.1 The influence of the site factors on the diameter growth of silver fir

Jelke najbolj priraščajo na rastiščih jelovij s praprotmi, najslabše pa v predalpskih jelovo-bukovih gozdovih (slika 2). Med rastišnimi skupinami se



Slika 2: Letni debelinski prirastki jelk v povezavi z nekaterimi rastišnimi značilnostmi: a) rastišnimi skupinami: A - predalpski jelovo-bukovi gozdovi; B - dinarski jelovi in jelovo-bukovi gozdovi; C - jelovja s praprotni in jelovja na nekarbonatnih kamninah; D - druga rastišča, b) nadmorsko višino, c) nagibom, d) ekspozicijo

Figure 2: Annual diameter increment of silver firs with regard to some site characteristics: a) forest site strata: A - prealpine silver fir-European beech forests; B - dinaric silver fir and silver fir-European beech forests; C - silver fir forests with ferns and silver fir forest on non-carbonat ground; D - other forests; b) elevation; c) inclination; d) aspect



Slika 3: Odvisnost letnega debelinskega prirastka jelk od : a) socialnega razreda, b) poškodovanosti, c) prsnega premera (debelinske stopnje)

Figure 3: Annual diameter increment of silver fir with regard to a) social class, b) damages, c) diameter at breast height (5-cm dbh classes)

je debelinsko priraščanje jelke statistično značilno razlikovalo ($p = 0,000$).

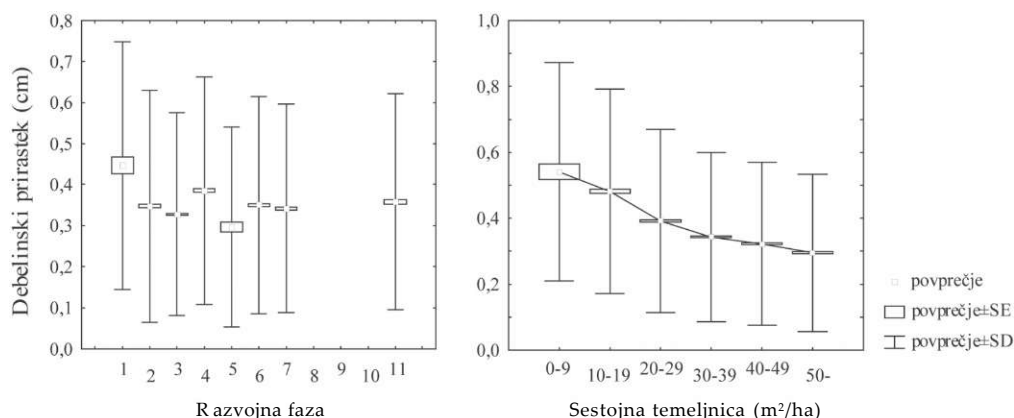
Debelinski prirastek se z višanjem nadmorske višine na splošno manjša. Ugotovili smo značilne razlike v priraščanju med višinskimi pasovi ($p = 0,000$); največje priraščanje smo ugotovili v višinskem pasu 200 do 399 m n. m. v., najmanjše pa nad 1.200 m n. m. v. Jelka najbolje prirašča na ravnih do blago položnih legah, nekoliko slabše pa na strmih terenih ($p = 0,000$). Podobno kaže analiza vpliva položaja v pokrajini; najbolje priraščajo jelke na ravnem terenu in na vznožjih pobočij, slabše jelke na pobočjih, najslabše pa jelke

na grebenih. Tudi vpliv ekspozicije, je značilen ($p = 0,000$); največji debelinski prirastek jelke je bil ugotovljen na ravnih terenih, najnižji pa na južnih do jugozahodnih in zahodnih ekspozicijah.

3.2 Vpliv drevesnih značilnosti na debelinsko rast jelk

3.2 The influence of tree characteristics on the diameter growth of silver fir

Socialni razred (slika 3) značilno vpliva na debelinsko priraščanje jelke ($p = 0,000$). Najbolje so priraščale nadvladajoče in vladajoče jelke, slabše



Slika 4: Odvisnost letnega debelinskega prirastka jelk od a) razvojne faze in b) sestojne temeljnice. Oznaka RF: 1-mladovje, 2-drogovnjak, 3-debeljak, 4-sestoj v obnovi, 5-dvoslojni sestoj, 6-posamično raznomerni sestoj, 7-skupinsko raznomerni sestoj, 8-panjevec, 9-grmičav sestoj, 10-pionirski sestoj, 11-prebiralni sestoj
 Figure 4: Annual diameter increment in regard to a) developmental phase and b) stand basal area. Labels of developmental phases: 1-regeneration, 2-pole stands, 3-mature stands, 4-rejuvenation stands, 5-two-layered stands, 6-single stem uneven-aged stands, 7-group uneven-aged stands, 8-coppices, 9-shrub stands, 10-stands in succession, 11->plenter< stands

svladajoča drevesa, najslabše pa podstojna in obvladana drevesa. Ugotovili smo izrazito veliko variabilnost priraščanja jelk glede na njihov prsni premer, debelinski prirastek pa se je večal do 16. debelinske stopnje (75 do 79 cm). Največji prirastek smo sicer ugotovili v 18. debelinski stopnji, vendar je bil vzorec v tej debelinski stopnji (12 dreves) premajhen za kakršne koli posplošitve. Na priraščanje značilno vpliva tudi poškodovanost drevesa ($p = 0,000$). Največji povprečni debelinski prirastek smo ugotovili pri nepoškodovanih drevesih (3,52 mm). Jelove sušice ne priraščajo več, vendar so del obdobja (pred odmrtnjem) med obema meritvama vsaj nekatere neznatno priraščale v debelino, kar se izkazuje v povprečnem prirastku, ki je znašal 0,7 mm.

3.3 Vpliv sestojnih značilnosti na debelinsko rast jelk

3.3 The influence of stand characteristics on diameter growth of silver fir

Ugotovili smo veliko variabilnost debelinskega priraščanja jelk glede na razvojno fazo (slika 4). Najbolj so priraščale jelke v mladovju (RF 1) in sestojih v obnovi (RF 4), kar lahko pojasnimo z veliko razpoložljivostjo svetlobe v omenjenih razvojnih fazah. Trditev podpira tudi analiza vpliva sestojne temeljnice, ki je GozdV 68 (2010) 4

pričakovano pokazala, da so debelinski prirastki jelk večji v sestojih z majhno sestojno gostoto ($p = 0,000$).

V sestoju je bil pozitiven vpliv deleža jelke na debelinsko priraščanje jelk (Kendallov tau- $b = 0,107$, $p < 0,01$), nasprotno pa je bil v sestoju negativen vpliv deleža bukve (Kendallov tau- $b = -0,128$, $p < 0,01$). Iz tega bi lahko sklepali, da jelka bolje prirašča v gozdnih sestojih z večjim deležem jelke in manjšim bukve, čeprav je v tem primeru verjetno predvsem vpliv rastiščnih razmer, ki se posredno odražajo v drevesni sestavi gozdnih sestojev.

3.4 Pojasnjevanje variabilnosti debelinskega priraščanja

3.4 The explanation of diameter increment variability

Univariatne analize debelinskega priraščanja jelk kažejo, da rastiščne in sestojne spremenljivke pojasnjujejo le manjši del celotne variabilnosti. Izmed sestojnih spremenljivk največ variabilnosti debelinskega prirastka jelk pojasnjuje sestojna temeljnica (3,4 %), izmed rastiščnih pa nadmorska višina (2,8 %). Večji del celotne variabilnosti pojasnjujejo nekateri drevesni parametri: socialni razred drevesa je pojasnil 18,4 %, prsni premer pa 7,5 % variabilnosti debelinskega priraščanja jelk.

#

Klopčič, M., Matijašič, D., Bončina, A.: Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji

Preglednica 2: Splošni regresijski model debelinskega priraščanja jelke

Table 2: General regression model of annual diameter increment of silver fir

Spremenljivka	SS	St. prostosti	MS	F	p
Konstanta	118,39	1	118,4	2.238,4	0,000
Rastiščni dejavniki:					
rastiščna skupina	22,84	3	7,61	143,95	0,000
nadmorska višina	6,98	1	6,98	131,97	0,000
nagib	3,77	1	3,77	71,21	0,000
ekspozicija	2,66	8	0,33	6,28	0,000
položaj v pokrajini	Ni v modelu!				
Drevesni parametri:					
socialni razred	139,86	2	69,93	1.322,14	0,000
prsni premer	2,54	1	2,54	47,96	0,000
poškodovanost	5,96	1	5,96	112,68	0,000
Sestojni parametri:					
razvojna faza	24,72	9	2,75	51,93	0,000
sestojna temeljnica	59,53	1	59,53	1.125,53	0,000
delež jelke	Ni v modelu!				
delež bukve	39,76	1	39,76	751,83	0,000
srednje drevo	Ni v modelu!				
Napaka	1.675,60	31.681	0,053		
Multipli R ²	0,257918				

Preglednica 3: Nekateri sestojni parametri modelnega raznomernega jelovega sestoja ob različnih sestojnih gostotah

Table 3: Some stand parameters of the modeled uneven-aged silver fir forest stand with regard to different stand densities

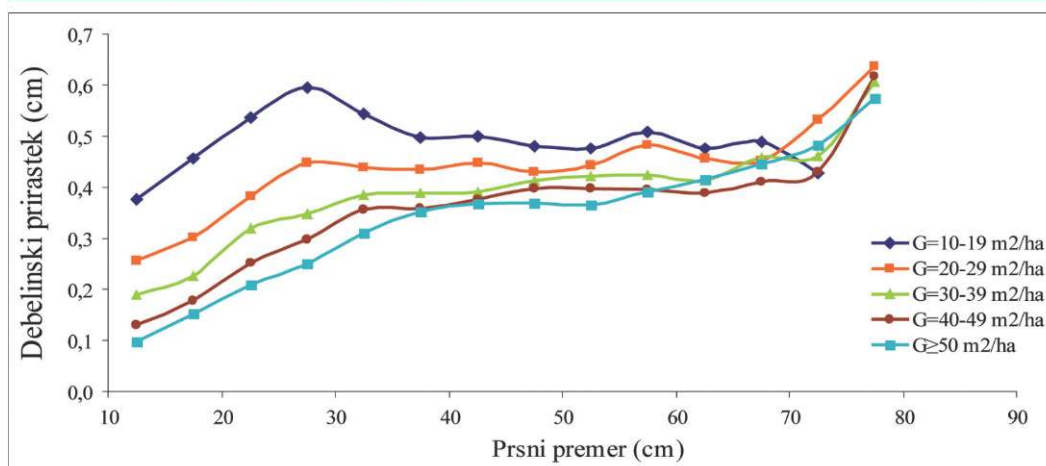
	Sestojna temeljnica G (m ² /ha)				
	10-19	20-29	30-39	40-49	>50
G _{poavpr} (m ² /ha)	16,08	25,44	34,73	44,18	57,36
LZ (m ³ /ha)	217	343	468	595	773
¹⁴ deljka (cm)	0,49	0,37	0,35	0,32	0,30
¹⁵ sestoj (m ³ /ha)	6,71	8,95	10,26	11,82	14,29
Odstotni prirastek (% LZ)	3,10	2,61	2,19	1,99	1,85
Starost jelk pri dbh=50 cm	x+82	x+106	x+129	x+156	x+185
Starost jelk pri dbh=60 cm	x+102	x+128	x+153	x+182	x+214
Starost jelk pri dbh=70 cm	x+123	x+150	x+176	x+207	x+235
x(leta)*	~26	~40	~52	~76	~102

* Leta, ki so potrebna, da jelke prerastejo 1. in 2. debelinsko stopnjo. Navajamo le ilustrativne vrednosti, ki so izračunane kot dvojne prehodne dobe za 3. debelinsko stopnjo. Leta, potrebna do 1,3 m, niso upoštevana.

Celoviteje in bolj objektivno podobo o debelinskem priraščanju jelke si ustvarimo, če analiziramo več spremenljivk hkrati, saj takšna analiza pokaže, katere izmed njih so resnično pomembne. Pri analizi skupnega vpliva vseh proučevanih neodvisnih spremenljivk je največ variabilnosti

pojasnil socialni razred drevesa, sledijo pa sestojna temeljnica, delež bukve v sestoji, razvojna faza sestoja in rastiščna skupina (preglednica 2). Rezultati nakazujejo, da je debelinsko priraščanje v večji meri odvisno od drevesnih in sestojnih dejavnikov, v manjši meri pa od rastiščnih.

#



Slika 5: Debelinsko priraščanje jelk ob različnih sestojnih gostotah (prikazane so le debelinske stopnje z več kot desetimi drevesi v vzorcu)

Figure 5: Annual diameter increment of silver fir with regard to different stand densities (only 5-cm dbh classes with more than 10 trees in the sample are shown)

3.5 Model priraščanja jelk in jelovih sestojev ob različnih sestojnih gostotah

3.5 The model of silver fir growth with regard to different stand densities

Med zakonitostmi priraščanja posameznih dreves in sestojev so pomembne in upoštevanja vredne razlike. Zato smo izdelali model, ki nazorno prikazuje razmerja glede priraščanja posameznih jelk različnih debelin in jelovih sestojev pri različnih sestojnih gostotah. Model je izdelan na nekaterih predpostavkah, ki jih je treba upoštevati pri interpretaciji (glej poglavje Objekt in metode dela).

Debelinsko priraščanje drevja je zelo odvisno od sestojne gostote, kar velja tudi za jelko (slika 5, preglednica 4). Na splošno se debelinsko priraščanje jelk manjša z večanjem sestojne gostote. Pričakovano so bili debelinski prirastki jelk največji pri nizkih sestojnih temeljnicah, saj je rasti prostor posameznega drevesa večji, krošnje dreves so praviloma večje in tudi bolj osvetljene kot v sestojih z visoko sestojno temeljnico. V sestojih z nizko sestojno temeljnico je manj dreves ali/in je srednji premer dreves manjši, zato je volumenski prirastek takšnih sestojev majhen, intenzivnost priraščanja, ki jo merimo z razmerjem med prirastkom in zalogo sestoja (odstotni prirastek), pa velika (preglednica 3).

Vpliv sestojne gostote na rast jelk je razumljivo bolj izrazit za tanjše drevje, ki praviloma zaseda spodnji sestojni položaj (slika 5). Tako je razmerje debelinskega prirastka jelk 3. debelinske stopnje med sestoji z $G = 10$ do $29 \text{ m}^2/\text{ha}$ in sestoji z $G = 40$ do $49 \text{ m}^2/\text{ha}$ $2,9 : 1$. To razmerje je za drevje 10. debelinske stopnje samo še $1,2 : 1$.

Model predvideva raznomerno zgradbo gozdnih sestojev. V njih ima debelejša oziroma višja drevje večji razpoložljivi rasti prostor. Če se omejimo na najpogostejše sestojne gostote, ki znašajo 20 do $40 \text{ m}^2/\text{ha}$, ugotovimo, da se debelinski prirastki povečujejo s prsnim premerom vse do $\text{dbh} = 60$ do 80 cm . Ker je volumensko priraščanje dreves v približno eksponentni povezavi z debelino drevesa in kulminira za debelinskim prirastkom, je večanje volumenskih prirastkov jelk še toliko hitrejša, kulminacije nastanejo pri še večjih debelinah drevja.

Volumenska produkcija (prirastek) jelovih sestojev je največja v najgostejših sestojih (preglednica 3), čeprav so povprečni debelinski prirastki jelk po debelinskih stopnjah manjši kot v redkejših sestojih. Zaradi manjših debelinskih prirastkov potrebujejo jelke daljše obdobje za preraščanje debelinskih stopenj (»prehodne dobe«), drevje doseže ciljne dimenzije pri višjih starostih kot v sestojih z manjšimi sestojnimi gostotami, vendar pa je volumenski prirastek sestoja znatno večji.

4 RAZPRAVA

4 DISCUSSION

Med območji Slovenije se razlikuje debelinsko priraščanje jelke. Med posameznimi gozdnogospodarskimi območji so bile ugotovljene statistično značilne razlike, vzroke pa lahko iščemo v kombinaciji različnih dejavnikov - rastiščnih in sestojnih razmer, prejšnjega gospodarjenja, stopnje onesnaženosti ozračja itn. Najvišji povprečni debelinski prirastki (4,3 do 4,8 mm) so bili ugotovljeni v območjih, v katerih je jelka manjšinska ali/in tudi gospodarsko manj pomembna drevesna vrsta (GGO Nazarje, Celje, Brežice). V takih območjih jelka uspeva v ugodnih rastiščnih razmerah za intenzivno rast (npr. jelovja s praprotni) (Ficko/Bončina, 2006). V območjih, kjer je jelka najobilnejše zastopana (GGO Kočevje, Postojna, Novo mesto, Maribor), so povprečni prirastki nekoliko manjši (3,1 do 4,0 mm).

Primerjava povprečnega debelinskega prirastka v naših gozdovih s prirastkom jelke v drugih državah kaže, da je v Sloveniji znatno debelinsko priraščanje jelke, praviloma ni manjše od vrednosti iz drugih držav. Klepac (2001) je za modelno jelko iz Gorskega Kotarja na Hrvaškem ugotovil povprečni debelinski prirastek 2,2 mm. Podlaski (2002) je leta 1995 za 101 do 120 let stare jelke v Nacionalnem parku Swietokrzyski na Poljskem ugotovil prirastke od 0,6 do 10,0 mm, pri mlajših jelkah pa so bile vrednosti nekoliko višje. Podobne vrednosti so v Nemčiji v letih 2002 do 2004 ugotovili Elling in sodelavci (2009).

Pri interpretaciji rezultatov je treba upoštevati, da so bile v našo raziskavo vključene le jelke, za katere so na voljo podatki ponovnih meritev na SVP. Pri gospodarjenju z jelko so gozdarji zaradi »propadanja jelke« s sečnjo posegali predvsem v manj vitalni del jelove populacije. Tako so v sestoji ostajale vitalnejše jelke, ki pa v primerjavi s slabo vitalnimi in z glivami ter belo omelo (*Viscum album* L.) napadenimi jelkami bolje priraščajo (Solla/Sanchez-Miranda/Camarero, 2006; Barbu, 2009). Zato so ugotovljeni debelinski prirastki jelk večji, kot bi bili v primeru, če manj vitalnih jelk ne bi odstranjevali iz sestojev. Pomanjkljivost zbirke podatkov za podrobno analizo priraščanja je, da so prsni premeri dreves zaokroženi na celotno vrednost (navzdol na 1 cm

natančno). Za podrobne prirastoslovne analize je takšna natančnost pomanjkljiva, vendar pa je raziskava zasnovana na velikem vzorcu dreves. Zato menimo, da kljub omenjenim pomanjkljivostim rezultati nazorno kažejo rast jelk v Sloveniji.

Rezultati naše raziskave opozarjajo, da je debelinsko priraščanje jelke v Sloveniji zelo variabilno. S podatki, ki jih Zavod za gozdove Slovenije zbira na stalnih vzročnih ploskvah, smo uspeli pojasniti le 26,3 % variabilnosti debelinskega prirastka jelke v Sloveniji. Največ variabilnosti so pojasnili drevesni parametri, med katerimi je najpomembnejši socialni razred drevesa. Drevesa zgornjega (dominantnega) socialnega razreda so bolje osvetljena, praviloma imajo tudi večje krošnje, kar pozitivno vpliva na (višinsko in debelinsko) rast dreves (Kadunc, 2009a). Prav nasprotno velja za podstojna in obvladana drevesa. Na pomemben vpliv ravnega prostora na debelinsko priraščanje jelke (Kotar, 2005) kaže značilen vpliv sestojne gostote na priraščanje jelke. Najvišji prirastki dreves so bili ugotovljeni pri majhnih sestojnih gostotah. Schütz (2001) je v prebiralnem gozdu v Švici ugotovil, da se debelinski prirastek jelk in smrek drastično zmanjša, če sestojna temeljnica preseže 27 do 33 m²/ha.

Med priraščanjem posameznih dreves in sestojev so pomembne razlike. Če so prirastki posameznih dreves pri nizkih sestojnih temeljnicah visoki, je kljub temu manjši volumenski prirastek sestoja zaradi majhne sestojne gostote. Izračunani model priraščanja gozdnega sestoja ob večanju sestojne temeljnice prikazuje stalno večanje volumenskega prirastka sestoja, kar je vsaj delno posledica predpostavk pri uporabi modela. Koeficient geometrijskega zaporedja je ostal namreč enak, kar ni povsem realno.

Za jelko je značilna intenzivna debelinska rast pri večjih dimenzijah, torej tudi v relativno pozni starosti. Največji povprečni debelinski prirastek smo ugotovili pri jelkah 16. debelinske stopnje (6,12 mm), kar pri uporabi tarife V 7/8 pomeni približno 0,13 m³ letnega oziroma 1,3 m³ desetletnega volumenskega prirastka. To je v prid vzgoji debelega drevja jelke. Po modelu (preglednica 3) je pri sestojni temeljnici 20 do 29 m²/ha 29 dreves, ki so debelejša od 50 cm, v sestojih s temeljnico 30 do 39 m²/ha pa 39. Pomembno je, da so drevesa

vitalna in kakovostna. Poleg intenzivnega priraščanja debelega drevja je treba upoštevati tudi, da se z večjo debelino in s tem tudi s starostjo posameznega drevesa povečuje delež tehničnih napak lesa (Lipoglavšek, 2004), vitalnost jelk se (praviloma) slabša, tudi aktualne tržne razmere in tehnologija lesne predelave niso naklonjene zelo debelemu drevju.

Vsekakor bi bilo zanimivo vedeti, kaj veliki volumenski prirastki pomenijo v pozni starosti ob hkratnem upoštevanju zmanjšanja kakovosti lesa: Kolikšni so vrednostni prirastki? Pri nas ni bilo obsežnih in celovitih raziskav vrednostnega priraščanja jelke, ki bi dale odgovor na to vprašanje. Pogosto so bile raziskave omejene le na posamezni vidik. Tako je Rebula (1998) ugotovil, da hlodi jelke dajejo najvrednejše deske pri debelini 45 cm, vrednost celega debla pa je največja pri dimenzijah 50 do 55 cm. Lipoglavšek (2004) je ugotovil podobno: kakovost jelovih hlodov je največja pri premeru okrog 55 cm. Take zaključke je potrdil tudi Kadunc (2009a), ki je največji delež hlodov velike kakovosti ugotovil pri jelkah s prsnim premerom od 50 do 60 cm. Krpan in Pičman (2001) pa ugotavljata, da se kakovost jelovih sortimentov do prsnega premera 80 cm ne spreminja pomembno z večjimi dimenzijami, šele pri jelkah s prsnim premerom več kot 80 cm je bil ugotovljen nekoliko manjši delež zelo kakovostnih sortimentov.

Pri presojah volumenskega in vrednostnega priraščanja je poleg zakonitosti na ravni posameznih dreves treba upoštevati tudi zakonitosti na ravni sestojev, saj se število dreves s starostjo zmanjšuje, hkrati pa je treba v okviru večnamenskega gospodarjenja upoštevati zahteve, ki izhajajo tudi iz nelesnih funkcij gozda. Pogosto je kulminacija vrednostnega prirastka sestoja primerna okvirna vrednost tudi za večnamenske gozdove. Starost kot element načrtovanja je manj uporabna zaradi specifične upočasnjene rasti jelke v mladosti. Določanje proizvodnih dob za jelko je pogosto neumestno, saj jelka praviloma ne oblikuje enodobnih in enomernih sestojev. Za jelko pogosteje navajamo ciljne vrednosti prsnega premera, ki so orientacijske vrednosti za gospodarjenje. Tako Kotar (2002) razlaga ciljni premer dreves kot razpon od 50 cm do ciljne debeline D,

znotraj katerega drevesa posekamo, ko dosežejo najvišjo vrednost na enoto količine. Na Hrvaškem predlagajo ciljne premere jelke 60 do 70 cm, pri čemer ugotavljajo, da je v njihovih gozdovih veliko drevja, ki presega te vrednosti (Meštrovich, 2001). Ciljni premeri, ki so jih predlagali hrvaški kolegi, so zaradi podobnih rastiščnih in sestojnih razmer kot orientacijske vrednosti primerni tudi za naše razmere. V Sloveniji so v prebiralnih gozdovih za jelko predlagali visoke ciljne premere, vendar le za kakovostne in vitalne osebkke (npr. Bončina/Devjak, 2002; Kotar, 2005), Kadunc (2009a) je za različna rastišča navedel okvirne ciljne premere jelke med 11. in 14. debelinsko stopnjo. Na splošno velja, da so ciljne vrednosti za jelko večje od priporočljivih vrednosti za vzgojo bukve, pri kateri se kakovost lesa lahko znatno zmanjša z večjo starostjo in dimenzijami.

Kakršne koli ciljne vrednosti je treba razumeti okvirno, pri odločanju pa velja upoštevati posebnosti posameznega drevesa, saj tudi naša raziskava kaže na veliko variabilnost priraščanja jelk enakih dimenzij, kar ima pomembne gozdnogojitvene posledice. Obravnava manj vitalnih in slabo rastočih jelk mora biti drugačna kot obravnava zdravih in »polno« rastočih jelk. Ohranjanje manj vitalnih jelk velikih dimenzij v gozdnih sestojih, razen če so posebne gojitvene razmere (npr. varovalna funkcija, nevarnost zakrasovanja, varstvo naravne dediščine itn.), ni ustrezno. Ohranjanje jelke v gozdovih Slovenije je namreč odvisno od uspešnega pomlajevanja in preraščanja mladih jelk (Bončina et al., 2009). Ohranjanje ostarelih in nevitarnih jelk le na videz kaže ohranjanje njenega deleža v gozdnih sestojih, hkrati pa lahko negativno vpliva na zdravstveni status preostalih doslej še vitalnih jelk (podlubniki, bela omela). Tudi zaradi razlik med območji in rastiščnimi skupinami (Ficko/Bončina, 2006; Poljanec et al., 2009a) ter različnega pomena splošnokoristnih funkcij gojitvena obravnava jelke ne more in ne sme biti enotna za celotno območje razširjenosti jelke v Sloveniji.

Na priraščanje jelke vplivajo številni dejavniki, izmed katerih mnogi, med njimi tudi starost drevja, niso bili vključeni v našo raziskavo. Debelinsko priraščanje jelk je odvisno od podnebnih in prehrambnih dejavnikov tekočega leta (npr.

Kotar, 2005; Levanič, 1996), stopnje onesnaženosti ozračja in tal, predvsem z žveplovim dioksidom (Willson/Elling, 2004; Elling et al., 2009), biotskih vplivov, kot je npr. napadenost z belo omelo (Barbu, 2009) ali glivami (Solla/Sánchez-Miranda/Camarero, 2006) ipd. V Franciji so v zadnjih 150 letih ugotovili večanje debelinskega prirastka nekaterih drevesnih vrst, med njimi tudi jelke (Badeau et al. 1996). Morebitni razlogi za večji prirastek pa naj bi bile podnebne spremembe, povečana koncentracija CO₂, onesnaženost z dušikovimi spojinami in spremembe v gojitveni obravnavi gozdov. Nekateri raziskovalci v tujini (Podlaski, 2002; Willson/Elling, 2004; Elling et al., 2009) in v Sloveniji (Prelec/Veselič/Jež, 1993; Levanič, 1996) ugotavljajo, da se je po depresiji jelke v 60., 70. in začetku 80. let 20. stoletja debelinski prirastek začel povečevati v drugi polovici 80. let. Kadunc (2009b) opozarja, da obdobje takšne povečane rasti jelke po obdobju prirastne depresije verjetno ne bo trajalo dolgo, ocene o vitalnosti jelke pa je treba preverjati. Nepojasnjeno vprašanje je, kako bodo na jelko, tudi na njeno rast, vplivale okoljske spremembe: spremembe onesnaženosti okolja, večji delež dušikovih spojin v ozračju in tleh, pričakovane podnebne spremembe. Vprašanje je lahko izziv za raziskovalce, ki se ukvarjajo z jelko, saj so bile tovrstne raziskave v preteklosti precej zapostavljene.

5 Summary

Knowledge about individual tree species growth is of key significance for the appropriate silvicultural and forest management treatment of forest stands. Although the share and economical importance of the fir (*Abies alba* Mill.) are decreasing in the last years in Slovenia, knowing its growth characteristics is crucial for its successful sustaining management in the future. We limited ourselves to the analysis of the diameter increment of the fir in the research. We tried to show the size of the diameter increment of the fir in Slovenia and analyze its dependence on some tree, stand and site factors we collect during the inventory on the permanent sampling plots (PSP). We tried to explain the variability of the diameter increment of the fir with the collected data. The research was carried out with the analysis of the sample of the

selected 73 forest management units (FMU) where at least two repeated measurements on PSPs were performed and where the share of fir in the last inventory had amounted to at least ten percent of the growing stock. The data was acquired from the extensive PSP data collection at the Slovenian Forest Service. The analyzed data base comprised 42.265 records on fir. We used diverse statistical methods in the analysis. In the selected FMUs, the average diameter increment of the fir amounted to 3.43 ± 0.25 mm. The variability of the diameter growth of the firs was pronounced. In the univariate analyses we found statistically characteristic differences in the diameter growth of the fir in the categories of all analyzed site, stand and tree factors. In the analysis of the collective influence of all studied independent variables (multivariate model), the most of the variability was explained by the social class of the tree followed by the stand basal area, the share of beech in the stand, the development phase of the stand, and forest site stratum. The model of the fir and fir stand increment in the case of diverse stand densities showed that the general diameter fir increment decreases with the increasing stand density. The influence of the stand density on the fir growth was more pronounced with thin trees, as a rule growing in the lower stand position. In our forest, the fir diameter increment is considerable and very variable, but the values are generally not lower than the values in other countries. The used data allowed us to explain only 26.3 % of variability of the fir diameter increment in Slovenia. The largest part of the variability was explained by the tree factors, the most important of which are social class of the tree and stand factors (stand density). We found intense diameter increment with (very) large diameter trees, i.e. in relatively old age. We propose guidelines on fir management on the basis of the results of fir increment.

6 VIRI

6 REFERENCES

- BADEAU, V., BECKER, M., BERT, D., DUPOUEY, J.-L., 1996. Long-term growth trends of trees: ten years of dendrochronological studies in France. In: Spiecker, H., Kohl, M., Skowsgaard, J.P. (ur.), Growth trends in European forests: European Forest Institute Research

- Klopčič, M., Matijašič, D., Bončina, A.: Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji Report No.5. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, s. 167-181.
- BARBU, C., 2009. Radial increments distribution on Silver fir trees' stems affected by mistletoe (*Viscum album* subsp. *abietis*) in representative silver fir stands from forest district Solca (Eastern Carpathians). V: Schwärzler (ur.). The Silver fir (*Abies alba* Mill.) and its relatives in Europe: current status and future perspective - Abstracts of 12. international Silver fir symposium. Hittisau, Avstrija.
- BONČINA, A., DEVJAK, T., 2002. Obravnavanje prebiralnih gozdov v gozdnogospodarskem načrtovanju. Gozdarski vestnik 60, 7-9: 317-334.
- BONČINA, A., FICKO, A., KLOPČIČ, M., MATIJAŠIČ, D., POLJANEC, A., 2009. Gospodarjenje z jelko v Sloveniji. V: Diaci, J. (ur.) Ohranitveno gospodarjenje z jelko: zbornik razširjenih povzetkov. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
- BRINAR, M., 1964. Življenska kriza jelke na slovenskem ozemlju v zvezi s klimatičnimi fluktuacijami. Gozdarski vestnik: 97-144.
- DAKSKOBLER, I., MARINŠEK, A., 2009. Pregled jelovih rastišč v Sloveniji. V: Diaci, J. (ur.) Ohranitveno gospodarjenje z jelko: zbornik razširjenih povzetkov. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
- DIACI, J. (ur.), 2009. Ohranitveno gospodarjenje z jelko - Zbornik razširjenih povzetkov. Dolenjske Toplice, 96 s.
- ELLING, W., DITTMAR, C., PFAFFELMOSER, K., RÖTZER, T., 2009. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. Forest Ecology and Management 257, 1175-1187.
- FICKO, A., BONČINA, A., 2006. Silver fir (*Abies alba* Mill.) distribution in Slovenian forests. Zbornik gozdarstva in lesarstva 79, 19-35.
- GASPARIČ, M., SRNOVRŠNIK, A., 1990. Prirastoslovni kazalniki jelovo bukovega gozda na Trnovski planoti: diplomska naloga. Ljubljana.
- GAŠPERŠIČ, F., 1967. Razvojna dinamika mešanih gozdov jelke-bukve na Snežniku v zadnjih sto letih. Gozdarski vestnik, 202-237.
- HLADNIK, D., 1991. Spremljanje razvoja sestojev in časovna dinamika propadanja dreves v jelovo-bukovem gozdu. Zbornik gozdarstva in lesarstva 38: 55-96.
- HOLLANDER, M., WOLFE, D.A., 1999. Non-parametric Statistical Methods (2nd edition). Wiley, New York.
- JAGODIČ, F., 2001. Priraščanje rdečega bora (*Pinus sylvestris* L.) in hrasta gradna (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.) v debelino glede na povprečno mesečno temperaturo in količino padavin. Gozdarski vestnik 59, 3-17.
- KADUNC, A., KOTAR, M., 2003. Rastne značilnosti gorskega javorja (*Acer pseudoplatanus* L.) v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 19-52.
- KADUNC, A., KOTAR, M., 2006a. Volumenska in vrednostna zgradba ter priraščanje smrekovih sestojev v gorskih legah Slovenije. Gozdarski vestnik 64, 2: 76-80.
- KADUNC, A., KOTAR, M., 2006b. Volumenska in vrednostna zgradba ter priraščanje visokokakovostnih bukovih sestojev v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva 78: 69-96.
- KADUNC, A., 2009a. Prirastoslovne značilnosti jelke v Sloveniji. <http://web.bf.uni-lj.si/go/gsd2009/predstavitve/Prirastoslovne%20znacilnosti%20jelke%20v%20Sloveniji.pdf>, 8.12.2009.
- KADUNC, A., 2009b. Prirastoslovne značilnosti jelke v Sloveniji. V: Diaci, J. (ur.) Ohranitveno gospodarjenje z jelko: zbornik razširjenih povzetkov. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
- KLEPAC, D. 2001. Rast i prirast obične jele. V: Prpic, B., Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih zanosti, Hrvatske šume, p.o. Zagreb, Zagreb, 895 s.
- KLOPČIČ, M., JERINA, K., BONČINA, A. 2009. 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, doi: 10.1007/s10342-009-0325-z.
- KOTAR, M., 1978. Debela jelka s Turna. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani, Ljubljana, 41 s.
- KOTAR, M., 2002. Prirastoslovne osnove prebiralnega gozda. Gozdarski vestnik 60, 7-9: 291-316.
- KOTAR, M., 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana, 500 s.
- KOTAR, M., MAUČIČ, M., 2000. Divja češnja (*Prunus avium* L.) - pomembna drevesna vrsta slovenskih gozdov. Gozdarski vestnik 58, 5-6: 227-251.
- KRPAN, A. P. B., Pičman, D., 2001. Neka obilježja iskorištavanja hrvatskih jelovih šuma. V: Prpic, B., Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih zanosti, Zagreb.
- LEVANIČ, T., 1996. Dendrokronološka in dendrokološka analiza propadajočih vladajočih in sovladajočih jelk (*Abies alba* Mill.) v dinarski fitogeografski regiji : doktorska disertacija, Ljubljana, 165 s.
- LIPOGLAVŠEK, M., 2004. Debelina in kakovost

#

- Klopčič, M., Matijašič, D., Bončina, A.: Značilnosti debelinskega priraščanja jelke v Sloveniji smrekovih, jelovih in bukovih debel. V: Brus, R. (ur.), Staro in debelo drevje v gozdu: zbornik referatov XXII. gozdarskih študijskih dni. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, str. 111-124.
- MEŠTROVIC, S., 2001. Uredivanje šuma obične jele. V: Prpič, B. (ur.), Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Hrvatske šume, p.o. Zagreb, Zagreb, 895 s.
- MONSERUD, R. A., STERBA, H., 1996. A basal area increment model for individual trees growing in even- and uneven-aged forest stands in Austria. *Forest Ecology and Management* 80, 1-3: 57-80.
- PENG, C., 2000. Growth and yield models for uneven-aged stands: past, present and future. *Forest Ecology and Management* 132:259-279.
- PISKERNIK, M., 1969. Rast jelke na jugovzhodnem slovenskem gorskem Krasu in njeno ekološko ozadje. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Zbornik 7: 163-174.
- PODLASKI, R., 2002. Radial growth trends of fir (*Abies alba* Mill.), beech (*Fagus sylvatica* L.) and pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Swi[^]tokrzyski National Park (Poland). *Journal of Forest Science* 48, 9: 377-387.
- POLJANEC, A., MATIJAŠIČ, D., FICKO, A., PIŠEK, R., BONČINA, A., 2009a. Spreminjanje razširjenosti jelke in strukture gozdnih sestojev z jelko v Sloveniji. V: Diaci, J. (ur.) Ohranitveno gospodarjenje z jelko: zbornik razširjenih povzetkov. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
- POLJANEC, A., KLOPČIČ, M., FICKO, A., BONČINA, A., 2009b. Regression of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Slovenia? V: Schwärzler (ur.). The Silver fir (*Abies alba* Mill.) and its relatives in Europe: current status and future perspective - Abstracts of 12. international Silver fir symposium. Hittisau, Avstrija.
- PRELC, F., VESELIC, Z., JEZ, P., 1993. Rast jelke (*Abies alba* Mill.) se izboljšuje. *Gozdarski vestnik* 51, 7-8: 314-331.
- PRPIC, B. (ur.), 2001. Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Hrvatske šume, p.o. Zagreb, Zagreb, 895 s.
- REBULA, E., 1998. Vrednost jelovih hlodov, njeni kazalci in njihova uporabnost pri razvrščanju hlodov. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 55: 151-199.
- SIMONČIČ, T., BONČINA, A., 2010. Jelka v gozdovih Bohorja - posebnost v slovenskem merilu? *Gozdarski vestnik*, 68, 1: 3-15.
- SCHÜTZ, J.-P., 2001. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management* 151, 1-3: 87-94.
- SGERM, F., 1971. Debela jelka iz Trnovskega gozda. Biotehniška fakulteta v Ljubljani, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 69 s.
- SOLLA, A., SÁNCHEZ-MIRANDA, A., CAMARERO, J. J., 2006. Radial-growth and wood anatomical changes in *Abies alba* infected by *Melampsorella caryophyllacearum*: a dendroecological assessment of fungal damage. *Ann. For. Sci.* 63, 3: 293- 300.
- VESELIČ, Z., ROBIČ, D., 2001. Posodobitev poimenovanja sintaksonov, ki nakazujejo (indicirajo) skupine rastišč, njihove podskupine in rastiščne tipe v računalniški bazi CE ZGS: tipkopis. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana, 27 s.
- WILSON, R., ELLING, W., 2004. Temporal instability in tree-growth/climate response in the Lower Bavarian Forest region: implications for dendroclimatic reconstruction. *Trees-Structure and Function* 18, 19-28.
- ZGS, 2008. Zbirka podatkov s stalnih vzorčnih ploskev. Zavod za gozdove Slovenije.

#