

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK
ZA GOZDARSTVO
IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Jaka MIRTIČ

**RASTNE ZNAČILNOSTI BELEGA GABRA
(*CARPINUS BETULUS* L.) NA DOLENJSKEM**

DIPLOMSKO DELO
(Univerzitetni študij – 1. stopnja)

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Jaka MIRTIČ

**RASTNE ZNAČILNOSTI BELEGA GABRA
(*CARPINUS BETULUS* L.) NA DOLENJSKEM**

DIPLOMSKO
DELO
(Univerzitetni študij – 1. stopnja)

**GROWTH CHARACTERISTICS OF EUROPEAN HORNBEAM
(*CARPINUS BETULUS* L.) IN DOLENJSKA REGION**

B. Sc.
THESIS
(Academic Study Programmes)

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija, prve stopnje, gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo pri Skupini za urejanje gozdov in biometrijo Oddelka za gozdarstvo Biotehniške fakultete.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je na seji dne 11. 3. 2010 za mentorja imenovala doc. dr. Aleša Kadunca.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum za zagovor:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Jaka Mirtič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du1
DK	GDK 56:176.1 <i>Carpinus betulus</i> L.(043.2)=163.6
KG	beli gaber/ <i>Carpinus betulus</i> L./produkcijska sposobnost rastišča/višinska rast/debelinska rast/sortimentna sestava/ <i>Abio albae-Carpinetum betuli</i> / <i>Hedero-Fagetum</i> / <i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i>
KK	
AV	MIRTIČ, Jaka
SA	KADUNC, Aleš (mentor)
KZ	SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2011
IN	RASTNE ZNAČILNOSTI BELEGA GABRA (<i>CARPINUS BETULUS</i> L.) NA DOLENJSKEM
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij 1. stopnje)
OP	VIII, 24 str., 9 pregl., 3 sl., 2 pril., 15 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V diplomski nalogi so prikazani rezultati rastnih analiz belega gabra (<i>Carpinus betulus</i> L.) na Dolenjskem. V ta namen je bilo posekanih 90 belih gabrov in izvedene standardne debelne analize. Na podlagi fitocenološkega pregleda so bile določene 3 rastiščne enote, in sicer <i>Abio albae-Carpinetum betuli</i> , <i>Hedero-Fagetum</i> ter <i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i> . Prvi dve rastiščni enoti se nahajata na karbonatni matični podlagi, zadnja pa na silikatni. Izvrednotena je bila sortimentna sestava, ugotovljene zakonitosti višinske in debelinske rasti ter produkcijska sposobnost analiziranih rastiščnih enot. Rezultati so pokazali, da je rast na rastišču <i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i> nekoliko hitrejša, tu ima beli gaber tudi največjo konkurenčno moč. Ugotovljene vrednosti rastiščnega indeksa SI_{100} se nahajajo v intervalu med 24 in 27 m. Sortimentni sestav kaže na visok delež drv, kljub temu je znaten delež lesa primeren za tehnično rabo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND	Du1
DC	FDC 56:176.1 <i>Carpinus betulus</i> L.(043.2)=163.6
CX	European hornbeam/ <i>Carpinus betulus</i> L./site productivity/height growth/diameter growth/assortment structure/ <i>Abio albae-Carpinetum betuli</i> / <i>Hedero-Fagetum</i> / <i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i>
CC	
AU	MIRTIČ, Jaka
AA	KADUNC, Aleš (supervisor)
PP	SI – 1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
PY	2011
TI	GROWTH CHARACTERISTICS OF EUROPEAN HORNBEAM (<i>CARPINUS BETULUS</i> L.) IN DOLENJSKA REGION
DT	B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
NO	VIII, 24 p., 9 tab., 3 fig., 2 ann., 15 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The thesis exhibits results of European hornbeam (<i>Carpinus betulus</i> L.) growth analysis, performed in Dolenjska region. For this purpose, 90 trees of European hornbeam were cut down, and the standard stem analysis was carried out. Phytocenological analysis was used to determine 3 site units, namely <i>Abio albae-Carpinetum betuli</i> , <i>Hedero-Fagetum</i> and <i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i> . First two site units are located on carbonate bedrock, and the last one on silicate bedrock. Stem quality structure was assessed; diameter and height growth characteristics and site productivity of analyzed site units were established. Results show that growth on the site unit <i>Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli</i> was somewhat faster, and that is where the European hornbeam is most competitive. The established values of site index SI_{100} are located in the interval between 24 and 27 m. Assortment structure shows a high share of fuel wood, in spite of that an important share of technical wood was established.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK.....	VII
KAZALO PRILOG.....	VIII
1 UVOD	1
2 METODE DELA	2
2.1 IZBOR RAZISKOVALNIH OBJEKTOV	2
2.2 MERITVE IN OCENE PARAMETROV DREVES PRED POSEKOM	3
2.3 MERITVE IN OCENE PARAMETROV DREVES PO POSEKU	5
2.4 ANALIZA RASTI.....	6
2.5 OCENJEVANJE PRODUKCIJSKE SPOSOBNOSTI RASTIŠČ.....	6
3 REZULTATI ANALIZ	8
3.1 KAKOVOST BELEGA GABRA	8
3.2 VIŠINSKA RAST	10
3.3 DEBELINSKA RAST	12
3.4 PRODUKCIJSKA SPOSOBNOST ANALIZIRANIH RASTIŠČNIH ENOT	13
4 RAZPRAVA.....	15
5 SKLEPI	18
6 VIRI	20
ZAHVALA	22
PRILOGE.....	23

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Pregled splošnih značilnosti lokacij	3
Preglednica 2: Sortimentna sestava po rastiščnih enotah in debelinskih razredih	8
Preglednica 3: Deleži proučevanih znakov kakovosti dreves po rastiščnih enotah in debelinskih razredih.....	9
Preglednica 4: Parametri multivariatne regresijske analize za odvisni spremenljivki višina do najnižje žive veje in višina do najnižje slepice.....	10
Preglednica 5: Višinski prirastek zadnjih 10 let (HI_{10}) in starost, pri kateri kulminira tekoči višinski prirastek (CAI_H)	11
Preglednica 6: Pearsonovi koeficienti korelacije med HI_{10} in CAI_H ter posameznimi značilnostmi dreves	11
Preglednica 7: Debelinski prirastek zadnjih 10 let (DI_{10}) in starost, pri kateri kulminira tekoči debelinski prirastek (CAI_D)	13
Preglednica 8: Pearsonovi koeficienti korelacije med DI_{10} in CAI_D ter posameznimi značilnostmi dreves	13
Preglednica 9: Produktivna sposobnost analiziranih lokacij glede na SI in MAI_{maks}	14

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz lokacij raziskave.....	2
Slika 2: Višinska rast po lokacijah	10
Slika 3: Debelinska rast po lokacijah	12

KAZALO PRILOG

Priloga A: Podatki o regresijskih koeficientih po ploskvah za višinsko rast	23
Priloga B: Podatki o regresijskih koeficientih po ploskvah za debelinsko rast.....	24

1 UVOD

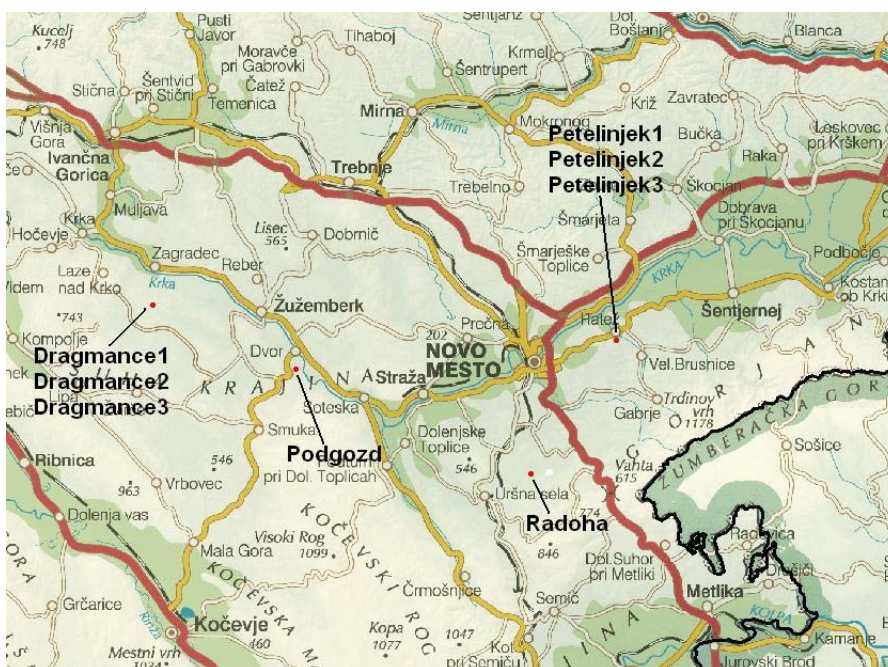
V Sloveniji potekajo raziskave rastnih značilnosti drevesnih vrst že desetletja, kljub temu pa so bili gozdovi nižin in gričevja večinoma prezrti oziroma slabo proučeni. Zaradi velike pestrosti teh gozdov in praviloma vsaj solidne produkcijske sposobnosti gozdnih rastišč kolinskega in planarnega pasu je nujno pričeti z raziskavami. Tudi povečevanje zahtevnosti strokovnega dela pri upravljanju z gozdnimi ekosistemi in agregiranje podatkov za potrebe EU narekujejo temeljitejše poznavanje rastnih značilnosti in produkcijskih sposobnosti drevesnih vrst in sestojev v omenjenih gozdovih. V teh gozdovih ima pomembno vlogo tudi beli gaber (*Carpinus betulus* L.), ki je v teh sestojih pogosto primešan, neredko pa se pojavlja tudi kot dominantna in kodominantna drevesna vrsta.

Namen te naloge je ugotoviti značilnosti višinskega in debelinskega priraščanja belega gabra ter določiti produkcijsko sposobnost sestojev, kjer beli gaber dominira. Analizirati nameravamo razlike v rastnih značilnostih belega gabra na karbonatni in silikatni matični podlagi. Raziskavo smo izpeljali na Dolenjskem, in sicer na treh rastiščnih enotah.

2 METODE DELA

2.1 IZBOR RAZISKOVALNIH OBJEKTOV

Raziskovalne objekte smo poiskali na Dolenjskem (slika 1). Na štirih (makro) lokacijah smo poiskali sestoje oziroma dele sestojev, kjer je beli gaber prevladoval oziroma se je uveljavljal kot dominantno drevo. Na dveh od štirih lokacij smo locirali po tri skupine primernih belih gabrov za rastne analize (preglednica 1). Za posek smo izbirali drevje iz strehe sestoja. Skupno smo analizirali 90 belih gabrov.



Slika 1: Prikaz lokacij raziskave

Na podlagi fitocenološkega pregleda, ki ga je spomladi 2010 opravil mag. Aleksander Marinšek, smo določili tri različne rastiščne enote, in sicer *Abio albae-Carpinetum betuli* (AC v nadaljevanju), *Hedero-Fagetum* (HF v nadaljevanju) ter *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli* (VC v nadaljevanju). Prvi dve rastiščni enoti se nahajata na karbonatni matični podlagi, tretja pa na silikatni.

Na prvi in tretji rastiščni enoti se je beli gaber lahko uveljavljal kot dominantno drevo, ker se je hrast bodisi zgodaj izsekal oziroma, ker se je prejšnjo generacijo malopovršinsko

odstranjevalo (sekalo) v dolgem obdobju. Takšen način obnove je izločal hrast in dajal prednost belemu gabru in smreki. Na drugi rastiščni enoti pa se gaber uveljavi kot dominantno drevo le v spodnjem višinskem pasu te enote, in sicer v sestojih, kjer se je bukev izsekala.

Sicer pa se beli gaber uveljavlja tudi v sukcesijskem procesu po opustitvi kmetijske rabe, kar pa se na analiziranih lokacijah ni dogajalo.

Preglednica 1: Pregled splošnih značilnosti lokacij

Lokacija	Rastiščna enota	Nadmorska višina (m)	Naklon (°)	Skalovitost	Ekspozicija
Dragmance1	HF	410	13	25	S-SZ
Dragmance2	HF	410	20	35	Z
Dragmance3	AC	420	15	40	Z
Petelinjek1	VC	190	22	1	S-SV
Petelinjek2	VC	210	25	1	SZ
Petelinjek3	VC	210	20	1	SZ
Podgozd	AC	210	14	10	SV
Radoha	HF	330	9	30	JV

2.2 MERITVE IN OCENE PARAMETROV DREVES PRED POSEKOM

Pred posekom smo na vsakem drevesu izmerili ali ocenili parameter v skladu s terenskim popisnim obrazcem. Zabeležili smo:

- Zaporedno številko drevesa ter drevesno vrsto. V našem primeru smo obravnavali le beli gaber.
- Premer debla v prsni višini 1,30 m (dbh) na mm natančno. Meritve smo izvedli z uporabo pi-metra.
- Socialni razred drevesa. Oceno socialnega razreda drevesa smo izvedli po Kraftovi klasifikaciji iz leta 1884. Le-ta je primerna za ponazarjanje zgradbe drogovnjakov in debeljakov (Kotar, 2005).

Drevesa v gozdu razvrščamo v naslednje razrede (Assman, 1961):

- nadvladajoča drevesa z izjemno močno razvitimi krošnjami;
- vladajoča drevesa z dobro razvitimi krošnjami – ta tvorijo glavnino sestoja;

3. sovladajoča drevesa z nekoliko slabše razvitimi krošnjami in tvorijo spodnji del strehe sestoja;
 4. potisnjena oziroma obvladana drevesa, tu razlikujemo dva podrazreda:
 - 4a. medstojna drevesa z vkleščeno krošnjo, krošnja se lahko razvija samo navzgor (ni zasenčena z vrha);
 - 4b. deloma podstojna drevesa;
 5. podstojna drevesa, ta razvrstimo v dva podrazreda:
 - 5a. drevesa z vitalnimi krošnjami;
 - 5b. drevesa z odmirajočimi krošnjami.
- d) Obdanost krošnje. Obdanost krošnje s krošnjami sosednjih dreves (Kotar, 2005):
1. krošnja je popolnoma sproščena na vse strani (osamelci);
 2. enostransko utesnjena krošnja s krošnjami sosednih dreves;
 3. dvostransko utesnjena krošnja;
 4. tristransko utesnjena krošnja;
 5. vsestransko utesnjena krošnja.
- e) Velikost krošnje (Assman, 1961):
1. izredno velika krošnja;
 2. normalno velika in simetrična;
 3. normalno velika in asimetrična;
 4. majhna;
 5. izredno majhna krošnja.
- f) Dolžino krošnje:
1. krošnja je daljša od 1/2 višine drevesa;
 2. krošnja je dolga med 1/2 in 1/3 višine drevesa;
 3. dolžina krošnje je krajša od 1/3 višine drevesa.
- g) Prisotnost večvrhatosti.
- h) Poškodbe oziroma posebnosti drevesa. Beležili smo naslednje znake:
- močno odrgnjeno deblo (spodnji del);
 - rahlo odrgnjeno deblo;
 - odrgnjen zgornji del debla (posledica sečnje);
 - polomljene – odlomljene veje;
 - osutost krošnje;

- krivost;
 - epikormski poganjki;
 - mrazna razpoka.
- i) Širina krošnje. Vsakemu drevesu smo s pomočjo merilnega traku in padomera izmerili krošnjo v smeri glavnih strani neba (sever, jug, vzhod, zahod).

2.3 MERITVE IN OCENE PARAMETROV DREVES PO POSEKU

Po poseku smo na drevesu izmerili ali ocenili še preostale parametre, ki jih zahteva terenski popisni obrazec:

- a) Izmera dolžine debla do prve žive veje (premer vsaj 3 cm) na 0,1 m natančno.
- b) Izmera dolžine debla do prve površinske slepice (večje od 20 mm) na 0,1 m natančno.
- c) Ugotovitev števila odmrlih vej, brazgotin, poškodb skorje in ostalih potencialnih vdornih mest za kisik na drevesu. Pri tem smo upoštevali le odlomljene veje s premerom nad 6 cm in brazgotine z dolžino nad 9 cm.
- d) Beleženje rdečega srca oziroma trohnobe na prerezih debla.

Ko smo na podrtem drevju določili zgoraj naštete parametre, smo začeli s standardno debelno analizo. Od vsakega podrtega drevesa smo vzeli po sedem odrezkov. Prvega s panja, ostale pa na koncu vsakega sortimenta. Zadnji odrezek je bil odvzet približno meter pod vrhom. Na vseh odrezkih smo prešteli in izmerili širine branik po petletnih obdobjih. Vsem odrezkom smo izmerili premer in debelino skorje. Izmerili smo tudi premer in višino panja.

Dolžine vseh sortimentov smo izmerili, poleg prišteli debelino odrezka (upoštevali smo tudi debelino reza motorne žage, ki je pri vsakem odrezku znašala 2 cm) in s tem v končni fazi dobili višino drevesa od tal do najvišjega brsta. Med krojenjem smo kose debel razvrščali v kakovostne razrede glede na JUS standard za bukove hlode (JUS 1979, 1979).

2.4 ANALIZA RASTI

Pri regresijskih analizah višinske in debelinske rasti smo uporabili funkcijo Chapman-Richard (Zeide, 1993):

$$Y = a (1 - \exp(-bt))^c \quad \dots(1)$$

Y – višina oziroma prsni premer drevesa,

t – starost drevesa,

a, b, c – parametri funkcije.

Funkcija, ki smo jo uporabili, je triparametrična, elastična in se dobro prilagaja podatkom. Linearizacija funkcije ni mogoča, zato je rešljiva s pomočjo iteracij.

Podatke smo računalniško obdelali s statističnima programoma SPSS Statistics ter Microsoft Office Excel.

Iz poteka rasti vsakega drevesa smo razbrali starosti, ko kulminirata tekoči višinski in debelinski prirastek. Poleg tega smo ugotovili tudi višinski in debelinski prirastek zadnjih 10 let.

2.5 OCENJEVANJE PRODUKCIJSKE SPOSOBNOSTI RASTIŠČ

Produkcijsko sposobnost proučevanih rastiščnih enot na osnovi rastiščnega indeksa (SI) smo ocenili po standardnem postopku. V prvem koraku smo iz zbranih podatkov določili povprečno višino dreves po posameznih lokacijah in jim določili razvojno starost. Razvojna starost je kronološka starost zmanjšana za učinek zastrtosti (Kotar, 2005).

Učinek zastrtosti dobimo iz krivulje razvoja višine analiziranih dreves ali pa na osnovi posebne analize pomladka v sestoju in mladja zunaj sestoja v isti rastiščni enoti (Kotar, 2005). V našem primeru smo učinek zastrtosti določili iz krivulje razvoja višine

analiziranih dreves. Učinek zastrtosti smo nato odšteli od povprečne starosti dreves po posameznih lokacijah in tako dobili razvojno starost.

Povprečno višino dreves in razvojno starost smo primerjali z ustrežno krivuljo v tablicah donosov. S tem smo določili zgornjo višino sestojev pri referenčni starosti 100 oziroma 50 let (SI).

Rastiščni indeks SI_{100} predstavlja produkcijsko sposobnost rastišč (SP) kot zgornjo višino sestoja pri starosti 100 let (Kotar, 2005). Enako velja za SI_{50} , le da je tu referenčna starost premaknjena na 50 let. Za določitev povprečnega starostnega volumenskega prirastka v času kulminacije (MAI_{maks}) na podlagi ugotovljenega SI_{100} smo uporabili nemške tablice donosov (Lockow in Lockow, 2009), za primerjavo pa smo podali tudi oceno MAI_{maks} na osnovi slovaških tablic, kjer pa je vhodni podatek SI_{50} (Korsuň, 1969).

3 REZULTATI ANALIZ

3.1 KAKOVOST BELEGA GABRA

Pri prikazu sortimentnega sestava smo zaradi preglednosti in statistične teže sosednje debelinske stopnje združili (preglednica 2). Iz preglednice je razvidno, da po vseh analiziranih rastiščnih enotah prevladuje kakovostni razred drva. V manjših deležih so zastopani tudi kakovostni razredi žagovcev, izmed katerih pa očitno izstopata razreda II in III. Po slabši kakovosti izstopa združba *Abio albae-Carpinetum betuli*. Združba *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli* verjetno dosega boljšo strukturo zaradi državnega lastništva (nega sestojev), pri združbi *Hedero-Fagetum* pa morda konkurenca bukve izboljšuje kakovost belega gabra.

Preglednica 2: Sortimentna sestava po rastiščnih enotah in debelinskih razredih

Rastiščna enota	Deb. razred (cm)	Kakovostni razred				Drva (%)	n
		I (%)	II (%)	III (%)	P (%)		
AC	20-30	0,0	0,0	6,1	0,0	93,9	7
	30-40	0,0	12,1	7,4	0,0	80,5	7
	Nad 40	13,6	15,6	3,6	9,6	57,7	7
HF	20-30	0,0	12,8	10,5	0,0	76,6	18
	30-40	11,4	12,9	4,7	0,0	71,0	6
	Nad 40	-	-	-	-	-	0
VC	20-30	2,1	11,8	12,1	3,3	70,7	38
	30-40	0,0	24,3	28,3	0,0	47,3	4
	Nad 40	-	-	-	-	-	0

V nadaljevanju smo analizirali pojav določenih napak debla pri belem gabru (preglednica 3). Ugotavljamo, da je delež večvrhatih dreves visok, z debelino pa narašča. To je verjetno posledica tega, da ima debelejšje drevje večje in zato pogostejše večvrhate krošnje. Manj večvrhatih dreves je na rastišču *Abio albae-Carpinetum betuli*.

Delež dreves z epikormskimi poganjki je velik zlasti na rastišču *Hedero-Fagetum*, kar je najbrž posledica večje utesnjenosti gabra s strani bukve.

Pojava srca pri nobenem drevesu nismo evidentirali, zato pa je pojav trohnobe ponekod kar pogost. Razlik med rastišči ni zaznati. Trohnoba je po našem mnenju povezana predvsem z mehanskimi poškodbami dreves.

Krošnja se pri belem gabru prične precej nizko in se z debelino dreves ne dviguje. Slednje kaže, da ima debelejša drevja daljše krošnje. Opazno višje se krošnje pričnejo na rastišču *Hedero-Fagetum*. Domnevamo, da zaradi ostre konkurence s strani bukve. Tudi slepice se pri belem gabru začnejo pojavljati že precej nizko. Stanje je boljše na bukovem rastišču in nekoliko tudi na rastišču *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*. Pri slednjem je to morda posledica nege (državno lastništvo).

Preglednica 3: Deleži proučevanih znakov kakovosti dreves po rastiščnih enotah in debelinskih razredih

Rast. enota	Deb. razred (cm)	Delež dreves z določeno napako (%)				Višina do najnižje žive veje		Višina do najnižje slepice	
		Večvrhatost	Epikorm. poganjki	Srce	Trohnoba	Ar. sr. (m)	KV (%)	Ar. sr. (m)	KV (%)
AC	20-30	14,3	42,9	0,0	14,3	5,6	40,8	3,4	36,1
	30-40	57,1	28,6	0,0	0,0	6,9	49,4	3,2	50,4
	Nad 40	71,4	28,6	0,0	28,6	5,2	29,8	3,3	33,7
HF	20-30	50,0	50,0	0,0	0,0	10,1	24,3	5,2	39,7
	30-40	83,3	83,3	0,0	16,7	9,0	31,3	5,8	72,4
	Nad 40	-	-	-	-	-	-	-	-
VC	20-30	52,6	15,8	0,0	13,2	6,5	38,9	4,5	61,5
	30-40	75,0	25,0	0,0	25,0	3,8	34,1	4,2	58,5
	Nad 40	-	-	-	-	-	-	-	-

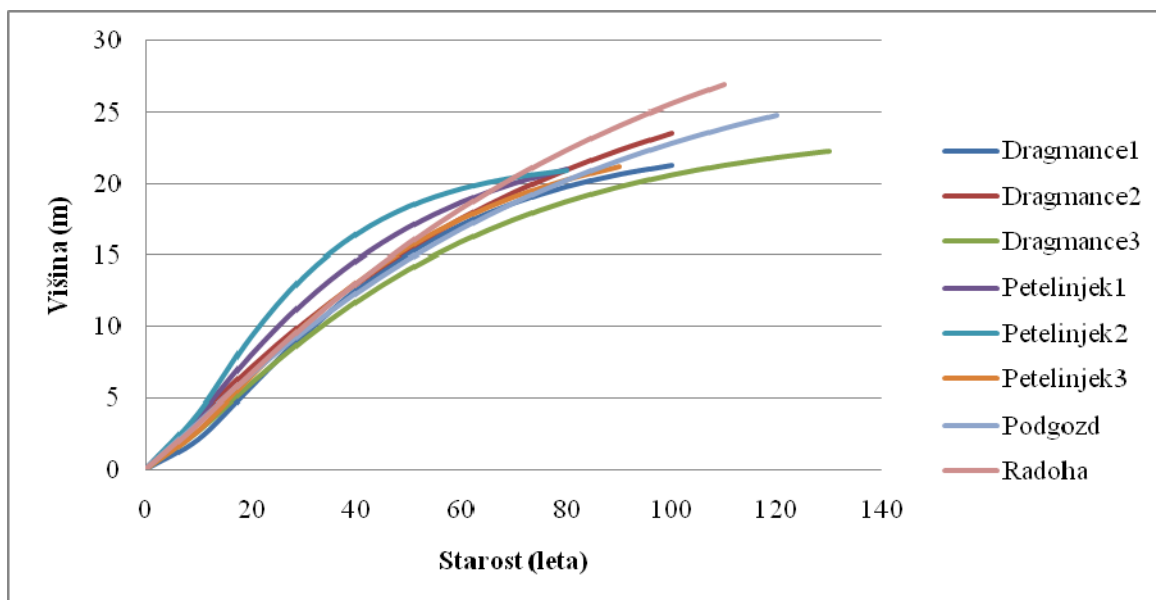
S pomočjo multivariatne regresijske analize smo preizkusili, katere spremenljivke vplivajo na višino do najnižje žive veje in katere na višino do najnižje slepice (preglednica 4). Na pričetek krošnje značilno vplivajo višina drevesa (z višino dreves se dviguje tudi višina pričetka krošnje), prsni premer (debelejša drevja ima nižje na deblu prve veje) in starost drevesa (s starostjo dreves se dviguje tudi višina pričetka krošnje). Skupno smo pojasnili 46 % variabilnosti višine do najnižje žive veje ($R^2 = 0,462$). Pri višini najnižje slepice smo pojasnili le 5 % variabilnosti ($R^2 = 0,052$). Višina do prve slepice je odvisna le od višine drevesa (višje drevje ima višje na deblu najnižjo slepico).

Preglednica 4: Parametri multivariatne regresijske analize za odvisni spremenljivki višina do najnižje žive veje in višina do najnižje slepice

Značilne neodvisne spremenljivke	Višina najnižje žive veje			Višina najnižje slepice		
	Parameter (b)	St. tveganja	Prispevek k R ²	Parameter (b)	St. tveganja	Prispevek k R ²
Konstanta	-2,932	0,118	-	0,223	0,912	-
Višina	0,561	0,000	0,311	0,178	0,043	0,052
Prsni premer	-0,217	0,000	0,120	-	-	-
Starost	0,036	0,029	0,031	-	-	-

3.2 VIŠINSKA RAST

Pri višinski rasti smo analizirali le vladajoča in nadvladajoča drevesa. Parametri regresijske analize so prikazani v prilogi A. Iz slike 2 je razvidno, da so v mladosti najhitreje priraščala drevesa na rastiščni enoti *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*; lokacije Petelinjek1, Petelinjek2 in Petelinjek3. Pri starosti 90 let so razlike med rastišči nejasne, navzgor pa izstopa lokacija Radoha (*Hedero-Fagetum*). Kaže se, da je potek višinskega priraščanja na rastišču *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli* v mladosti izredno hiter, nato pa se močno umiri. Na ostalih dveh rastiščnih enotah je potek priraščanja manj sunkovit oziroma bolj vztrajen.



Slika 2: Višinska rast po lokacijah

Tekoči višinski prirastek pri belem gabru večinoma kulminira pred štiridesetim letom, v zadnjih desetih letih pa je drevje priraslo od 1,2 do 1,9 m (preglednica 5). Višinska rast v zadnjem obdobju je najboljša na lokacijah Petelinjek, najslabša pa v Podgozdu. V povprečju je drevje najhitreje kulminiralo na lokacijah Petelinjek.

Preglednica 5: Višinski prirastek zadnjih 10 let (HI_{10}) in starost, pri kateri kulminira tekoči višinski prirastek (CAI_H)

Lokacija	HI_{10} (m)		CAI_H (leta)	
	Ar. sr.	KV (%)	Ar. sr.	KV (%)
Dragmance1	1,47	25,0	33	32,6
Dragmance2	1,41	24,8	17	45,8
Dragmance3	1,42	34,1	55	67,7
Petelinjek1	1,88	32,2	24	53,7
Petelinjek2	1,73	41,7	18	15,7
Petelinjek3	1,88	22,5	27	46,2
Podgozd	1,16	39,6	29	58,0
Radoha	1,66	22,6	30	57,3

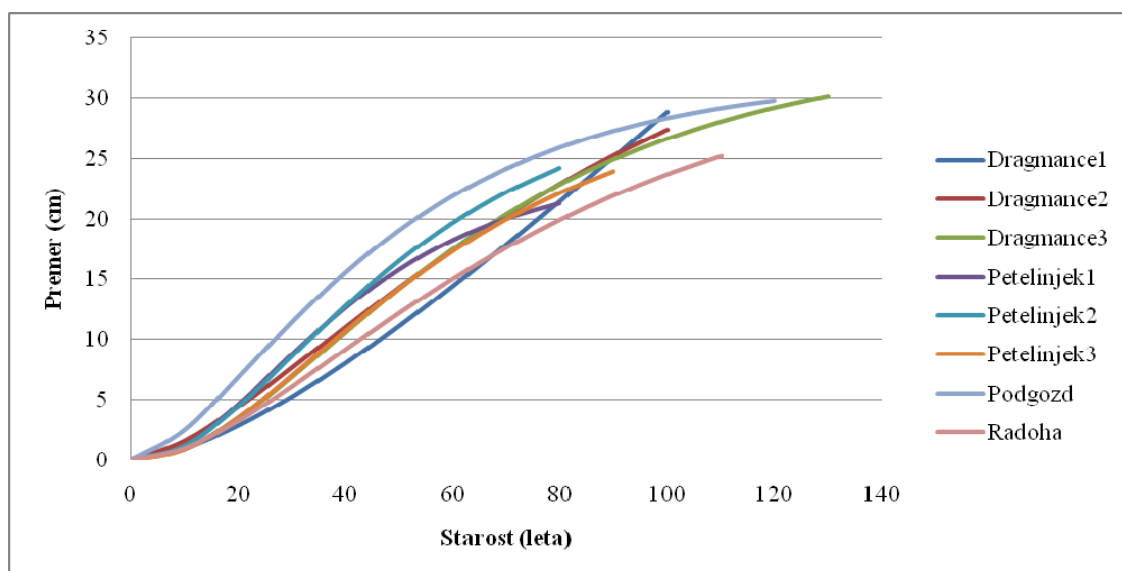
Preizkusili smo tudi, katere spremenljivke dreves korelirajo s HI_{10} in CAI_H (preglednica 6). Potrdili smo povezanost HI_{10} s prsnim premerom (debelejša drevesa imajo nižji prirastek) in s starostjo (starejše drevje ima nižje prirastke). Starost, pri kateri kulminira tekoči višinski prirastek, pa je povezana s starostjo drevesa (starejše drevje je kulminiralo kasneje), z učinkom zastrtosti (večji učinek zastrtosti pomeni kasnejšo kulminacijo) in s starostjo, pri kateri kulminira tekoči debelinski prirastek (CAI_D). Tudi ta povezava je pozitivna (drevje, ki prej kulminira s tekočim višinskim prirastkom, prej kulminira tudi z debelinskim priraščanjem).

Preglednica 6: Pearsonovi koeficienti korelacije med HI_{10} in CAI_H ter posameznimi značilnostmi dreves

Značilnost drevesa	HI_{10}		CAI_H	
	Pears. koef. korel.	Stopnja tveganja	Pears. koef. korel.	Stopnja tveganja
Prsni premer	-0,353	0,001**	0,096	0,366
Premer krošnje	0,025	0,811	0,047	0,658
Višina do 1. veje	-0,047	0,663	-0,006	0,957
Višina drevesa	-0,022	0,838	0,094	0,378
Starost	-0,476	0,000***	0,472	0,000***
Učinek zastrtosti	-0,038	0,721	0,420	0,000***
DI_{10}	-0,130	0,222	-0,034	0,751
CAI_D	-0,052	0,629	0,290	0,006**

3.3 DEBELINSKA RAST

Parametri regresijske analize debelinske rasti so prikazani v prilogi B. Pri debelinski rasti smo v analizo vključili le vladajoča in nadvladajoča drevesa, katerih krošnje so bile utesnjene z vsaj treh strani (slika 3). S tem je primerjava lokacij korektnjša, saj je vpliv konkurence s tem bistveno manjši. Nakazuje se počasnejša rast na rastišču *Hedero-Fagetum* (Radoha, Dragmance1). Med lokacijami po hitri rasti močno izstopa Podgozd (*Abio albae-Carpinetum betuli*), v mladosti pa je priraščanje hitrejše tudi na rastišču *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*.



Slika 3: Debelinska rast po lokacijah

Tekoči debelinski prirastek (CAI_D) praviloma kulminira med petintridesetim in šestdesetim letom starosti (preglednica 7). Analizirani beli gabri pri višji starosti počasi priraščajo, kar kažejo nizke vrednosti debelinskega prirastka zadnjih 10 let (DI_{10}). Nekoliko bolj prirašča v zadnjem obdobju drevje na lokaciji Podgozd.

Preglednica 7: Debelinski prirastek zadnjih 10 let (DI_{10}) in starost, pri kateri kulminira tekoči debelinski prirastek (CAI_D)

Lokacija	DI_{10} (cm)		CAI_D (leta)	
	Ar. sr.	KV (%)	Ar. sr.	KV (%)
Dragmance1	1,6	0,0	58	30,7
Dragmance2	1,7	8,8	45	69,4
Dragmance3	1,8	24,6	47	55,6
Petelinjek1	1,9	30,5	35	47,2
Petelinjek2	1,5	19,9	43	24,0
Petelinjek3	1,5	24,5	36	52,1
Podgozd	2,6	31,7	43	53,1
Radoha	1,6	22,6	45	55,5

Preizkusili smo tudi, katere spremenljivke dreves korelirajo z DI_{10} in CAI_D (preglednica 8). Debelinski prirastek zadnjih 10 let je povezan s prsnim premerom (debelejše drevje ima višji prirastek), s premerom krošnje (drevje s širšimi krošnjami ima višji prirastek) in z višino do najnižje veje (drevje, kjer se krošnja prične nižje, ima višje prirastke). CAI_D pa je povezan s starostjo (starejše drevje kulminira kasneje) in s starostjo, ko kulminira tekoči višinski prirastek (drevje, ki prej kulminira s tekočim višinskim prirastkom prej kulminira tudi z debelinskim priraščanjem).

Preglednica 8: Pearsonovi koeficienti korelacije med DI_{10} in CAI_D ter posameznimi značilnostmi dreves

Značilnost drevesa	DI_{10}		CAI_D	
	Pears. koef. korel.	Stopnja tveganja	Pears. koef. korel.	Stopnja tveganja
Prsni premer	0,652	0,000***	0,143	0,178
Premer krošnje	0,459	0,000***	-0,003	0,974
Višina do 1. veje	-0,272	0,010*	0,180	0,090
Višina drevesa	0,040	0,705	0,154	0,146
Starost	0,140	0,187	0,434	0,000***
Učinek zastrtosti	-0,052	0,624	0,122	0,253
HI_{10}	-0,130	0,222	-0,052	0,629
CAI_H	-0,034	0,751	0,290	0,006**

3.4 PRODUKCIJSKA SPOSOBNOST ANALIZIRANIH RASTIŠČNIH ENOT

SI_{100} na analiziranih rastiščnih enotah za beli gaber znaša 24-27 m (preglednica 9). Po izračunih nemških donosnih tablic (Lockow in Lockow, 2009) to znaša 7,5-9,0 m³ha⁻¹leto⁻¹ povprečnega starostnega sestojnega volumenskega prirastka. Po omenjenih tablicah povprečni prirastek sestaja kulminira pri starosti 70-85 let. Slovaške donosne tablice

(Korsuň, 1969) izkazujejo bistveno nižje volumenske prirastke, ki pa kulminirajo pri starosti 40-60 let.

Rahlo nadpovprečno se odraža združba *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli* (povprečni SI_{100} je 25,3 m), sledi *Hedero-Fagetum* (povprečni SI_{100} znaša 25,0 m) in nazadnje *Abio albae-Carpinetum betuli* (povprečni SI_{100} znaša 24,5 m). Razlike med lokacijami in rastiščnimi enotami so majhne in neznačilne (Kruskal-Wallisov test, $P = 0,533$).

Preglednica 9: Produktivna sposobnost analiziranih lokacij glede na SI in MAI_{maks}

Lokacija	Starost (let)	Višina (m)	Nemške donosne tablice		Slovaške donosne tablice	
			SI_{100} (m)	MAI_{maks} ($m^3ha^{-1}leto^{-1}$)	SI_{50} (m)	MAI_{maks} ($m^3ha^{-1}leto^{-1}$)
Dragmance1	93,0	23,4	24	6,3	16	3,2
Dragmance2	101,0	24,4	24	6,3	16	3,2
Dragmance3	110,2	24,7	24	6,3	14	2,3
Petelinjek1	64,6	20,7	25	6,6	18	4,3
Petelinjek2	68,0	21,8	25	6,6	18	4,3
Petelinjek3	64,7	22,0	26	7,0	16	3,2
Podgozd	98,5	24,3	25	6,6	16	3,2
Radoha	95,5	26,8	27	7,4	16	3,2

4 RAZPRAVA

Raziskovanje rastnih značilnosti drevesnih vrst pri nas poteka že desetletja. Do sedaj smo večinoma raziskovali drevesne vrste, ki so ekonomsko zanimivejše. V zadnjem obdobju se vse bolj posvečamo raziskavam komercialno manj zanimivih vrst (npr. Martinčič, 2008, Zimšek, 2011). V tej diplomski nalogi smo – tudi zato – raziskali rastne značilnosti belega gabra (*Carpinus betulus* L.) na treh različnih rastiščnih enotah.

Analiza sortimentne strukture belega gabra je pokazala, da tudi drevje zmernih debelin za to drevesno vrsto omogoča tehnično izrabo lesa. Delež drv je sicer visok, kljub temu pa je znaten delež okroglega lesa primeren za predelavo. Še dodatno tehnično predelavo podpirajo ugodne lastnosti lesa belega gabra. Nega sestojev s pomembnim deležem belega gabra in pa predvsem spodbujanje rabe gabrovine v tehnične namene bi status obravnavane drevesne vrste na trgu lesa in v zavesti lastnikov gozdov izboljšala. Domnevamo, da bi z nego lahko izboljšali predvsem delež žagovcev I in II. Kakovost pragovcev in žagovcev III pa se dosega tudi v nenegovanih sestojih.

V sestojih, kjer belemu gabru močno konkurira bukev, je kakovost gabra boljša tudi ob odsotnosti nege. Slednje se je pokazalo na rastiščni enoti *Hedero-Fagetum*, ki je predstavnik izjemno donosnih bukovih gozdov, kjer se beli gaber pojavlja v manjšinskem deležu (Košir, 2010). Zato je beli gaber na teh rastiščih manj konkurenčen. Utesnjenost in posledično slabe svetlobne razmere beli gaber na teh rastiščnih enotah silijo k tvorbi epikormskih poganjkov.

Analiza produkcijskih sposobnosti sestojev belega gabra na Dolenjskem je pokazala, da so razlike med rastiščnimi enotami majhne in neznčilne. Šele s širšim vzorcem rastiščnih razmer bi lahko ugotovili, kaj vpliva na produkcijsko sposobnost belega gabra.

V povezavi z ocenami produkcijske sposobnosti se zastavlja vprašanje, kaj je vzrok tako velikim razlikam med slovaškimi in nemškimi donosnimi tablicami. Domnevamo, da pojasnilo leži v različnih stanjih sestojev, ki so služili tako enim kot drugim za analizo. Slovaki so analize napravili približno 40 let pred Nemci. V tistem obdobju (Korsuň, 1969)

so lahko analizirali le sestoje, ki so jih verjetno težka obdobja (obe svetovni vojni, gospodarska kriza) zelo izčrpala, saj so gozdovi belega gabra med najdostopnejšimi in pogosto v drobni posestni strukturi. Poleg tega so Nemci (Lockow in Lockow, 2009) analize opravili v času, ko so se že zelo zavedali stopnje zastrtosti sestojev in so morebitne neprimerne sestoje izločali iz analiz ali korigirali glede na zastrtost. Nemške vrednosti povprečnega volumenskega prirastka v času kulminacije kažejo, da gabrovi sestoji dajejo solidne količinske donose.

Tuje raziskave rastnih oziroma razvojnih značilnosti belega gabra kažejo, da je potrebna velika previdnost pri posploševanju rezultatov. Študija odnosa med rastjo in mortaliteto v gozdnih rezervatih Poljske in Švice je pokazala (Wunder in sod., 2008), da je mortaliteta belega gabra na višjih nadmorskih višinah velika (Švica), na nižjih višinah pa majhna (Poljska). Pri belem gabru so z rastnim (temeljnični prirastek) modelom pojasnili relativno majhen del mortalitete.

Razvoj mešanih sestojev doba, belega gabra, črne jelše in poljskega jesena je na Hrvaškem proučeval Godina (2009). Ugotavlja, da se konkurenčnost dreves v smislu osvajanja ravnega prostora za nemoten razvoj krošnje najmočneje odraža skozi višinski prirastek. Poljski jesen in črna jelša predstavljata dobo v zgornji plasti večjo konkurenco kot beli gaber (ibidem).

Na produkcijo sestojev vpliva tudi drevesna sestava gozda (e.g. Jacob in sod., 2010). Beli gaber spada med vrste, ki investirajo relativno velik delež produkcije v listni aparat.

Béky in Somogyi (1999) sta v mešanih sestojih belega gabra in gradna ugotovila, da je z vidika volumenske produkcije smiselno oblikovati mešane sestoje na najboljših rastiščih in pri srednjih starostih.

Pri rastnih analizah belega gabra se je potrebno zavedati, da je včasih (višinska) rast zaradi objedanja divjadi zelo zmanjšana (e.g. Modrý in sod., 2004). Sicer pa je raziskava pomlajevanja pokazala, da ima beli gaber relativno hitro rast v mladosti tako v višino kot debelino. Ostale proučevane vrste (bukev, veliki jesen, poljski brest, gorski javor,

ostrolistni javor) so rastle večinoma počasneje (ibidem). Na doseženo višino in debelino belega gabra odprtost sklepa sestoja ni imela vpliva.

Raziskava rastnih značilnosti belega gabra na Dolenjskem je pokazala, da gre za vrsto, ki solidno prirašča in v pogledu volumenske produkcije ne zaostaja (bistveno) za hrasti ali bukvijo, ki predstavljajo glavne konkurenčne (avtohtone) vrste. Z vidika vrednostne produkcije pa je beli gaber šibkejša vrsta, ki se jo izkorišča skorajda samo za drva.

Z raziskavami belega gabra v Sloveniji je potrebno nadaljevati, saj je vrsta pomembno prisotna v različnih regijah in tipih gozdov.

Gozdarji, predelovalci lesa, arhitekti, lastniki gozdov in država bi morali popularizirati rabo lesa te zanimive drevesne vrste v tehnične namene. Zlasti v okolju, kjer ta vrsta dosega pomemben delež.

Slabo negovanost sestojev s pomembnim deležem belega gabra je smiselno izboljševati zaradi več razlogov. Gre za sestoje, ki so praviloma mešani in jih gradijo številne manjšinske drevesne vrste, ki so ekološko in tudi ekonomsko pomembne. Gre tudi za sestoje, ki so lahko dostopni, praviloma blizu naselij. Kar pomeni, da se delo ali nedelo gozdarske stroke in lastnikov gozdov hitro opazita, predvsem pa gre za gozdove z nizkimi stroški pridobivanja lesa.

5 SKLEPI

Analizirali smo rastne značilnosti belega gabra na osmih lokacijah, ki smo jih uvrstili v tri rastiščne enote (*Abio albae-Carpinetum betuli*, *Hedero-Fagetum* in *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*). Izvedli smo primerjavo in vrednotenje rezultatov po rastiščnih enotah. Ugotovili smo naslednje:

1. Večinski delež belogabrovih sortimentov predstavlja kakovostni razred drva. Vrednosti se nahajajo v intervalu od 47,3 % pa do 93,9 %. Razlogi za to so predvsem nezadostna gojitvena obravnava, majhni doseženi prsni premeri ter posledično nekonkurenčnost belega gabra na analiziranih rastiščih v primerjavi s prevladujočimi drevesnimi vrstami.
2. Nekateri vidni znaki dreves so pogojeni z rastiščno enoto. Izločili smo epikormske poganjke, katerih deleži so najmanjši na rastiščni enoti *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*. Beli gaber je torej glede svetlobnih razmer najkonkurenčnejši na silikatni matični podlagi. Ugotovili smo, da omejene svetlobne razmere ugodno vplivajo na dolžino čistega debla na rastiščni enoti *Hedero-Fagetum*, kar pa v praksi seveda ne velja dosledno uveljavljati. Velika variabilnost deležev po rastiščnih enotah kaže na močno okoljsko in gojitveno pogojenost vidnih znakov dreves.
3. Višinska rast je najhitrejša na rastiščni enoti *Vaccinio myrtilli-Carpinetum betuli*. Pri debelinski rasti ni jasnih razlik med rastiščnimi enotami.
4. Ugotovljeni SI_{100} se gibljejo med 24 in 27 m. Razlike med rastiščnimi enotami so majhne in statistično neznačilne.
5. Sestoj s pomembnim deležem belega gabra v strehi sestoja je smiselno negovati, saj so redčenja zaradi dobro plačanih drv belega gabra in nizkih stroškov pridobivanja lesa hitro pozitivna. Poleg tega so v teh sestojih prisotne številne manjšinske drevesne vrste, med katerimi so številne ekonomsko zelo zanimive.

6. Beli gaber kot drevesna vrsta je vredna gozdarjeve pozornosti zaradi številnih ugodnih ekoloških učinkov. Poleg tega je potencial lesa te vrste skorajda povsem neizkoriščen.

6 VIRI

- Assmann E. 1961. Waldertragskunde. München, Bonn, Wien, BLV Verlagsgesellschaft: 492 str.
- Béky A., Somogyi Z. 1999. Gyertyános-Koscsánytalan tölgyesek fatermése az elegyesség függvényében. Erdészeti Kutatások, 89: 61-72
- Godina K. 2009. Razvoj strukturnih elemenata u mješovitim sastojinama hrasta lužnjaka na području uprave šuma Bjelovar s osvrtom na modeliranje mješovitih prirasno prihodnih tablica. Šumarski list, 7/8: 407-416
- Jacob M., Leuschner C., Thomas F. 2010. Productivity of temperate broad-leaved forest stands differing in tree species diversity. Annals of Forest Science, 67, 503: 1-9
- JUS 1979 – standard za bukove hlode. 1979. Zvezni zavod za standardizacijo.
- Korsuň F. 1969. Hmotové a porostní tabulky pro habr. Lesnictví, 15, 3: 217-230
- Košir Ž. 2010. Lastnosti gozdnih združb kot osnova za gospodarjenje po meri narave. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije – Gozdarska založba: 288 str.
- Kotar M. 1994. Gojenje gozdov – ekologija gozda in gozdoslovje. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 148 str.
- Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.
- Lockow K. W., Lockow J. 2009. Die Heinbuche im nordostdeutschen Tiefland-Wuchsverhalten und Bewirtschaftungshinweise. 1. Aufl. Eberswalde, Landskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE): 130 str.

Mirtič J. Rastne značilnosti belega gabra (*Carpinus betulus* L.) na Dolenjskem.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2011

Martinčič V. 2008. Zgradba in rast borovih sestojev na strmih, prisojnih dolomitnih pobočjih v pogorju Kuma: diplomska naloga. (Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal: 34 str.

Modrý M., Hubený D., Rejšek K. 2004. Differential response of naturally regenerated European shade tolerant tree species to soil type and light availability. *Forest Ecology and Management*: 185-195

Wunder J., Brzeziecki B., Żybura H., Reineking B., Bigler C., Bugmann H. 2008. Growth-mortality relationships as indicators of life-history strategies: a comparison of nine tree species in unmanaged European forests. *Oikos*, 117: 815-828

Zeide B. 1993. Analysis of Growth Equations. *Forest Science*, 39, 3: 594-616

Zimšek M. 2011. Zgradba in rast sestojev črnega bora na strmih, dolomitnih pobočjih v Zasavju: diplomska naloga. (Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal: 32 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Alešu Kaduncu za pomoč in strokovno vodstvo pri izdelavi diplomske naloge. Zahvaljujem se mag. Sašu Marinšku za izvedeno fitocenološko analizo. Iskrena zahvala velja tudi očetu Andreju za pomoč pri terenskem zbiranju vzorcev ter vsem, ki so kakorkoli pripomogli k nastanku te diplomske naloge.

PRILOGE**Priloga A: Podatki o regresijskih koeficientih po ploskvah za višinsko rast**

Lokacija	a	b	c	R²
Dragmance1	23,1341	0,0314	1,8250	0,922
Dragmance2	31,1532	0,0149	1,0896	0,978
Dragmance3	24,1332	0,0222	1,3622	0,870
Petelinjek1	23,9129	0,0303	1,3906	0,947
Petelinjek2	21,7912	0,0480	1,7682	0,975
Petelinjek3	24,1884	0,0277	1,5421	0,834
Podgozd	30,9061	0,0144	1,1134	0,937
Radoha	36,2646	0,0136	1,1799	0,971

Mirtič J. Rastne značilnosti belega gabra (*Carpinus betulus* L.) na Dolenjskem.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2011

Priloga B: Podatki o regresijskih koeficientih po ploskvah za debelinsko rast

Lokacija	a	b	c	R ²
Dragmance1	162,8296	0,0042	1,6117	0,996
Dragmance2	42,3290	0,0147	1,6680	0,966
Dragmance3	33,7976	0,0233	2,3267	0,890
Petelinjek1	24,2364	0,0382	2,6738	0,856
Petelinjek2	30,5695	0,0300	2,4433	0,979
Petelinjek3	30,4186	0,0263	2,4433	0,881
Podgozd	31,6655	0,0284	1,8427	0,996
Radoha	33,2265	0,0187	2,0151	0,919

Mirtič J. Rastne značilnosti belega gabra (*Carpinus betulus* L.) na Dolenjskem.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2011
