

GDK: 228:176.1 *Fagus sylvatica* (497.4)=163.6

Prispelo / Received: 22. 9. 2008

Sprejeto / Accepted: 13. 11. 2008

Izvorni znanstveni članek

Original scientific paper

RAZŠIRJENOST BUKVE IN STRUKTURNE ZNAČILNOSTI BUKOVIH SESTOJEV V SLOVENIJI

Andrej FICKO¹, Matija KLOPČIČ², Dragan MATIJAŠIČ³, Aleš POLJANEC⁴, Andrej BONČINA⁵

Izvleček

S podatki po odsekih (N=70.474) in 5-arskih vzorčnih ploskvah (N=81.642) Zavoda za gozdove Slovenije smo analizirali razširjenost in strukturne značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji. Z modelom logistične regresije smo opisali prostorsko razširjenost bukve; njeno razširjenost statistično značilno ($p < 0,001$) pojasnjujejo okoljske (matična podlaga, nagib, povprečna letna temperatura, produktivnost rastišča (Rk), skalovitost in kamnitost) ter sestojne spremenljivke (sestojni tip). Bukev se najpogosteje pojavlja v območjih s povprečno letno temperaturo 5-10 °C, na zmerno produktivnih rastiščih na karbonatni podlagi z večjimi nagibi kamnitega in skalovitega terena. Gostote bukovih sestojev v Sloveniji so visoke, število dreves dosega 633 ha⁻¹, sestojna temeljnica pa 30,3 m²ha⁻¹, hkrati je opazna velika variabilnost sestojnih gostot znotraj istih sestojnih tipov. V Sloveniji in Evropi je opazno povečevanje deleža bukve v skupni lesni zalogi gozdov ter hkrati širjenje bukve v gozdnem prostoru.

Ključne besede: *Fagus sylvatica*, bukovi gozdovi, razširjenost, struktura sestojev, Slovenija

THE DISTRIBUTION OF BEECH AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF BEECH STANDS IN SLOVENIA

Abstract

We analysed the distribution and structural characteristics of beech forests from databases of the forest sub-compartments (N= 70,474) and 5 a permanent sample plots (N= 81,642) of the Slovenian Forest Service (SFS). We described the distribution of beech with logistic regression model; we found that environmental variables (bedrock, slope, mean annual temperature, site productivity, stoniness and rockiness of the site) and stand type have statistical significant influence on horizontal distribution of beech ($p < 0.001$). Beech is most likely to be found in stands at moderate productivity sites on carbonate bedrock with higher slopes and stoniness, in the zone of mean annual temperature from 5 °C to 10 °C. The density of beech stands is high; the average number of trees is 633 ha⁻¹, the mean stand basal area is 30.3 m²ha⁻¹. Beside this, high variability of stand densities within stand types is also observed. In Slovenia and Europe, further increase of beech proportion in total growing stock and the expansion of beech forest area have been observed over the past few decades.

Key words: *Fagus sylvatica*, beech forests, distribution, stand structure, Slovenia

UVOD INTRODUCTION

Gozdovi pokrivajo kakih 58 % slovenskega ozemlja (ZGS 2006), skupaj z zaraščajočimi se površinami pa že okrog 66 % (Statistični letopis 2007). Bukev je med najpogostejšimi drevesnimi vrstami v Sloveniji in zatorej sooblikuje gozdne sestoje na pretežnem delu gozdnega prostora Slovenije. Sedanja drevesna sestava gozdov je rezultat vplivov iz razmema daljne preteklosti, na primer oglarjenja (VEBER 1986; CENČIČ 2000), kot tudi vplivov iz »bližnje« preteklosti, na primer izjemne gradacije smrekovih podlubnikov v zadnjih letih (JURC 2007) ali pa hiranja jelke v zadnjih štiridesetih letih (MLINŠEK, 1964, BRINAR 1974). Med antropogenimi

vplivi velja omeniti tudi druge, kot na primer lovno gospodarjenje (KOTAR 1987, ADAMIČ 2004), ki z upravljanjem (številčnosti) populacij velikih rastlinojedov pomembno vpliva na procese pomlajevanja in s tem tudi na drevesno sestavo in zgradbo gozdnih sestojev (JARNI / ROBIČ / BONČINA 2004). Z gozdnogojitvenimi sistemi najbolj aktivno vplivamo na razvoj gozdov (DIACI 2006, BONČINA 1994, PREBEVŠEK 1998, BONČINA/MIKULIČ 1998). Eden izmed pogojev za sonaravno gospodarjenje z gozdovi je poznavanje stanja gozdnih sestojev in gozdnih rastišč ter razvojnih značilnosti gozdnih sestojev. Stanje in razvojne analize gozdov lahko analiziramo na različnih ravneh – od posameznih sestojev prek rastišnogojitvenih razredov, revirjev, območij pa do nacionalne ali še širše ravni. Največ dosedanjih raziskav

¹ A. F., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana; andrej.ficko@bf.uni-lj.si

² M. K., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana; matija.klopccic@bf.uni-lj.si

³ D. M., Zavod za gozdove Slovenije; Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SI-1000 Ljubljana; dragan.matijsic@zgs.gov.si

⁴ dr. A. P., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana; ales.poljanec@bf.uni-lj.si

⁵ dr. A. B., UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire; Večna pot 83, SI-1000 Ljubljana; andrej.boncina@bf.uni-lj.si

bukovih gozdov v Sloveniji je bilo opravljenih na sestojni ravni. Kotar s sodelavci je na podlagi podrobne analize dreves in sestojev na vzorčnih ploskvah za izbrane gozdnovegetacijske enote bukovih gozdov analiziral zgradbo bukovih sestojev, priraščanje dreves in sestojev, ocenil produkcijsko sposobnost analiziranih rastišč, raziskoval tudi pojavnost rdečega srca (KOTAR 1989, KOTAR 1994, KADUNC 2006). Nekatere raziskave so posegale tudi na pomlajevanje bukovih gozdov (ROŽENBERGAR s sod. 2007) ter na študij prostorske porazdelitve dreves v bukovih in jelovo-bukovih sestojih (KOTAR 1993, BONČINA 1997). Z nekaj izjemami (MARINČEK 1987, EMBORG s sod., 2004) v zadnjih nekaj desetletjih nismo zasledili celostnega pregleda bukovih gozdov v Sloveniji, čeprav pri nas in v tujini narašča zavedanje, da postaja bukev z ekološkega in ekonomskega vidika vse bolj pomembna drevesna vrsta gozdnih sestojev.

Namen prispevka je pokazati razširjenost bukve v gozdnem prostoru Slovenije ter strukturne značilnosti bukovih sestojev. S pregledom sestojnih značilnosti bukovih gozdov v tujini in strukturnih sprememb bukovih gozdov v nekaterih evropskih državah želimo prikazati značilne razvojne spremembe glede razširjenosti in strukturnih parametrov bukovih sestojev na pretežnem delu njenega osrednjega areala v Evropi.

METODE *METHODS*

ANALIZA PODATKOV PO ODSEKIH *DATA ANALYSIS IN SUB-COMPARTMENTS*

S pomočjo datotek o gozdnih fondih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS 2006, 2007a) smo analizirali nekatere značilnosti razširjenosti in pojavljanja bukve. Na ravni odsekov smo analizirali podatke o gozdnih fondih iz treh datotek (Odseki.dbf, Drevna.dbf in Razfaz.dbf). Skupno smo analizirali 70.474 zapisov na ravni odsekov, ki pokrivajo celotno Slovenijo, povprečna velikost odseka znaša 16,5 ha. Podatki so zaradi narave pridobivanja v povprečju stari 5 let, podatkovna zbirka se z obnovami načrtov gospodarskih enot stalno aktualizira. Ker so nas zanimale značilnosti pojavljanja in razširjenosti bukve, smo v nadaljnjo obdelavo zajeli le odseke, v katerih se pojavlja bukev. Kriterij izbora odsekov je bila torej lesna zaloga bukve, večja od nič. Pri prikazu razširjenosti bukve v gozdnih združbah smo upoštevali po površini prevladujočo gozdno združbo v odseku. Vse gozdne združbe na ravni asociacije, v katerih se pojavi bukev v več kot 50 %, smo

združili v rastiščne stratume po metodologiji, ki sta jo pripravila VESELIČ in ROBIČ (2001). Pri poimenovanju združb smo sledili nomenklaturi, ki jo uporablja v svojih podatkovnih bazah Zavod za gozdove Slovenije (ZGS 2006, ROBIČ 2003). Podatke o gozdnih fondih po odsekih smo dopolnili z okoljskimi spremenljivkami: povprečna letna temperatura (ARSO 2004a), povprečne letne padavine (ARSO 2004b), nagib, nadmorska višina, variacijski razmik nadmorske višine, prevladujoča ekspozicija, variabilnost ekspozicij, kamnitost in skalovitost, rastiščni koeficient, delež zgodnjih sukcesijskih stadijev v odseku in matična podlaga (ZGS 2006).

Horizontalno razširjenost bukve smo prikazali po odsekih glede na delež bukve v lesni zalogi odseka in po sestojih glede na lesno zalogo bukve v sestoju. Sestojna karta bukve za celotno Slovenijo je bila izdelana na Zavodu za gozdove Slovenije; število poligonov, ki omejujejo sestoje, znaša 297.425.

ANALIZA PODATKOV S STALNIH VZORČNIH PLOSKEV

PERMANENT SAMPLE PLOTS DATA ANALYSIS

Analiza strukturnih značilnosti bukovih sestojev izhaja iz podatkov s stalnih vzorčnih ploskev za celotno Slovenijo (ZGS 2007b), kjer smo kot kriterij izbora ploskve v obdelavo določili lesno zalogo bukve, večjo od 50 % celotne lesne zaloge na ploskvi. Predhodno smo z logičnimi filtri iz obdelave izločili ploskve z očitnimi napakami; analizirani vzorec obsega 23.753 vzorčnih ploskev, velikost posamezne ploskve je 500 m², izjema so ploskve na blejskem območju v velikosti 400 m². Pri združevanju podatkov z različno gostih vzorčnih mrež in izračunih povprečnih vrednosti smo kot utež pri posamezni ploskvi upoštevali vzorčno površino, ki jo ponazarja posamezna ploskev.

STATISTIČNA ANALIZA PODATKOVNIH ZBIK *STATISTICAL DATA ANALYSIS*

Zaradi obsežnosti alfanumeričnih datotek smo podatke v večji meri pripravili s pomočjo programov Fox Pro 2.6 in Map Info Professional 7.8 ter analizirali v SPSS 15.0 in deloma Microsoft Excel 2003 ter prostorsko prikazali v Map Info Professional 7.8. Za pojasnitev dejavnikov, ki vplivajo na prostorsko razširjenost bukve, smo uporabili binarno logistično regresijo (HOSMER / LEMESHOW 1989), algoritem *stepwise forward* v SPSS 15.0, kjer smo kot pozitivne

primere pojavljanja bukve privzeli vse tiste odseke, v katerih bukev doseže vsaj 25 % v lesni zalogi. Pri začetnem naboru neodvisnih spremenljivk smo se omejili na tiste, ki bi lahko najbolj bistveno vplivale na pojavnost bukve. Pri vseh parih neodvisnih spremenljivk smo najprej preverili multikolinearnost, in kjer je korelacijski koeficient med dvema neodvisnima spremenljivkama presegal 0,45 (MAYER s sod. 2005), smo iz analize izločili eno izmed spremenljivk v paru. Zaradi neizpolnjenega pogoja linearnosti med posamezno neodvisno zvezno spremenljivko in logaritmom obetov (logit) odvisne spremenljivke smo vse zvezne spremenljivke kategorizirali (GARSON 2008). V model smo tako vključili 6 kategoričnih spremenljivk (preglednica 2), pri čemer je primerjalni razred za študij obetov vedno prvi. Prilagajanje modela podatkom smo izračunali s pomočjo deviance (D^2) (GUISAN / ZIMMERMANN 2000).

Pri primerjavi strukturnih značilnosti bukovich sestojev v Sloveniji z referenčnimi vrednostmi smo uporabili dostopne podatke iz tujih nacionalnih inventur in znanstvenih člankov. Pregled razvojnih dogajanj v nekaterih evropskih državah temelji večinoma na pregledu podatkov nacionalnih inventur in literature.

REZULTATI

RESULTS

RAZŠIRJENOST BUKVE V GOZDNEM PROSTORU SLOVENIJE

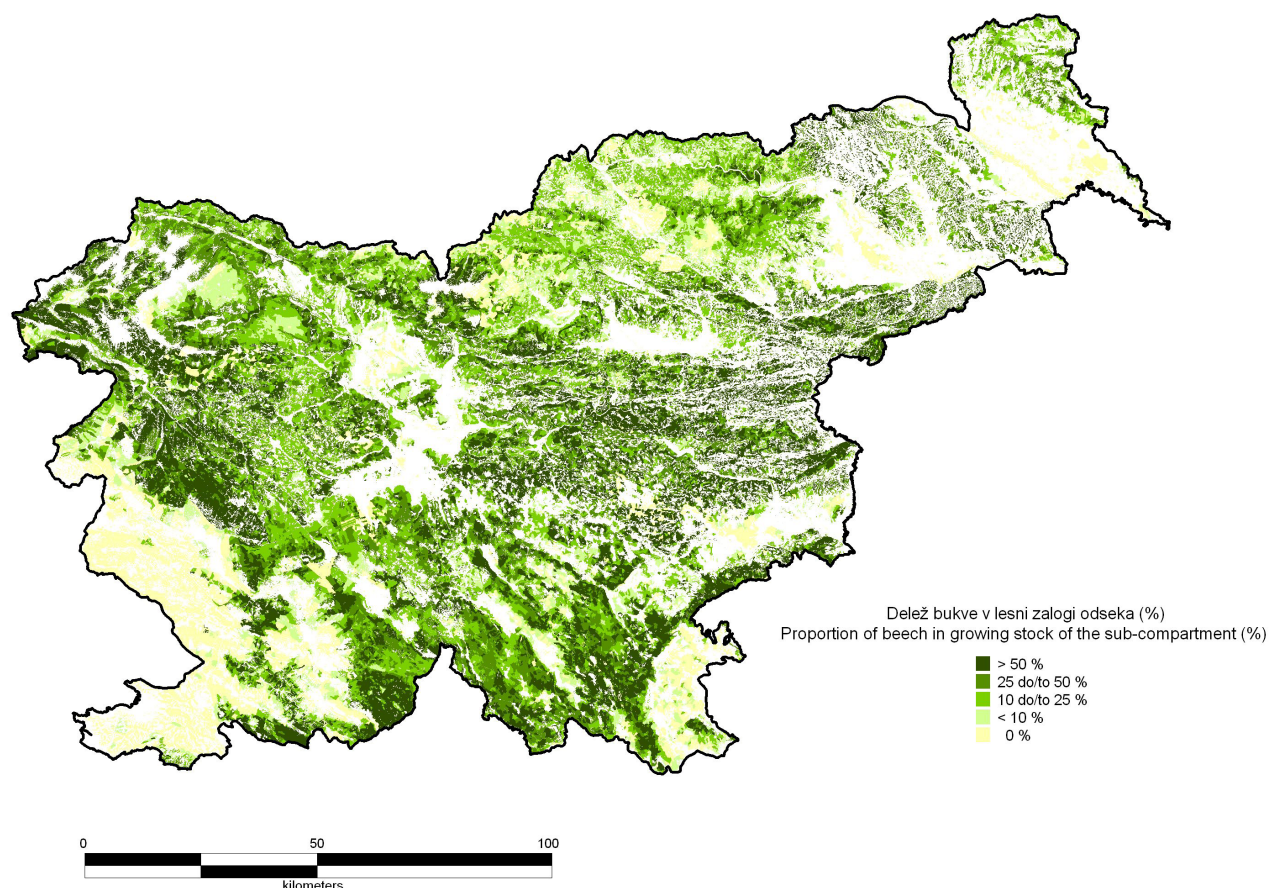
DISTRIBUTION OF BEECH IN THE WOODLAND OF SLOVENIA

Horizontalna razširjenost

Horizontal distribution

Bukev je med najpogostejšimi drevesnimi vrstami v Sloveniji. Najdemo jo na skoraj 89 % površine slovenskih gozdov (preglednica 1, slika 1). Pojavlja se predvsem kot graditeljica oziroma sograditeljica sestojev, saj na skoraj 60 % površine gozdov, kjer uspeva, njen delež v lesni zalogi presega 25 %. Kot prevladujočo drevesno vrsto - z deležem v drevesni sestavi nad 50 % - jo najdemo na dobrih 28 % površine gozdov, v katerih uspeva, oziroma na četrtini vseh gozdov (slika 1).

Karta bukovich odsekov (slika 1) in sestojna karta (slika 2) kažeta, da bukve ne najdemo na nižinskih hidromorfnihih tleh, v alpskem pasu, v mraziščih in na zelo ekstremnih sušnih ra-



Slika 1: Horizontalna razširjenost bukve v odsekih glede na delež v lesni zalogi

Fig. 1: Horizontal distribution of beech in sub-compartments according to beech proportion in growing stock

stiščih ter povsod tam, kjer jo je zaradi preteklega gospodarjenja izrinila smreka ali kaka druga vrsta. Razlike med sestojno karto in karto pojavljanja bukke v odsekih izhajajo iz povprečne velikosti osnovne grafične enote, ki za sestojno karto znaša 3,98 ha, za karto razširjenosti bukke v odsekih pa 16,5 ha.

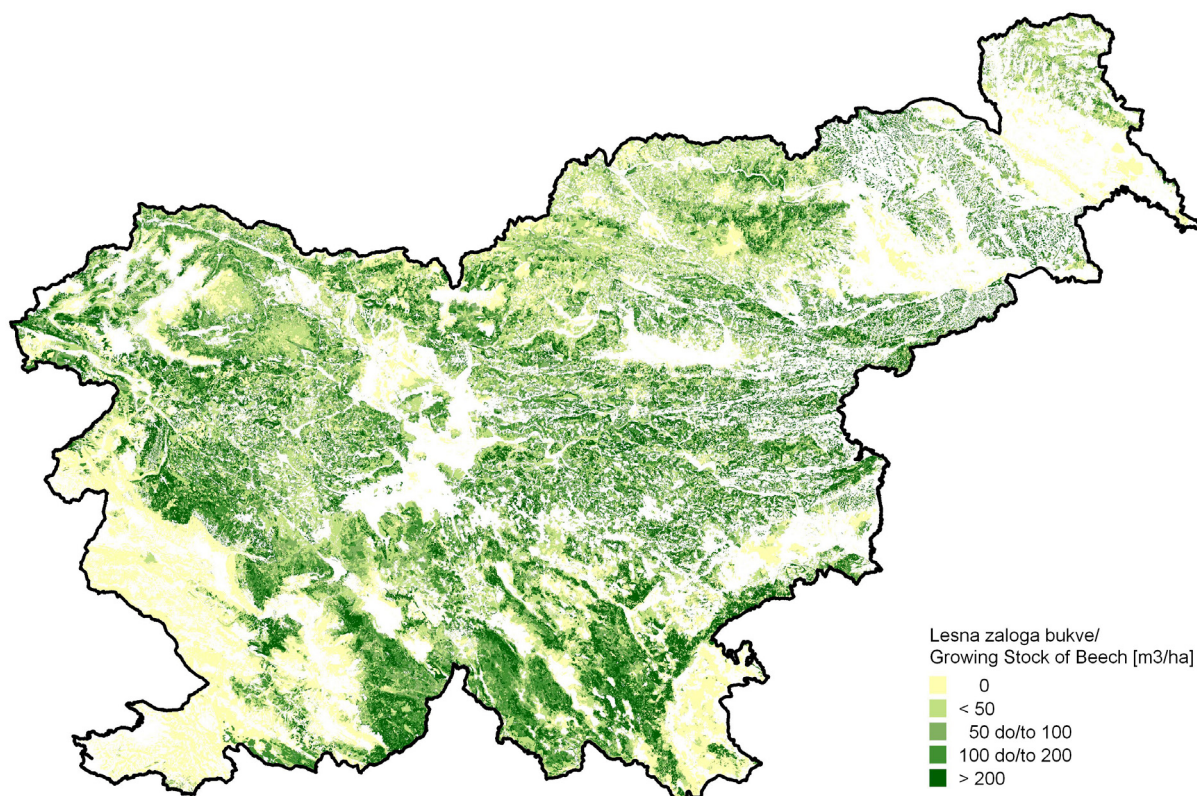
Analiza podatkovnih zbirk na ravni odsekov kaže, da bukev ne uspeva na 11,3 % celotne površine gozdov, največ v območjih, kjer ni bukovih zonalnih gozdov (submediteransko in subpanonsko fitogeografsko območje), ali pa na območjih, kjer zaradi neugodnih rastiščnih razmer bukev ni konkurenčna. Na več kot 50 % površine gozdov se bukev pojavi v de-

ležu, ki presega 25 % lesne zaloge, najvišji delež dosega v brežiškem in celjskem območju, sledijo jima bukovni gozdovi v GGO Tolmin ter območje bukovih in jelovo-bukovih gozdov v GGO Postojna in Kočevje. Bukev ni prevladujoča v slovenjegraškem območju, sežanskem in murskosoboškem območju (slika 1 in slika 2). V vseh treh območjih se bukev obilneje pojavlja na manj kot tretjini celotne površine. Glede na lesno zalogo lahko prav tako sklenemo, da je bukev najbolj pogosta v GGO Brežice, Tolmin in Celje (41-46 % v lesni zalogi), najmanj pa v Sežani, Nazarjah in Murski Soboti (okrog 17 % v lesni zalogi).

Preglednica 1: Površina gozdov v Sloveniji glede na (a) delež bukke v lesni zalogi in (b) lesno zalogo bukke

Table 1: Forest area in Slovenia according to (a) beech proportion in growing stock of stands and (b) growing stock of beech

(a)		(b)	
Delež bukke v lesni zalogi sestojev Beech share in total growing stock (%)	Delež površine gozdov Proportion of total forest area (%)	Lesna zaloga bukke Growing stock of beech (m ³ /ha)	Delež površine gozdov Proportion of total forest area (%)
0	11,3	0	12,0
≤ 5,00	10,9	≤ 10	8,9
5,01-25,00	26,3	10,1-50	22,3
25,01-50,00	26,3	50,1-100	21,8
50,01-75,00	18,1	100,1-200	27,0
75,01-100,00	7,2	≥ 200,1	8,1



Slika 2: Sestojna karta bukke v Sloveniji glede na njeno lesno zalogo

Fig. 2: Stand map of beech in Slovenia according to its growing stock

Preglednica 2: Spremenljivke in njihova kategorizacija ter koeficienti v logističnem modelu pojavljanja bukve (devianca v modelu znaša $D^2=0,15$)

Table 2: Variables and their categorisation and estimated coefficients in the logistic regression model of beech distribution (deviance of the model $D^2=0,15$)

Spremenljivka in kategorija Variable and variable categorisation	Ocena parametra Parameter estimation	St. napaka St. error	Waldova statistika Wald statistic	SP DF	p-vrednost p-value	Razmerje obetov Odds ratio	95 % interval zaupanja za razmerje obetov 95,0% C.I. for odds ratio
Skalovitost in kamnitost (%) / Stoniness (%)	SKAL = 0 %				0,000	1	
	SKAL > 0 %	0,234	105,656	1	0,000	1,264	1,209-1,321
Rastišni koeficient po Koširju (1979) / Site coefficient Rk	Rk=1		2867,171		0,000	1,000	
	Rk=3	1,054	228,022	1	0,000	2,868	2,502 - 3,289
	Rk=5	1,006	322,227	1	0,000	2,733	2,449 - 3,051
	Rk=7	1,667	1093,959	1	0,000	5,297	4,799 - 5,847
	Rk=9	1,910	1472,802	1	0,000	6,754	6,126 - 7,446
	Rk=11	1,665	1159,077	1	0,000	5,287	4,804 - 5,819
Matična podlaga / Bedrock	Rk=13,15,17	-0,614	49,831	1	0,000	0,541	0,456 - 0,642
	Karbonatna / Carbonate		2226,485		0,000	1,000	
	Mešana / Mixed	-0,202	30,478	1	0,000	0,817	0,761 - 0,878
Nagib (°) / Slope (°)	Nekarbonatna / Non-Carbonate	-1,037	2127,313	1	0,000	0,355	0,339 - 0,370
	0 °		3137,915		0,000	1,000	
	0-15 °	2,089	699,970	1	0,000	8,075	6,917 - 9,426
	15-20 °	2,686	1123,316	1	0,000	14,674	12,541 - 17,169
	20-30 °	2,924	1359,508	1	0,000	18,607	15,929 - 21,736
Delež grmišč, panjeveev, listnikov (%) / Share of succession forests (%)	≥ 30 °	3,295	1668,218	1	0,000	26,974	23,029 - 31,594
	GRM < 5 %				0,000	1,000	
	GRM ≥ 5 %	-0,423	154,001	1	0,000	0,655	0,613 - 0,700
	≤ 5 °C		1591,525		0,000	1,000	
	5-6 °C	0,520	133,433	1	0,000	1,682	1,540 - 1,837
	6-7 °C	0,514	150,510	1	0,000	1,672	1,540 - 1,815
	7-8 °C	0,496	166,779	1	0,000	1,642	1,523 - 1,770
	8-9 °C	1,036	731,287	1	0,000	2,819	2,615 - 3,039
	9-10 °C	1,179	786,807	1	0,000	3,250	2,993 - 3,529
	10-11 °C	-0,810	41,560	1	0,000	0,445	0,348 - 0,569
Povprečna letna temperatura (°C) / Mean annual temperature (°C)	11-12 °C	-2,815	68,712	1	0,000	0,060	0,031 - 0,117
	> 12 °C	-2,49,624	1,9E-102	1	1,000	3,9E-109	0,000

Prostorsko razširjenost bukve v gozdovih Slovenije smo opisali z logističnim modelom šestih spremenljivk, ki ob mejni vrednosti 0,500 pravilno razvršča 69,0 % negativnih primerov (bukve je manj kot 25 % lesne zaloge) in 65,6 % pozitivnih primerov (bukve je več kot 25 % lesne zaloge). Devianca v modelu znaša $D^2 = 0,15$.

Rezultate binarne logistične regresije (preglednica 2) lahko strnemo v naslednje ugotovitve:

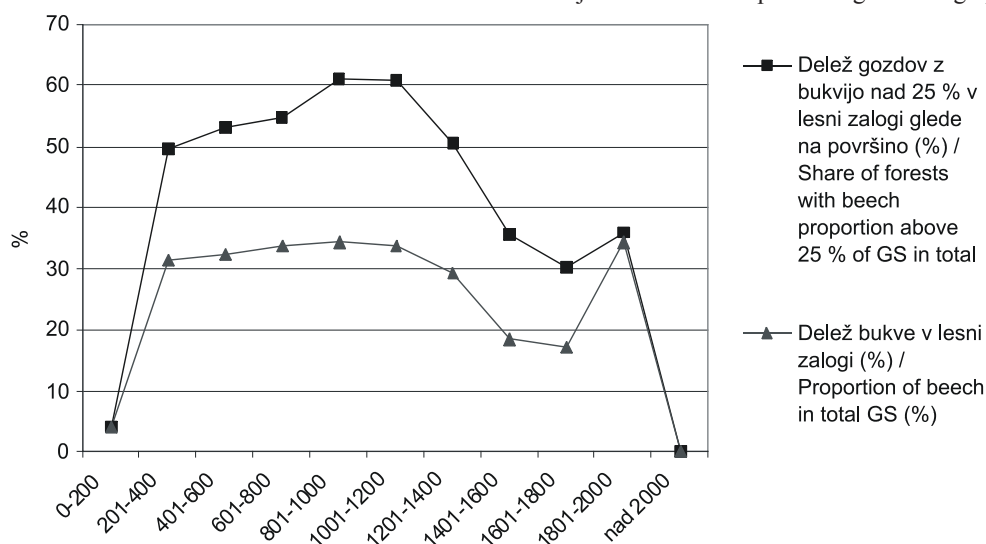
- Temperatura značilno vpliva na pojavljanje bukve, vendar pa se verjetnost za pojav bukve nemonotono spreminja z višanjem povprečne letne temperature. Velja, da je na območjih, kjer je povprečna letna temperatura višja kot 5 °C in manjša ali enaka 10 °C, verjetnost za pojav bukve višja v primerjavi s predeli, kjer povprečna letna temperatura ne preseže 5 °C. Razmerje obetov raste od 1: 1,7 za razred povprečne letne temperature 5-6 °C do 1: 3,2 za razred povprečne letne temperature 9-10 °C. To pomeni, da je verjetnost za pojav bukve na območjih s povprečno letno temperaturo 9-10 °C več kot trikrat večja kot na območjih s povprečno temperaturo pod 5 °C. Z nadaljnjim naraščanjem povprečne letne temperature se verjetnost pojavljanja bukve zmanjšuje, kar pomeni, da je verjetnost za pojav bukve na bolj hladnih (do 5°C) rastiščih višja kot na toplejših območjih (nad 10 °C),
- Verjetnost za pojav bukve se glede na najbolj siromašna rastišča ($R_k = 1$) povečuje do $R_k = 9$, ko razmerje obetov doseže najvišjo vrednost (1: 6,7), zatem pa se z večanjem produktivnosti rastišč verjetnost za pojav bukve zmanjšuje. Na najbolj bogatih rastiščih ($R_k = 13, 15$ in 17) je verjetnost za pojav bukve manjša kot na najbolj siromašnem rastišču z $R_k = 1$.

- Verjetnost pojavljanja bukve na mešani karbonatni-silikatni podlagi je za 18,3 % manjša v primerjavi s karbonatno podlago (razmerje obetov med kategorijo karbonatna podlaga in mešana podlaga je 1: 0,8), verjetnost pojavljanja bukve na nekarbonatni podlagi pa je v primerjavi s karbonatno manjša za okrog 64 % (razmerje obetov 1: 0,3).
- Verjetnost pojavljanja bukve na skalovitih rastiščih je večja za faktor 1,3 v primerjavi z rastišči, kjer ni skalovitosti in kamnitosti.
- Verjetnost za pojav bukve se povečuje z večanjem nagiba v odseku (razmerje obetov za pojav bukve v odsekih na ravnini in tistimi, kjer nagib preseže 30°, je kar 1: 27).
- Obstoj grmišč, panjevcev in steljnikov v odseku že v razmeroma nizkem deležu (5%) nakazuje na nižjo verjetnost za pojav bukve. Če delež omenjenih sestojnih tipov v odseku preseže 5 %, se zmanjša verjetnost za pojav bukve za kakih 34 % (razmerje obetov ob spremembi spremenljivke iz primerjalnega razreda v zadnji razred je 1:0,6).

Vertikalna razširjenost bukve v Sloveniji

Vertical distribution of beech in Slovenia

Bukev je pomembna graditeljica gozdnih sestojev v pasu 200 -1400 m n.v. V tem vertikalnem razponu predstavlja približno tretjino lesne zaloge sestojev. Hkrati več kot polovico celotne gozdne površine v tem pasu pokrivajo sestoji z deležem bukve, ki ni manjši od 25 % lesne zaloge (slika 3); izjema je pas 200-400 m, kjer bukovi sestoji z deležem bukve nad 25 % pokrivajo nekaj manj kot 50 % gozdne površine. V pasu 800-1200 m je prevlada bukve najbolj izrazita, saj bukve ne najdemo le na 2 % površine gozdov tega pasu. Bukev se



Slika 3: Značilnosti vertikalne razširjenosti bukve

Fig. 3: The characteristics of vertical occurrence of beech

manj obilno pojavlja v pasu pod 200 m n.v. in pa deloma nad 1600 m, vendar je površina gozdov teh višinskih pasov v primerjavi s preostalo površino skoraj zanemarljiva.

Pojavljane bukve v gozdnih združbah

The occurrence of beech in forest associations

Bukev se v Sloveniji pojavlja v kar 89 združbah na ravni asociacije od 96 opisanih v gozdarskem informacijskem sistemu. Med gozdnimi združbami, kjer raste bukev, zavzemajo največje površine *Hacquetio-Fagetum* (82.466 ha), *Abieti-Fagetum* (77.718 ha), *Blechno-Fagetum* (64.379 ha), *Luzulo-Fagetum* (56.929 ha), *Hedero-Fagetum* (55.074 ha), *Anemone-Fagetum* (32.981 ha) in *Quercu-Carpinetum* (30.148 ha), kar pomeni približno 50 % gozdne površine, kjer se pojavlja bukev. Predstavljamo samo tiste gozdne združbe (skupno 11 asociacij), v katerih zavzema bukev več kot 50 % lesne zaloge:

- Najvišji delež v lesni zalogi (74 %) doseže v združbi *Fagetum-subalpinum*. Obilneje se pojavlja še v združbah *Festuco drymaea-Fagetum* (69,5 %), *Orvalo-Fagetum* (69,2 %), *Isopyro-Fagetum* (66,0 %), *Festuco-Abietetum* (60,9 %), *Enneaphyllo-Fagetum* (58,0 %), *Adenostylo glabrae-Fagetum* (57,3 %), *Seslerio-Fagetum* (56,6 %), *Pinetum-mughi* (55,7 %), *Arunco-Fagetum* (53,9 %) in *Fagetum submontanum praealpinum* (51,3 %).
- Prostorsko najbolj razširjena bukova združba je *Hacquetio-Fagetum*, v kateri bukev zavzema 47,7 % lesne zaloge.
- Združbe, v katerih zavzema bukev več kot 50 % lesne zaloge, lahko razvrstimo v naslednje rastiščne stratume:
 - * Montanska in altimontanska bukovja na karbonatih (41.305 ha), kamor smo vključili združbe: *Enneaphyllo-Fagetum*, *Orvalo-Fagetum* in *Adenostylo glabrae-Fagetum*.
 - * Neconalna bukovja na karbonatih (35.240 ha), kamor smo vključili združbe: *Seslerio autumnalis-Fagetum*, *Arunco-Fagetum* in *Isopyro-Fagetum*.
 - * Bukovja na nekarbonatih (512 ha): združba *Festuco drymaea-Fagetum*.
 - * Subalpska bukovja (504 ha): združba *Fagetum subalpinum* syn. *Polysticho lonchitis-Fagetum*.
 - * Skrajnostna rastišča gozdne, obgozdne in grmiščne vegetacije (1.143 ha): združba *Pinetum mugo croaticum*.
 - * Primarna in sekundarna smrekovja in jelovja (245 ha): združba *Festuco-Abietetum*.

STRUKTURNE ZNAČILNOSTI BUKOVH SESTOJEV STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF BEECH STANDS

Sestojni tipi v bukovih gozdovih

Stand types in beech forests

Deleži posameznih sestojnih tipov se v bukovih gozdovih (preglednica 3) ne razlikujejo bistveno od deležev v vseh gozdovih (ZGS 2006). Iz primerjave površin sestojnih tipov na celotni gozdni površini Slovenije s površinami v bukovih sestojih lahko ugotovimo, da imamo v bukovih sestojih (delež bukve nad 50 %) nekoliko višji delež mladovij (6,0 % : 5 %) in debeljakov (40,2 % : 37,3 %) ter pomlajencev (8,6 % : 8,4 %), deleži drugih razvojnih faz pa se komajda razlikujejo. Potrdimo lahko tudi, da so sestoji s tipično prebiralno zgradbo, v katerih ima bukev več kot 50 % v lesni zalogi, redki. Pokrivajo le 1.660 ha gozdne površine.

Gostota bukovih sestojev

Beech stand density

Na podlagi podatkov s stalnih vzorčnih ploskev (N=23.733) ugotavljamo, da je povprečna lesna zaloga bukovih sestojev (delež bukve > 50 % LZ) in pripadajoči 95 % interval zaupanja 394 ± 3 m³/ha. Najvišje lesne zaloge dosegajo tipični prebiralni gozdovi (435 ± 19 m³/ha) in debeljaki (431

Preglednica 3: Površine in povprečna velikost sestojnih tipov v bukovih gozdovih

Table 3: Areas and mean size of stand types in beech forests

Sestojni tip <i>Stand type</i>	Delež sestojne- ga tipa* <i>Proportion of stand type*</i> (%)	Povprečna veli- kost sestojev* <i>Mean size of stand*</i> (ha)
Mladovje / <i>Youth stands</i>	6,0	1,73
Drogovnjaki / <i>Pole stands</i>	40,4	3,98
Debeljaki / <i>Timber phase</i>	40,2	5,08
Pomlajenci / <i>Stands in reg.</i>	8,6	2,92
Preb. gozd / <i>Selection forests</i>	0,6	5,98
Panj./Op.panj / <i>Coppice</i>	2,3	7,81
List., stelj / <i>Litter forests.</i>	0,3	7,30
Grmišča / <i>Early succesion forests</i>	1,7	5,34
Skupaj / <i>Total</i>	100	4,46

* samo v gozdovih z deležem bukve nad 50 % v lesni zalogi / *in forests with beech share higher than 50 % in growing stock*

$\pm 4 \text{ m}^3/\text{ha}$), sledijo pa jim drogovnjaki ($390 \pm 6 \text{ m}^3/\text{ha}$), raznomerni sestoji ($373 \pm 26 \text{ m}^3/\text{ha}$) in sestoji v obnovi ($324 \pm 8 \text{ m}^3/\text{ha}$).

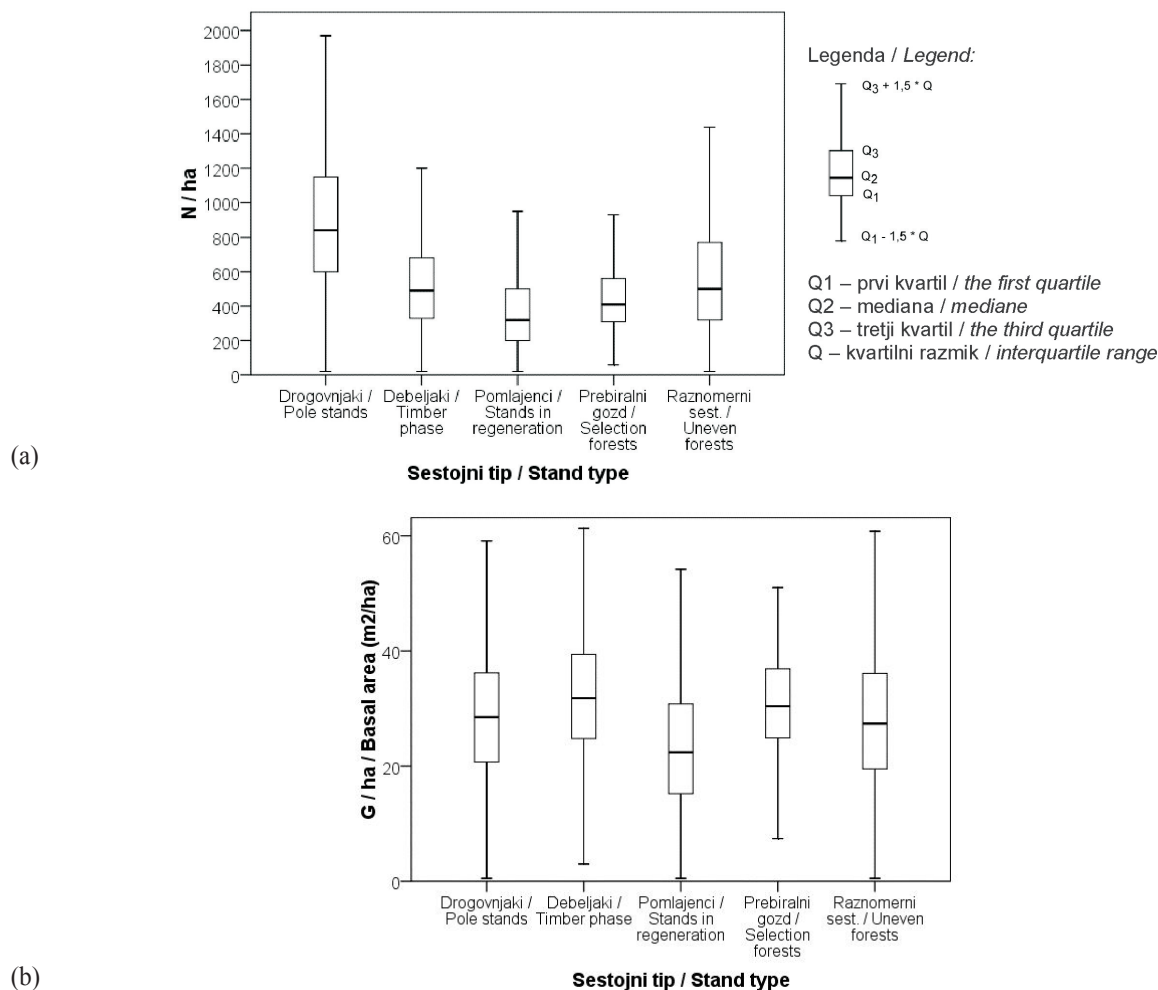
Povprečno število dreves v bukovih sestojih je $633/\text{ha} \pm 6$. Najvišja gostota je v drogovnjakih, kjer je v povprečnem sestoju 934 ± 14 dreves/ha. Število dreves se v debeljakih zmanjša na $550/\text{ha} \pm 6$ in v sestojih v obnovi na $421/\text{ha} \pm 14$. Posamično in skupinsko-raznomerni sestoji (616 ± 26 dreves/ha) imajo dokaj visoko število dreves, prav tako so gosti tipični prebiralni gozdovi (453 ± 29 dreves/ha).

Povprečna temeljnica bukovih sestojev znaša $30,34 \pm 0,18 \text{ m}^2/\text{ha}$. Najvišja je v debeljakih ($33,13 \pm 0,24 \text{ m}^2/\text{ha}$) in v tipičnih prebiralnih sestojih ($31,12 \pm 1,18 \text{ m}^2/\text{ha}$), v drogovnjakih ($29,82 \pm 0,37 \text{ m}^2/\text{ha}$) in raznomernih gozdovih ($29,47 \pm 0,88 \text{ m}^2/\text{ha}$) nekoliko nižja, v sestojih v obnovi pa znaša $24,87 \pm 0,54 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Podatki kažejo tudi na veliko variabilnost gostote bukovih sestojev (slika 4), tako v številu dreves kot v sestojni temeljnici. Največja variabilnost števila dreves je v drogovnjakih, kjer

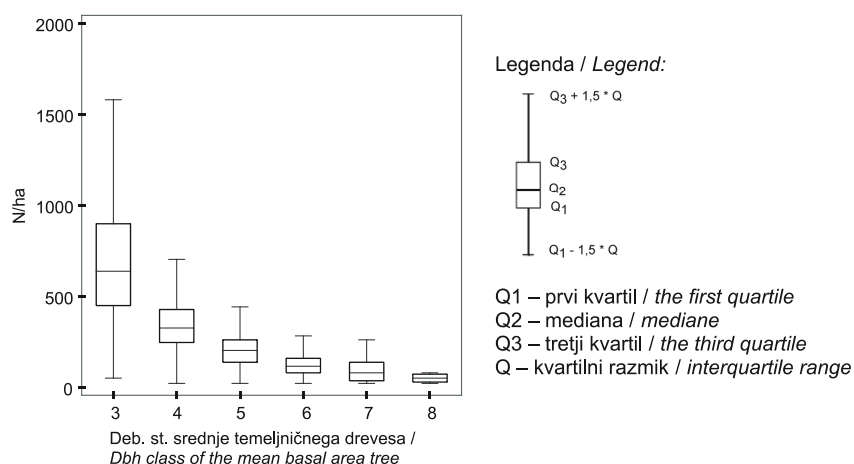
se na 50 % ploskev gostote gibajo od 600 do 1150 dreves/ha, najvišje vrednosti v drogovnjakih pa dosežejo tudi do 1975 dreves/ha, neupoštevaje posamezne vrednosti, ki se bistveno razlikujejo od drugih vrednosti (so višje kot tretji kvartil + 1,5-kratnik kvartilnega razmika). Tudi sestojna temeljnica v drogovnjakih močno variira; na 95 % ploskev se vrednosti gibajo med $11,0 \text{ m}^2/\text{ha}$ in $53,10 \text{ m}^2/\text{ha}$, na polovici pa od $20,70 \text{ m}^2/\text{ha}$ do $36,20 \text{ m}^2/\text{ha}$. Najmanjše razlike v gostotah smo opazili v prebiralnih gozdovih, kjer se na 50 % ploskev število dreves giblje od 310 do 560 dreves/ha, temeljnica pa od $24,90 \text{ m}^2/\text{ha}$ do $36,90 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Za bukove sestoje je značilna tudi velika variabilnost gostote glede na premer srednje temeljničnega drevesa (slika 5). Najvišjo variabilnost v številu drevja izkazujejo mlajši sestoji s premerom srednje temeljničnega drevesa 10-15 cm, kjer koeficient variacije znaša 59 %. Tudi za starejše bukove sestoje podatki kažejo na veliko variabilnost v gostoti, saj se koeficient variacije števila dreves tudi pri večjih premerih giblje okrog 50 %.



Slika 4: Število dreves/ha (a) in temeljnica/ha (b) v bukovih gozdovih po sestojnih tipih

Fig. 4: The number of trees/ha and stand basal area/ha for different stand types in beech forests



Slika 5: Značilnosti gostote bukovich sestojev glede na premer srednje temeljničnega drevesa

Fig. 5: Density of beech stands in relation to diameter of the mean basal area tree

Debelinska struktura

Dbh structure

Podrobnejša analiza strukture lesne zaloge bukve v Sloveniji pokaže, da 85 % lesne zaloge bukve spada v razred do pod 50 cm premera, od tega skoraj polovica v razred do pod 30 cm (preglednica 4), kar zgovorno govori o razmeroma mladih bukovich sestojih. Med območja z nizkim deležem debelega drevja in visokim deležem tankega drevja bukve sodita sežansko in blejsko gozdnogospodarsko območje, medtem ko je delež debelega drevja opazno največji v kočevskem območju.

RAZPRAVA DISCUSSION

RAZŠIRJENOST BUKVE BEECH DISTRIBUTION

Bukev nekateri upravičeno imenujejo najuspešnejša rastlinska vrsta srednje Evrope (LEUSCHNER / MEIER / HERTEL 2006); njena razmeroma široka ekološka in fitocenološka amplituda ji omogoča, da se družijo s številnimi drevesnimi vrstami. DAKSKOBLER (2008) na primer navaja, da lahko že na razmeroma majhni zračni razdalji v podrast najnižje ležečih

Preglednica 4: Značilnosti strukture lesne zaloge bukve po gozdnogospodarskih območjih

Table 4: The characteristics of growing stock of beech (*Fagus sylvatica* L.) in forest management regions (FMR)

GGO FMR	Skupna lesna zaloga na ha GS of all stands m ³ /ha	Lesna zaloga bukve na ha GS of beech m ³ /ha	Lesna zaloga bukve v razš. razredu A / B / C Share of GS of beech in diameter class A / B / C (%)
Tolmin	212	97,7	46,4 / 43,2 / 10,4
Bled	269	63,0	45,8 / 44,9 / 9,3
Kranj	314	75,6	41,1 / 46,0 / 12,9
Ljubljana	247	87,7	40,9 / 45,1 / 13,9
Postojna	252	88,9	39,1 / 48,3 / 12,6
Kočevje	296	108,6	30,0 / 48,5 / 21,5
Novo mesto	252	89,6	35,8 / 46,3 / 18,0
Brežice	254	116,9	41,9 / 43,6 / 14,4
Celje	266	110,1	40,3 / 47,0 / 12,7
Nazarje	312	55,3	38,5 / 46,9 / 14,5
Slovenj Gradec	322	34,0	45,8 / 42,6 / 11,6
Maribor	306	88,5	33,7 / 47,4 / 18,9
Murska Sobota	231	42,9	39,7 / 42,1 / 18,2
Sežana	138	24,2	74,3 / 23,6 / 2,1
SLOVENIJA	258	81,9	40,3 / 45,3 / 14,4

bukovih sestojev v Koprskem gričevju in najvišje ležečih bukovih sestojev v južnih Julijskih Alpah ne najdemo več skupnih rastlinskih vrst. Na njen gojitveni in gospodarski pomen pa kaže dejstvo, da kot prevladujoča drevesna vrsta v sestoji nastopa na četrtini celotne površine gozdov v Sloveniji.

Z modelom logistične regresije smo ugotovili, da na razširjenost bukke v Sloveniji statistično značilno ($p < 0,001$) vplivajo okoljske spremenljivke; matična podlaga, nagib, povprečna letna temperatura, rodovitnost rastišča (Rk), skalovitost in kamnitost, ter sestojni tip. Model kaže, da je verjetnost, da bukev doseže vsaj četrtinski delež lesne zaloge v odseku v največji meri odvisna od nagiba, produktivnosti rastišča in povprečne letne temperature. Verjetnost za pojav bukke v odsekih z velikim nagibom je kar sedemindvajsetkrat večja od odsekov na ravnini, prav tako je verjetnost višja tam, kjer je teren skalovit in kamnit. To kaže, da se bukev uspešnejše obilneje pojavlja na bolj ohranjenih in težje dostopnih rastiščih, kjer je spremenjenost drevesne sestave zaradi pretekle rabe gozdov oziroma zemljišč manjša. To ugotovitev je možno deloma podpreti z rezultati obetov za pojav bukke glede na produktivnost rastišča. Bukve očitno dominira na srednje produktivnih rastiščih (Rk = 3, 5, 7, 9, 11), verjetnost za pojav na najbolj produktivnih rastiščih (Rk = 13, 15, 17) pa je manjša v primerjavi z najbolj siromašnim rastiščem (Rk = 1). Rastišča z Rk 13, 15 in 17 ponazarjajo najbogatejša rastišča, ki jih navadno najdemo na manjših nagibih z globokimi tlemi brez skalovitosti.

Bukev je klimaksna drevesna vrsta, zato je razmerje obetov za pojav bukke v grmiščih, stelnikih in panjevcih 1: 0,6 glede na druge razvojne faze. Kot mejo pojavljanja grmišč, stelnikov ali panjevcev v odseku smo upoštevali 5% delež površine odseka, kar kaže na to, da že relativno nizek delež zgodnjih sukcesijskih stadijev vpliva na manjšo verjetnost za pojav bukke.

Bukev se v največji meri pojavlja na karbonatni matični podlagi, primernost gozdnih rastišč z nekarbonatno matično podlago je slabša za kakih 65 % glede na karbonatno podlago, na rastiščih, kjer se mešata karbonatna in nekarbonatna podlaga, pa model prav tako kaže slabšo primernost za uspevanje bukke glede na karbonatno podlago.

Temperatura tudi značilno vpliva na pojavljanje bukke, pri čemer povprečne letne temperature nad 10 °C zmanjšujejo primernost habitata. Izjema je razred s povprečno letno temperaturo nad 12 °C, kjer model ni pokazal statistične značilnosti, vendar je delež gozdov s takšno povprečno temperaturo manjši od 1 %. Velja, da je verjetnost za pojav bukke na bolj

hladnih (povprečna letna temperatura do 5 °C) rastiščih višja kot na toplejših (nad 10 °C), kar je ob pričakovani stopnji rasti povprečne temperature do konca stoletja lahko zaskrbiljujoče. Pri tem ne gre prezreti tudi povezanosti letne količine toplote z manjšo količino padavin, kar lahko okrepi negativne učinke rasti povprečne temperature. Model kaže, da je razmerje obetov za pojav bukke v izotermi 9-10 °C glede na izotermo 10-11 °C kar 1: 7,30. To pomeni, da je verjetnost za pojavljanje bukke pri povprečni letni temperaturi 9-10 °C sedemkrat višja kot pri povprečni letni temperaturi, ki je le za stopinjo višja, ob tem, da drugi okoljski dejavniki ostanejo nespremenjeni.

Pri tem želimo opozoriti, da nekateri okoljski dejavniki, za katere model sicer kaže visoko stopnjo statistične značilnosti, nikoli ne variirajo ločeno, ampak je njihovo spreminjanje lahko sočasno. V takšnih primerih lahko pretoga interpretacija rezultatov vodi v napačne zaključke.

Prostorska razširjenost bukke se je v Evropi v večjem delu njenega naravnega areala zmanjševala praktično več stoletij, v zadnjem stoletju predvsem na račun snovanja hitreje rastočih smrekovih monokultur in sestojev rdečega bora, deloma pa tudi zaradi zakisovanja in evtrofikacije tal. K temu lahko prištejemo še druge večje dogodke, ki so posebej zaznamovali podobo gozdov (2. svetovna vojna, povojna obnova Evrope). KUUSELA (1994) na primer navaja, da je bilo med drugo svetovno vojno v Veliki Britaniji za vojne potrebe posekanih 40 % listnatih in 60 % iglastih gozdov. V Sloveniji so obdobje po drugi svetovni vojni zaznamovale planske sečnje. Kljub temu se je bukev v njenem arealu ohranila predvsem zaradi njene velike konkurenčne sposobnosti; hitrorastoča in sencovzdržna drevesna vrsta lahko z veliko krošnjo v odraslem sestoji zasenči preostale drevesne vrste, poleg tega pa uspeva na različnih tipih tal (DIEKMANN s sod. 1999). V večjem delu njenega srednjeevropskega in atlantskega areala je bil bukvi nenaklonjen tudi način gospodarjenja s kratkimi obhodnjami ter stanje na lesnem trgu (DIEKMANN s sod. 1999). Rahlo pozitivne trende v povečevanju površine gozdov z bukvijo in njenega deleža v lesni zalogi je po podatkih za nekatere evropske države mogoče zaslediti šele v zadnjih desetletjih predvsem kot posledico spremenjenega načina gospodarjenja in deloma tudi obsežnih pogozditev z listavci (HAHN / FANTA 2001, BWI 2 2002).

Na Danskem se je površina bukovih gozdov od leta 1881 do 1990 zmanjšala za 52 % (HAHN / FANTA 2001), nacionalni gozdni program (NGP za Dansko, 2006) predvideva povečanje površine gozdov s sedanjih 11 % na 20-25 % v naslednjih 80-100 letih, predvsem na račun obsežnih pogozdovanj z

listavci, med njimi prav bukve. Medtem ko se delež hrastovih gozdov in gozdov drugih listavcev povečuje vse od leta 1976 naprej, je rahlo povečanje površine bukovih gozdov opazno šele po letu 1990 (UTZON-FRANK / ANDERSEN 2001).

Podatki gozdne inventure za Nemčijo (BWI 2 2002) kažejo, da so se v obdobju od leta 1987 do 2002 najbolj povečale lesne zaloge prav pri listavcih (indeks = 132), vendar se je lesna zaloga bukve v tem obdobju povečala najmanj med vsemi listavci, in sicer za indeks 126 (upoštevaje referenčno leto 1987 in samo zvezne dežele nekdanje ZRN), izraziteje se je povečala lesna zaloga drugih trdih (61 %) in mehkih listavcev (43 %) ter hrasta (29 %). V obdobju med obema inventurama ugotavljajo hitrejšo rast lesnih zalog listavcev kot iglavcev.

Dolgoročne prognoze razvoja gozdov Nemčije kažejo naraščanje višine lesne zaloge. Ta se bo kopičila predvsem v gozdovih s prevladujočimi iglavci, nasprotno pa naj bi se hektarska lesna zaloga v gozdovih s prevladujočo bukvijo znižala s sedanjih 352 m³/ha na 315 m³/ha. Nekoliko manjši padec v povprečni hektarski vrednosti kot pri bukovih gozdovih je po napovedi pričakovati v vseh listnatih gozdovih, ne le tistih, kjer prevladuje bukev, predvsem zaradi povečevanja lesnih zalog drugih listavcev.

V Avstriji se kaže rahlo naraščanje deleža listavcev v zadnjih 15 letih (17, 6 % lesne zaloge v letu 1986 do 19, 0 % v 2002), prav tako pa narašča tudi delež bukve od 9,1 % v letu 1986 do 9,3 % lesne zaloge v letu 2000 (ÖWI 2002).

Primerjava podatkov druge nacionalne gozdne inventure v Švici (BRASSEL / BRÄNDLI 1999) s podatki iz leta 1914, kot jih navaja STIERLIN (1998), kažejo, da se je delež listavcev od leta 1914 do 1995 povečal z 20 % na 34 %. Največji porast deleža kažeta gorski javor in lipa, delež bukve pa se je od leta 1914 do 1995 povečal od 15 % na 18 %.

Glede na naravne danosti pokrivajo nesorazmerno majhno površino bukovi gozdovi tudi na Češkem. Od potencialnih 65,6 % listnatih gozdov jih danes na Češkem najdemo le 22,0 %, bukovi gozdovi pa namesto 37, 9 % površine, ki bi jo pokrivali glede na rastiščne razmere, danes pokrivajo le 5,8 % gozdne površine (VAŠÍCEK 1997). Cilj, ki ga je postavilo ministrstvo za kmetijstvo, je doseči 18 % delež bukovih gozdov prav na račun zmanjševanja površin s smrekjo in deloma z borom.

Nekoliko boljšo sliko kaže Slovaška, kjer je spremenjenost drevesne sestave manjša, površina gozdov z bukvijo pa se je po drugi svetovni vojni do konca stoletja povečala za okrog 5,6 % (FI 1997).

STRUKTURNE ZNAČILNOSTI BUKOVH SESTOJEV STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF BEECH STANDS

Skupna značilnost povojnega gospodarjenja z gozdovi v srednji Evropi in Alpah je odlašanje redčenj zaradi rastočih stroškov dela in pomanjkljivega povpraševanja po srednje debelih sortimentih, kar se kaže v pregostih sestojih (KUUSELA 1994). Obširnejša primerjava strukturnih značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji z značilnostmi v tujini je zaradi uporabe starostnih razredov in različnih debelinskih razredov težavna. Ker nam ni uspelo pridobiti aktualnih podatkov o povprečnih gostotah bukovih sestojev v tujini, je možna le primerjava med povprečnimi gostotami bukovih sestojev (število, temeljnica) v Sloveniji in gostotami v nekaterih izbranih ohranjenih bukovih gozdovih ter gozdnih rezervatih v evropskih državah (TABAKU / MEYER 1999). Primerjava med slovenskimi bukovimi debeljaki in pomlajenci in izbranimi ohranjenimi bukovimi gozdovi in rezervati v Nemčiji kaže, da so slovenski bukovi debeljaki tako po številu kot po sestojni temeljnici v povprečju znatno gostejši. Število dreves v izbranih bukovih gozdovih in rezervatih v Nemčiji se po raziskavi TABAKU / MEYER (1999) giblje med 63/ha do 161/ha, temeljnica pa dosega 19,1 - 29,7 m²/ha. Razlike v gostoti sestojev so več kot očitne, tudi če primerjamo povprečni gozdni sestoj v Sloveniji s švicarskim ali avstrijskim sestojem. Posebej zgovorna je primerjava pri debeljakih; v avstrijskem mlajšem debeljaku so v povprečju 403 drevesa, njihovo število se v starejšem debeljaku zmanjša na 246 dreves (ÖWI 2002), v slovenskih pomlajencih imamo v povprečju še 402 drevesi, v debeljakih pa kar 533. Prav isto lahko ugotovimo, če primerjamo število drevja v švicarskih debeljakih (280 dreves (BRASSEL / BRÄNDLI 1999)) s slovenskimi debeljaki.

Če primerjamo te vrednosti kazalcev gostote sestojev z vrednostmi, ki jih kot optimalne podajata SCHOBER (1971) in SCHWAPPACH (1911) za Nemčijo, ugotovimo, da jih znatno presegajo, kar je s primerjavo med izbranimi šestnajstimi bukovimi rastiščnimi enotami v Sloveniji in tujino ugotovil že KOTAR (1989). Vendar pa velike gostote pretežno bukovih sestojev v Sloveniji izhajajo iz skupnega velikega števila dreves v sestoji in ne kažejo nujno na utesnjenost krošenj. V ta namen bi morali upoštevati samo drevesa, ki so v 1., 2. in 3. socialnem razredu po Kraftu oziroma nadvladujoča, vladajoča in sovladajoča. Velike gostote (tako po številu kot po temeljnici) so tako lahko posledica šibkih in neustreznih nizkih redčenj ali pomanjkanja nege (naravi prepuščeni sestoji), ali

pa strogega uresničevanja principa visokih redčenj (puščanje vseh podstojnih dreves, odstranjevanje enega konkurenta na izbranca), kar se pri bukvi, kot izjemno plastični drevesni vrsti, kaže kot gost sestoj.

Bukovi sestoji v Sloveniji kažejo poleg visokih povprečnih gostot tudi visoko variabilnost v gostoti, tako po število dreves kot po temeljnici. Vzroke za velike razlike v gostotah bukovih sestojev gre iskati v široki fitocenološki in ekološki amplitudi bukve, verjetno pa predvsem v različnih intenzitetah gospodarjenja na rastiščih, na katerih se pojavlja bukev. Bukev je sposobna tvoriti čiste, goste sestoj, kjer z nizko intenziteto redčenj, denimo v razvojni fazi drogovnjakov ali celo opuščanjem nege, zlahka dosežemo čez 800 dreves/ha (BONČINA / KADUNC / ROBIČ 2007a). Po drugi strani pa ji široka fitocenološka amplituda omogoča tudi pojavljanje na rastiščih, kjer nastopa zgolj kot primešana drevesna vrsta in glede na horizontalno strukturo takih sestojev (na primer rastišča listavcev v kolinskem in submontanskem pasu) nastopa v mnogo manjši gostoti.

Bukev je razvojno podobna gorskemu javorju (85 % zaloge pod 50 cm premera), je mlajša kot smreka (79 % zaloge do pod 50 cm premera) in znatno mlajša kot jelka (64 % zaloge pod 50 cm premera). Z natančnejšo primerjavo strukture lesne zaloge po razširjenih debelinskih razredih po območjih ugotovimo, da se razmerje med debelim in tankim drevjem bukve med območji sicer ne razlikuje toliko kot pri jelki (FICKO / BONČINA 2006), a kljub temu lahko opazimo razlike. Med območji z nizkim deležem debelega drevja in visokim deležem tankega drevja bukve lahko posebej omenimo sežansko in blejsko gozdnogospodarsko območje.

RAZVOJNI TRENDI DEVELOPMENTAL TRENDS

Med območji s prevladujočimi mladimi bukovimi gozdovi (drevje do pod 30 cm premera) lahko omenimo GGO Sežana, kjer tanko drevje bukve sestavlja 74 % celotne lesne zaloge bukve, v tem pogledu izstopajo še GGO Bled, Slovenj Gradec in Tolmin. Majhen delež debelega drevja in prevladujoči delež tankega drevja bukve v teh območjih kažeta na vse večji pomen bukve v prihodnosti.

V Sloveniji se nakazuje trend zmanjševanja deleža iglavcev in naraščanja listavcev (POLJANEC 2008). Primerjava deležev posameznih drevesnih vrst v zadnjih osmih letih kaže, da delež bukve ostaja na približno enaki ravni, povečuje pa se delež drugih trdih listavcev, kar pa je mogoče deloma pripisa-

ti spremembam metodologije ugotavljanja lesnih zalog, saj se se v mnogih sestojih z nizkimi lesnimi zalogami le te okularno ocenjevale, s postavitvijo stalnih vzorčnih ploskev tudi v malo donosne sestoj, kjer pogosto prevladujejo trdi listavci, pa se je njihova lesna zaloga dvignila (Poročilo o... 2006)

Na prihodnjo razširjenost bukve in razvoj bukovih sestojev v srednji Evropi bodo nedvomno vplivale tudi klimatske spremembe, pri čemer pa njeno osrednje območje zaradi klimatskih sprememb ne bo bistveno prizadeto (FELBERMEIER 1994). Zadnja večja orkana v srednji Evropi, Vivian in Wiebke, ki ju lahko tudi uvrščamo med posledice klimatskih sprememb, sta leta 1990 v državnih gozdovih na Bavarskem podrla le 0,7 % celotne zaloge bukve in kar 3,3 % zaloge smreke (KÖLLING / WALENTOWSKI / BORCHERT 2005). Izkušnje pri našem največjem vetrolovu na Jelovici tudi kažejo bistveno večjo odpornost bukve proti orkanskim vetrovom (BONČINA s sod. 2007b). KÖLLING / ZIMMERMANN / WALENTOWSKI. (2007) ugotavljajo za Bavarsko, da bodo spremembe v količini padavin in temperaturah vplivale le na skrajno južna robna območja njenega areala razširjenosti, ob tem pa ne gre prezreti tudi ugotovitev drugih (CZAJKOWSKI / KOMPA / BOLTE 2006, KÖLLING / WALENTOWSKI / BORCHERT 2005, BOLTE 2005), da se bo bukev kljub neugodnim klimatskim razmeram še naprej širila v območja, ki ustrezajo njenih ekoloških zahtevam, a je zaradi različnih vplivov v preteklosti tam danes ni več (nižinski gozdovi, meliorirana območja, kolinski pas).

POSLEDICE UGOTOVITEV ZA GOSPODARJENJE CONSEQUENCES FOR FOREST MANAGEMENT

Rezultati raziskave kažejo na možno povečevanje deleža bukve v gozdnih sestojih. Analizirani sestojni kazalci kažejo na razmeroma visoke gostote gozdnih sestojev, če jih primerjamo s tabličnimi vrednostmi ali pa s podobnimi sestoji v tujini. Zato se zastavlja vprašanje, ali je bil dosednji koncept nege bukovih gozdov ustrezen (POLJANEC s sod. 2008). Načrtovani posek v bukovih gozdovih (BONČINA 2008) je zelo nizek (3,71 m³/ha; 14,3 % začetne lesne zaloge in 57 % prirastka), če upoštevamo sestojne gostote, razmerje razvojnih faz in splošno problematiko gospodarjenja z bukovimi gozdovi. Veliko možnosti se kaže pri dopolnjevanju zasnove nege in obnove bukovih gozdov, pomembno razvojno vprašanje je premena zasmrečenih gozdov in tudi vraščanje bukve v pionirske sestoj, ki so nastali zaradi intenzivnega opuščanja kmetijskih površin v preteklih desetletjih. Število raziskav

in strokovnih analiz o ravnanju z bukovimi gozdovi je žal majhno, čeprav bi izsledki prispevali k izboljšanju ravnanja z bukovimi gozdovi. Vendar je to hkrati izziv, da se pri načrtovanju, gospodarjenju in pri raziskovalnem delu bukovim gozdovom nameni večjo pozornost kot doslej.

POVZETEK

Z podatki o gozdnih fondih po odsekih in stalnih vzorčnih ploskvah Zavoda za gozdove Slovenije smo analizirali razširjenost in strukturne značilnosti bukovih sestojev v Sloveniji. Bukev najdemo na skoraj 89 % površine slovenskih gozdov. Kot prevladujočo drevesno vrsto - z deležem v drevesni sestavi nad 50 % - jo najdemo na dobrih 28 % površine gozdov, v katerih uspeva, oziroma na četrtini vseh gozdov. Z modelom logistične regresije smo ugotovili, da na horizontalno razširjenost bukve v Sloveniji statistično značilno ($p < 0,001$) vplivajo okoljske spremenljivke, kot so matična podlaga, nagib, povprečna letna temperatura, produktivnost rastišča (Rk), skalovitost in kamnitost ter sestojni tip. Model kaže, da je verjetnost za to, da bukev doseže vsaj četrtinski delež lesne zaloge v odseku v največji meri odvisna od nagiba, rodovitnosti rastišča in povprečne letne temperature. Verjetnost za pojav bukve v odsekih z visokim nagibom je kar 27-krat večja od odsekov na ravnini, prav tako je verjetnost višja tam, kjer je teren skalovit in kamnit. Velja, da je verjetnost za pojav bukve na bolj hladnih (do 5 °C) rastiščih višja kot na toplejših (nad 10 °C). Bukev očitno dominira na srednje dobrih do dobrih rastiščih (Rk = 3, 5, 7, 9, 11), verjetnost za pojav na tistih z najboljšo produktivnostjo (Rk = 13, 15, 17) pa je manjša v primerjavi z najbolj siromašnim rastiščem (Rk = 1). Bukev se v največji meri pojavlja na karbonatni matični podlagi kot klimaksna drevesna vrsta; višji delež sukcesijskih stadijev in nizkega gozda negativno vpliva na pojavljanje bukve.

V pasu 800-1200 m n.v. je prevlada bukve najbolj izražena, saj bukve ne najdemo le na 2 % površine gozdov tega pasu. Bukev se v Sloveniji pojavlja v kar 89 združbah na ravni asociacije od 96 opisanih v gozdarskem informacijskem sistemu, največjo rastiščno skupino oblikujejo montanska in altimontanska bukovja na karbonatih ter aconalna bukovja na karbonatih.

Na podlagi podatkov s stalnih vzorčnih ploskev ugotavljamo, da je povprečna lesna zaloga bukovih sestojev (delež bukve > 50 % LZ) $394 \pm 3 \text{ m}^3/\text{ha}$. Najvišje lesne zaloge dosegajo tipični prebiralni gozdovi ($435 \pm 19 \text{ m}^3/\text{ha}$) in debeljaki ($431 \pm 4 \text{ m}^3/\text{ha}$), sledijo pa jim drogovnjaki ($390 \pm 6 \text{ m}^3/\text{ha}$),

raznomerni sestoji ($373 \pm 26 \text{ m}^3/\text{ha}$) in sestoji v obnovi ($324 \pm 8 \text{ m}^3/\text{ha}$) ter. Povprečna temeljnica bukovih sestojev znaša $30,34 \pm 0,18 \text{ m}^2/\text{ha}$, povprečno število dreves v bukovih sestojih pa je $633/\text{ha} \pm 6$. Podatki kažejo, da so slovenski bukovi debeljaki in pomlajenci tako po številu kot po sestojni temeljnici v povprečju znatno gostejši od ohranjenih gospodarjenih bukovih gozdov v Nemčiji, višje gostote ugotavljamo tudi ob primerjavi povprečnega slovenskega sestoja debeljaka ali drogovnjaka s švicarskimi ali avstrijskimi sestoji debeljakov in drogovnjakov. Bukovi sestoji v Sloveniji kažejo poleg visokih povprečnih gostot tudi visoko variabilnost v gostoti, tako po številu dreves kot po temeljnici. Vzroke za velike razlike v gostotah bukovih sestojev gre iskati v široki fitocenološki in ekološki amplitudi, verjetno pa predvsem v različnih intenzitetah gospodarjenja na rastiščih, na katerih se pojavlja bukev.

Bukev je razvojno mlajša kot smreka (79 % zaloge do pod 50 cm premera) in znatno mlajša kot jelka (64 % zaloge pod 50 cm premera) ter podobna gorskemu javorju (85 % zaloge pod 50 cm premera).

Med območji z nizkim deležem debelega drevja in visokim deležem tankega drevja bukve lahko omenimo sežansko in blejsko gozdnogospodarsko območje

Majhen delež debelega drevja in prevladujoči delež tankega drevja bukve v teh območjih kažeta na čedalje večji pomen bukve v prihodnosti.

Pozitivne trende v povečevanju površine gozdov z bukovi in njenega deleža v lesni zalogi je po podatkih za nekatere evropske države mogoče zaslediti v zadnjih desetletjih predvsem kot posledico spremenjenega načina gospodarjenja in deloma tudi obsežnih pogozditev z listavci.

V Sloveniji se prav tako nakazuje trend zmanjševanja deleža iglavcev in naraščanja listavcev. Na prihodnjo razširjenost bukve in razvoj bukovih sestojev v srednji Evropi bodo nedvomno vplivale tudi klimatske spremembe, pri čemer pa je pričakovati, da se bo bukev kljub neugodnim klimatskim razmeram še naprej širila v območja, ki ustrezajo njenih ekoloških zahtevam, a je zaradi različnih vplivov v preteklosti tam danes ni več.

SUMMARY

Using data from sub-compartments and permanent sample plots of the Slovenian Forest Service (SFS), we analysed the distribution and structural characteristics of beech stands in Slovenia. Beech is present on 89 % of total forest area. As a dominant tree species (with the share in growing stock higher

than 50 %), it occupies merely 25 % of total forest area. By using logistic regression model we found that environmental variables, such as bedrock, slope, mean annual temperature, site productivity, stoniness and rockiness of the site and stand type have statistical significant influence on horizontal distribution of beech ($p < 0,001$). The model shows that probability for beech having more than 25 % in growing stock of the compartment is mostly dependent on slope, site productivity and mean annual temperature. Odds ratio for beech, occurring in areas with high slope (above 30 %), are 27 times higher compared with the flat land. The probability of beech occurring in areas with higher rockiness is higher than in those with no rocks or stones. The model showed that beech is more often associated with colder places (mean annual temperature below 5 °C) than with warmer places (above 10 °C) and that it dominates on the sites with moderate site productivity. Odds ratio of beech occurring on high productivity sites are 0,541 compared with most unfertile sites. Main bedrock of the forests with beech is carbonate. Here the beech forms climax, for higher share of succession stages and coppices have a negative impact on beech domination.

Beech occupies the altitudes from 800-1200 m a.s.l., where only 2 % of total forest area lack beech in tree species composition. Beech is distributed in 89 forest associations from a total of 96 described in the databases of SFS. The main site group with beech is montane and altimontane beech forests on carbonates and azonal beech forests on non-carbonates.

The mean growing stock of beech stands (the share of beech is higher than 50 %) is 394 ± 3 m³/ha. Growing stock is accumulated in typical selection forests (435 ± 19 m³/ha) and in timber phase (431 ± 4 m³/ha), followed by pole stands (390 ± 6 m³/ha), uneven stands (373 ± 26 m³/ha) and stands in regeneration (324 ± 8 m³/ha) and. Mean basal area of beech stands in Slovenia is $30,34 \pm 0,18$ m²/ha, while mean number of trees in beech stands is $633/\text{ha} \pm 6$. The data showed that stands in timber phase and stands in regeneration are much denser than similar stands in managed beech forests in Germany. Higher densities of Slovenian pole stands and stands in timber phase in general are also noticed, when compared with Swiss or Austrian stands. Slovenian beech stands have also high variety in number of trees or stand basal area. The reasons for this could be sought in wide ecological and phytocological niche of the beech, but most probably in different intensities of management on beech sites.

Beech population is younger than spruce population and much younger than silver fir population, but similar to sycamore

population; beech is having 85 % of total growing stock accumulated in trees under 50 cm of dbh, spruce 79 %, silver fir only 64 %, and sycamore 85 %.

It was ascertained that in Bled and in Sežana forest management areas the lower share of old and large diameter trees and higher share of small diameter trees might influence the progressive trends of beech expansion.

Positive trends in beech forest area increase and share of beech in growing stock are reported for most Central European countries for the last few decades, mostly as a result of close to nature management and reforestation with deciduous tree species. In Slovenia, trend of conifers decreasing and deciduous trees increasing is being observed. On future development of beech and its further distribution in Central Europe, climate change would have a negative impact, even it is expected that beech is going to spread further to the areas that meet its ecological restrictions, but has not been present there anymore due to different negative impacts in the past.

ZAHVALA AKNOWLEDGEMENTS

Raziskavo sta omogočila Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano s sofinanciranjem projekta L4-9231-0481.

VIRI REFERENCES

- ADAMIČ, M. / JERINA, K. / JONOZOVIČ, M. 2004. Current problems connected with the conservation of large carnivore populations in Slovenia. Did we find the right way? La Faune Sauvage: une ressource naturelle. -Paris, Fondation IGF: 8.
- ARSO. 2004a. Modelna karta povprečnih letnih temperatur v Sloveniji. Ljubljana, Agencija za okolje RS.
- ARSO. 2004b. Modelna karta povprečnih letnih padavin v Sloveniji. Ljubljana, Agencija za okolje RS.
- BOLTE, A. 2005. Zur Zukunft der Buche in Mitteleuropa. -AFZ-Der Wald 20: 1077-1078.
- BONČINA, A. / DIACI, J. / GAŠPERŠIČ, F. 2003. Long-term changes in tree species composition in the Dinaric mountain forests of Slovenia. -Forestry chronicle, Vol.79./2: 227-232.
- BONČINA, A. 1994. Prebiralni dinarski gozd jelke in bukve. -Strokovna in znanstvena dela 115. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo.
- BONČINA, A. 1997. Naravne strukture gozda in njihove funkcije pri sonaravnem gospodarjenju z gozdom. -Doktorska disertacija, BF, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 210 s.
- BONČINA, A. 2008. Načrtovanje donosov pri mnogonamenskem gospodarjenju: koncept, problemi in predlogi. -V: BONČINA, A., (ur.), MATIJAŠIČ, D., (ur.). Načrtovanje donosov pri mnogonamenskem gospodarjenju z gozdovi: zbornik razširjenih izvlečkov: proceedings of extended abstracts, Bled, 18. oktober 2007. Ljubljana: Zavod za gozdove

- Slovenije: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, s. 4.
- BONČINA, A. / MIKULIČ, V. 1998. Posebnosti strukture gozdov, gojenja, načrtovanja in gospodarjenja v Sloveniji vzdolž gradienta nadmorske višine. -V: Gorski gozd / XIX. gozdarski študijski dnevi, Logarska dolina. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 29-52.
- BONČINA, A. / KADUNC, A. / ROBIČ, D. 2007a. Effects of selective thinning on growth and development of beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stands in south-eastern Slovenia. *Annals of forest science* 64, 1: 47-57.
- BONČINA, A. / KLOPČIČ, M. / POLJANEC, A. / GARTNER, A. 2007b. Long-term analysis of natural disturbances in mountain forests of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Julian Alps. V: LINGUA, E., MARZANO, R. (Ur.). Natural hazards and natural disturbances in mountain forests, Trento, IUFRO: 20-21.
- BRASSEL, P. / BRÄNDLI, U.-B. (Ur.) 1999: Schweizerisches Landesforstinventar. Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993-1995. - Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 442 s.
- BRINAR, M. 1974. Propadanje jelke v zadnjem desetletju s posebnim ozirom na ekološke razmere in fluktuacijo klime. -*Gozd.Vest.* 32/1: 1-17.
- BWI 2, 2002. Bundes Waldinventur 1987-2002. -Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Ergebnisse der zweite Aufnahme. Bonn. <http://www.bundeswaldinventur.de/enid/b4e1cd90a1448fa6e9ffcb1261d370d9,0/4c.html>
- CENČIČ, L. 2000. Gospodarjenje z gozdovi in razvoj sestojev v Lenu na Pohorju. -Magistrsko delo. Ljubljana, samozaložba: 170 s.
- CZAJKOWSKI, T. / KOMPA, T. / BOLTE, A., 2006. Zur verbreitungsgrenze der Buche (*Fagus sylvatica* L.) im nordöstlichen Mitteleuropa. - *Forstarchiv* 77: 203-216.
- DIACI, J. 2006. Gojenje gozdov : pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja. Ljubljana : Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 s.
- DIEKMANN, M. / EILERTSEN, O. / FREMSTAD, E. / LAWESSON, E. J. / AUDE, E. 1999. Beech forest communities in the Nordic countries – a multivariate analysis. -*Plant Ecology*, Vol. 140, No. 2: 203-220.
- EMBORG, J. / DIACI, J. / BONČINA, A. / MLINŠEK, D. / ROŽENBERGAR, D. / ŠALAMUN, Ž. in drugi. 2004. Nature-based management of beech in Europe - a multifunctional approach to forestry : EU 5th Framework programme : 5th progress report, 1 February 2000 - 31 August 2004: quality of life and management of living resources: 256 s.
- FELBERMEIER, B. 1994. Die klimatische Belastbarkeit der Buche. - *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 113: 152-174.
- FI, 1997. Inventarizácia lesov 1997 (Forest inventory 1970). -Ministerstvo podohospodárstva, Bratislava.
- FICKO, A. / BONČINA, A. 2006. Silver fir (*Abies alba* Mill.) distribution in Slovenian forests. -*ZGL*, 79: 19-35.
- Forestry Commission, 1983. Forestry Commission Census of Woodlands and Trees 1979-82. HMSO, London.)
- GARSON, G. 2008. "Logistic Regression", from *Statnotes: Topics in Multivariate Analysis*. Retrieved 04/25/2008 from <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/statnote.htm>
- GUISSAN A. / ZIMMERMANN N.E., 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. -*Ecol. Model.* 135:147-186.
- HAHN, K. / FANTA, J. (Ur.) 2001. Contemporary Beech Forest Management in Europe. Working Report 1: 175 p.
- HOSMER, D. W. / LEMESHOW, S., 2000. *Applied Logistic Regression*: Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- JARNI, K. / ROBIČ, D. / BONČINA, A. 2004. Analiza vpliva parkljaste divjadi na pomlajevanje dinarskega jelovo-bukovega gozda na raziskovalni ploskvi Trnovec v Kočevskem gozdnogospodarskem območju. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 74: 141-164.
- JURC, M. 2007. Fitofagne žuželke v spreminjajočih se okoljskih razmerah. -V: JURC, M. (Ur.): Podnebne spremembe: vpliv na gozd in gozdarstvo. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Strokovna in znanstvena dela, 130: 217-235.
- KADUNC, A. 2006. Kakovost okroglega lesa bukve (*Fagus sylvatica* L.) s posebnim ozirom na pojav rdečega srca, študija. -Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 37 s.
- KÖLLING, C. / WALENTOWSKI, H. / BORCHERT, H. 2005. Die Buche in Mitteleuropa. Eine Waldbaumart mit grandioser Vergangenheit und sicherer Zukunft. -*Afz-Der Wald* 13: 696-701.
- KÖLLING, C. / ZIMMERMANN, L. / WALENTOWSKI, H. 2007. Klimawandel: Was geschieht mit Buche und Fichte. Entscheidungshilfen für den klimagerechten Waldbau in Bayern. -*AFZ-Der Wald* 11: 584-588.
- KOTAR, M. 1987. Gospodarjenje z divjadjo kot sestavni del gospodarjenja z gozdnim prostorom. -*Lovstvo in ribištvo v prostorskem načrtovanju*, 1985-1986: 31-40.
- KOTAR, M. 1989. Prirastoslovni kazalci rasti in razvoja bukovich gozdov v Sloveniji. -*ZGL*, 33: 59-80+16 prilog.
- KOTAR, M. 1993. Določanje načina razmestitve drevov v optimalni razvojni fazi gozda. *ZGL*, 42: 121-153.
- KOTAR, M., 1994. Vpliv nekaterih rastiščnih dejavnikov, sestojnih kazalcev in drevesnih značilnosti na pojavnost rdečega srca pri bukvi. *Gozdarski vestnik*, 52, 9: 346-365
- KUUSELA, K. 1994. Forest resources in Europe 1950-1990. Research report / European forest institute, Cambridge [etc.] : Cambridge university press: 154 s.
- LEUSCHNER, C. / MEIER, I.C. / HERTEL, D. 2006. On the niche breadth of *Fagus sylvatica*: soil nutrient status in 50 Central European beech stands on a broad range of bedrock types. *Ann. For. Sci.*, 63: 335-368
- MARINČEK, L. 1987. Bukovi gozdovi na Slovenskem, (Zbirka Posebne izdaje / Delavska enotnost). [1. nat.]. Ljubljana: Delavska enotnost.
- MAYER P. / BRANG, P. / DOBBERTIN, M. / HALLENBARTER, D. / RENAUD, J.P. / WALTHERT, L. / ZIMMERMANN, S. 2005. Forest storm damage is more frequent on acidic soils. *Ann. For. Sci.* 62: 303-311
- MLINŠEK, D. 1964. Sušenje jelke v Sloveniji - prvi izsledki. *Gozd.V.*, 5-6: 145-159
- NGP za Dansko. 2006. Nacionalni gozdni program za Kraljevino Dansko. Ministry of Environment, Danish Forest and Nature Agency Copenhagen. www.skovognatur.dk in <http://www2.sns.dk/internet/dnf-eng.pdf>
- ÖWI. 2002. Österreichische Waldinventur 2000-2002. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. Institut für Waldinventur. Ergebnisse. Wien. <http://bfw.ac.at/700/700.html>
- POLJANEC, A. 2008. Strukturne spremembe gozdnih sestojev v Sloveniji v obdobju 1970-2005: doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana: 126 s.
- POLJANEC, A. / FICKO, A. / KLOPČIČ, M. / MATIJAŠIČ, D. / BONČINA, A., 2008. Bukovi gozdovi v Sloveniji : struktura, razvoj in gospodarjenje. -V: BONČINA, A. (ur.). Bukovi gozdovi : ekologija in gospodarjenje : zbornik razširjenih povzetkov predavanj. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 12-16.
- Poročilo o gozdovih Slovenije za leto 2005. 2006. Zavod za gozdove Slovenije, 53 s.
- POTT, R. 2000. Palaeoclimate and vegetation - long-term vegetation dynamics in central Europe with particular reference to beech. -*Phytocoenologia* 30, 3-4: 285-333.
- PREBEVŠEK, M. 1998. Gozd srednjedebelnik kot sonaravna tvorba, njegov razvoj in perspektive v sproščenem gojenju gozdov: magistrsko delo. Ljubljana: 114 s..
- ROBIČ, D. 2003. Sezname sintaksonov (Sintaksa) gozdnega in obgozdnega rastlinja Slovenije z vzkriznimi napotili. Ljubljana, tipkopis: 95 s.
- ROŽENBERGAR, D. / MIKAC, S. / ANIČ, I. / DIACI, J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. -*Forestry* 80, št. 4: 431-443.
- SCHOBER, R. 1971. Die Rotbuche. J. D. Sauerländers Verlag, Frankfurt am Main.
- SCHWAPPACH, A. 1911. Die Rotbuche. Neudamm. Verlag von J. Neumann.

- Statistični letopis 2007. Statistični urad Republike Slovenije.
- STIERLIN, H.R., 1998. Der Laubholzanteil hat zugenommen. Ulmen welken, Bergahorn und Linde legen kräftig zu! - Wald Holz 79, 11: 31-34.
- TABAKU, V. / MEYER, P. 1999. Lückenmuster albanischer und mitteleuropäischer Buchenwälder unterschiedlicher Nutzungsintensität. Forstarchiv 70: 87-97.
- UTZON-FRANK, T. / ANDERSEN, B. 2001. Nature and Environment 2001-selected indicators. Danish Forest and Nature Agency, Danish Forest and Nature Agency. <http://www2.sns.dk/publikat/netpub/indikator2001eng/kap4/index.html#top>
- V AŠÍČEK, J. (Ur.), 1997. Zpráva o stavu lesního hospodářství České republiky - Report on Forestry in the Czech Republic. Ministerstvo zemědělství, Praha, 137 s.
- VEBER, I. 1986. Gozdovi bohinjskih fužinarjev. Bled, Gozdno gospodarstvo Bled: 48 s.
- VESELIČ, Ž. / ROBIČ, D. 2001. Posodobitev poimenovanja sintaksonov, ki nakazujejo (indicirajo) skupine rastišč, njihove podskupine in rastiščne tipe v računalniški bazi CE ZGS. Tipkopolis, 27 s.
- ZGS, 2006. Podatki o gozdnih fondih za Slovenijo (leto 2005); odseki.dbf, drevna.dbf, razfaz.dbf. Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS, 2007a. Podatki o gozdnih fondih za Slovenijo (leto 2006); odseki.dbf, drevna.dbf, razfaz.dbf. Zavod za gozdove Slovenije
- ZGS, 2007b. Podatki s stalnih vzorčnih ploskev za Slovenijo, prva meritev. Zavod za gozdove Slovenije.