

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

Manca ČERNIGOJ

**SPOLNI DIMORFIZEM KRANJSKE KOZJE ČEŠNJE (*Rhamnus fallax*
Boiss.) NA OBMOČJU JAVORNIKOV**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**SEXUAL DIMORPHISM OF *Rhamnus fallax* Boiss. IN THE
JAVORNIKI REGION**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Opravljeno je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Roberta Brusa ter za recenzenta prof. dr. Franca Batiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Manca ČERNIGOJ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	GDK 181.5:176.1 <i>Rhamnus fallax</i> Boiss.(043.2)=163.6
KG	<i>Rhamnus fallax</i> Boiss./kranjska kozja češnja/spolni dimorfizem/Javorniki/ morfometrijska analiza
KK	
AV	ČERNIGOJ, Manca
SA	BRUS, Robert (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2011
IN	SPOLNI DIMORFIZEM KRANJSKE KOZJE ČEŠNJE (<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.) NA OBMOČJU JAVORNIKOV
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 62, 14 pregl., 16 sl., 2 pril., 30 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Kranjska kozja češnja (<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.) je ena izmed štirih avtohtonih vrst iz rodu <i>Rhamnus</i> v Sloveniji. Glavni cilji raziskave so bili ugotoviti razmerje med spoloma, morfološka variabilnost in spolni dimorfizem kranjske kozje češnje, ki so bili raziskani na 9. raziskovalnih ploskvah na JV pobočju Javornikov v treh višinskih pasovih. V analizi je bilo skupno zajetih 270 grmov in 4890 listov. Preučevani so bili 4 znaki na grmih in 12 znakov na listih. Razmerje med spoloma je bilo na osmih od devetih ploskev močno v prid moških osebkov, le na ploskvi 3 je bilo ženskih osebkov več kot moških. Največji prispevek k variabilnosti listov je imela variabilnost znotraj grmov. Statistično značilen se je izkazal vpliv nadmorske višine na variabilnost pri znakih, ki izražajo predvsem velikost listov. Relativno najmanjše liste so imele ploskve v pasu nad 900 m, srednje velike liste ploskve v pasu pod 700 m, največje liste pa so imele ploskve med 700 – 900 m. Po obliki listov je najbolj izstopala ploskev 2, pri kateri so bili listi relativno najširši. Spolni dimorfizem vrste v raziskavi ni bil močno izražen.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Gt

DC FDC 181.5:176.1 *Rhamnus fallax* Boiss.(043.2)=163.6

CX *Rhamnus fallax* Boiss./buckthorn/sexual dimorphism/Javorniki
region/morphometric analysis

CC

AU ČERNIGOJ, Manca

AA BRUS, Robert (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and
Renewable Forest Resources

PY 2011

TI SEXUAL DIMORPHISM OF *Rhamnus fallax* Boiss. IN THE JAVORNIKI
REGION

DT Graduation Thesis (University studies)

NO IX, 62, 14 tab., 16 fig., 2 ann., 30 ref.

LA sl

AL sl/en

AB *Rhamnus fallax* Boiss. is one of the four species from genus *Rhamnus* native to Slovenia. The main goal of this research was to determine sex ratio, morphological variability and sexual dimorphism of *R. fallax*, which was examined on 9 research fields in the Javorniki region considering three altitude bands. In the analysis 270 bushes in 4890 leaves were included and a total of 4 traits on the bushes and 12 traits on the leaves were measured. Sex ratio was male biased in eight of nine fields, only field 3 was female biased. The largest source of variation of leaves was attributed to variation within bushes. Statistically significant was the effect of the altitude on the traits which mainly describe leaf size. Relatively smallest leaves had the fields in altitude band over 900 m, fields under 700 m had medium sized leaves, relatively largest leaves had the fields between 700 – 900 m. With the relatively widest leaves stands out field 2. Sexual dimorphism wasn't clearly expressed in this study.

KAZALO VSEBINE

Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key Words Documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	IX
1 UVOD	1
1.1 PREDSTAVITEV KRANJSKE KOZJE ČEŠNJE (<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.)	1
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 SPOLNI DIMORFIZEM PRI RASTLINAH	5
2.2 OPREDELITEV PROBLEMA	12
2.3 CILJI NALOGE IN RAZISKOVALNE HIPOTEZE	12
3 MATERIAL IN METODE	13
3.1 IZBOR IN OPIS PLOSKEV	13
3.2 IZBOR GRMOV IN NABIRANJE POGANJKOV	19
3.3 MORFOMETRIJSKA ANALIZA	28
3.4 STATISTIČNE METODE	31
4 REZULTATI	32
4.1 RAZMERJE MED SPOLOMA	32
4.2 DESKRIPTIVNA STATISTIKA	35
4.2.1 Variabilnost znakov, merjenih na grmih	35
4.2.2 Variabilnost znakov, merjenih na listih	37
4.3 SPOLNI DIMORFIZEM	40
4.3.1 Primerjava znakov, merjenih na grmih	40
4.3.2 Primerjava znakov, merjenih na listih	40
4.4 VARIABILNOST NA OSNOVI ZNAKOV NA GRMIH IN LISTIH PO POSAMEZNIH NIVOJIH PROUČEVANJA	44
4.5 VARIABILNOST NA OSNOVI METODE GLAVNIH KOMPONENT	47

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	50
5.1	RAZMERJE MED SPOLOMA NA IZBRANIH PLOSKVAH	50
5.2	MORFOLOŠKA VARIABILNOST VRSTE NA IZBRANEM OBMOČJU	51
5.3	VPLIV OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA VARIABILNOST	53
5.4	SPOLNI DIMORFIZEM	54
6	POVZETEK	57
7	VIRI	59
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 Raziskovalne ploskve po višinskih pasovih	13
Preglednica 2: Izmerjeni znaki na posameznih grmih	28
Preglednica 3: izmerjeni znaki na posameznih listih	30
Preglednica 4: izpeljani znaki na posameznih listih	31
Preglednica 5: Število in delež osebkov kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.) po posameznih ploskvah znotraj treh višinskih pasov	34
Preglednica 6: Povprečne vrednosti, standardni odkloni in koeficienti variance znakov, analiziranih na grmih kranjske kozje češnje	35
Preglednica 7: Povprečne vrednosti, standardni odkloni in koeficienti variance znakov, analiziranih na listih kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.), prikazani znotraj ploskev, po pasovih in skupno	38
Preglednica 8: Povprečne vrednosti znakov, analiziranih na grmih kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.), ločene po spolu	41
Preglednica 9: Povprečne vrednosti znakov analiziranih na listih kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.), ločene po spolu	42
Preglednica 10: Prispevek posameznih nivojev proučevanja k variabilnosti posameznih morfoloških znakov grmov in listov kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.)	45
Preglednica 11: F-vrednosti gnezdasto zasnovanega poskusa za analizirane znake na grmih kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.) (n.s. $P > 0,05$; * $0,01 < P < 0,05$; ** $0,001 < P < 0,01$; *** $P < 0,001$)	46
Preglednica 12: F-vrednosti gnezdasto zasnovanega poskusa za analizirane znake na listih kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.) (n.s. $P > 0,05$; * $0,01 < P < 0,05$; ** $0,001 < P < 0,01$; *** $P < 0,001$)	46
Preglednica 13: Lastna vrednost in delež pojasnjene variance po posameznih komponentah	47
Preglednica 14: Korelacija med znaki in prvimi tremi sintetičnimi komponentami	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz cvetov in plodov kranjske kozje češnje (<i>Rhamnus fallax</i> Boiss.); 2- ženski cvet od zgoraj, 3-moški cvet od zgoraj, 4-venčni list in prašnik, 5-plod, 6-seme z dveh strani (Šilić, 1973: 153)	4
Slika 2: Prikaz raziskovalnih ploskev (izdelal: T. Černigoj)	14
Slika 3: Ženski cvet (foto: M. Černigoj)	20
Slika 4: Ženska socvetja v zgodnji razvojni fazi, plodnica rahlo odebeljena (foto: M. Černigoj)	20
Slika 5: Ženska socvetja v pozni razvojni fazi, plodnice močno odebeljene (foto: M. Černigoj)	21
Slika 6: Označen ženski osebek (foto: M. Černigoj)	22
Slika 7: Moška cveta (foto: M. Černigoj)	23
Slika 8: Označen moški osebek (foto: M. Černigoj)	24
Slika 9: Moška socvetja (M. Černigoj)	25
Slika 10: Habitus rastline v senčni legi (foto: M. Černigoj)	26
Slika 11: Habitus rastline na odprtem (foto: M. Černigoj)	27
Slika 12: Prikaz poteka meritev znakov na listih s pomočjo programa WinFolia (verzija: pro 2005) Régent Instruments Inc.	29
Slika 13: Prikaz merjenja nekaterih znakov na listu	30
Slika 14: Deleži osebkov kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.) po spolu znotraj posameznih ploskev	32
Slika 15: Deleži osebkov kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.) po spolu znotraj posameznih višinskih pasov	33
Slika 16: Analiza po metodi glavnih komponent: razpršenost ploskev kranjske kozje češnje (<i>R. fallax</i> Boiss.) vzdolž prve in druge komponente	49

KAZALO PRILOG

Priloga A: Popisni obrazec za prvi sklop terenskega dela: vnos spola, zaporedne številke in opomb

Priloga B: Popisni obrazec za drugi sklop terenskega dela: vnos izmerjenih podatkov o grmih, skalovitosti, naklonu ter prisotnosti plodov

1 UVOD

Na Notranjskem nas skoraj na vsakem kilometru gozdnih cest, prek skalnih pobočjih vse do travnatih zaplat, spremlja kranjska kozja češnja (*Rhamnus fallax* Boiss.). Grmovna vrsta iz rodu kozjih češenj (*Rhamnus*), ki sicer ni tako uporabna v zdravilstvu kot njena sorodnica čistilna kozja češnja (*Rhamnus catharticus* L.), je s svojimi temno zelenimi bleščečimi velikimi listi opazna že na daleč. Na nekaterih območjih Notranjske jo predvsem stari ljudje poznajo po imenu »kranjski oreh« zaradi podobnosti z navadnim orehom (*Juglans regia* L.) v obliki listov.

Od maja do julija lahko pri pozornem opazovanju na vejicah opazimo drobne zelene cvetove, združene s skupinice. Na vsakem grmu so samo cvetovi enega spola, s čimer vrsta nakazuje svoj primarni spolni dimorfizem. Morebitne razlike v velikosti grmov, velikosti in obliki listov, dolžini poganjkov in pecljev, ki sodijo med znake sekundarnega spolnega dimorfizma, pa brez nadaljnega, bolj podrobnega raziskovanja, ostanejo očem skrite.

1.1 PREDSTAVITEV KRANJSKE KOZJE ČEŠNJE (*Rhamnus fallax* Boiss.)

Sistematika rodu *Rhamnus* (po Batič in sod., 2003):

Deblo (*Divisio*): *Spermatophyta*

Poddeblo (*Subdivisio*): *Magnoliophytina* (= *Angiospermae*)

Razred (*Classis*): *Rosopsida* (= *Dicotyledoneae*)

Podrazred (*Subclassis*): *Rosidae*

Red (*Ordo*): *Rhamnales*

Družina (*Familia*): *Rhamnaceae*

Rod (*Genus*): *Rhamnus*

V rodu *Rhamnus* je skupaj 100 do 160 vrst grmov in dreves višine od 1-10 metrov, redko do 15 metrov. Razširjene so v celotnem zmernem in subtropskem pasu

severne poloble in v subtropskem pasu južne poloble, v nekaterih predelih Afrike in južne Amerike. Vrste so zimzelene in listopadne.

Med številnimi vrstami kozjih češenj so v Sloveniji avtohtone štiri. Poleg kranjske kozje češnje (*Rhamnus fallax* Boiss.) še čistilna kozja češnja (*Rhamnus catharticus* L.), nizka kozja češnja (*Rhamnus pumilus* Turra.) in razkrečena kozja češnja (*Rhamnus saxatillis* Jacq.). V literaturi navajajo tudi križanec med vrstama *Rhamnus fallax* in *Rhamnus pumila*, ki je odkrit v Sloveniji, v okolici Postojne (Brus, 2008).

Taksonomija vrste *Rhamnus fallax* še ni povsem jasna in dokončno razrešena. Nekateri avtorji jo navajajo samo kot podvrsto (Hegi, 1965, *Flora Europea*), drugi pa kot samostojno vrsto z mnogimi podvrstami (Vent, 1962). V literaturi se pojavljajo tudi številni sinonimi za *R. fallax*. Zasledimo lahko imena: *Rhamnus alpinus* Sibth., *Rhamnus carniolica* A. Kerner, *Rhamnus alpina* Scop., *Rhamnus alpina* L. subsp. *fallax* Boiss. (Vent, 1962).

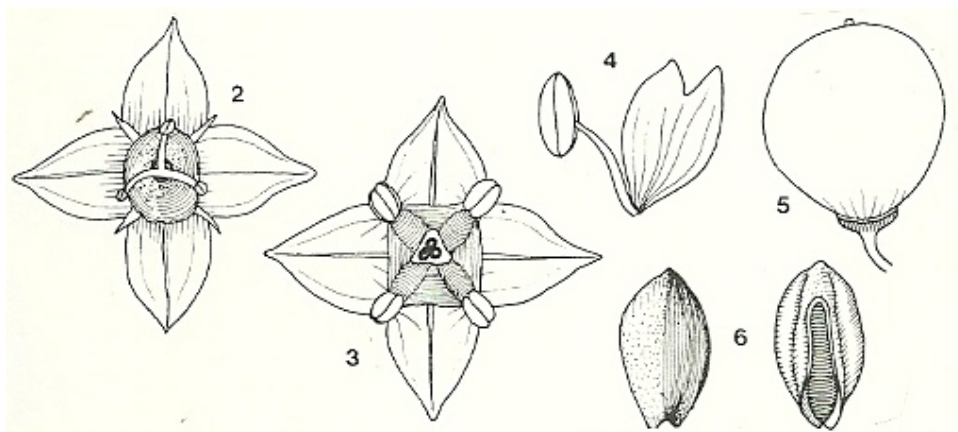
Vent (1962) kranjsko kozjo češnjo opisuje sicer kot samostojno vrsto, vendar z imenom *Oreoherzogia fallax* (Boiss.) W.Vent. Vrsta *O. fallax* je bila prvič omenjena leta 1856 in je kronološko gledano opisana kot šesta vrsta v rodu *Oreoherzogia* (*Rhamnus*). Poimenoval jo je Boissier. Hegi (1965) vrsto opisuje kot *Rhamnus alpina* subsp. *fallax* (Boiss.) Beger. Od svoje bližnje sorodnice *Rhamnus alpinus* subsp. *eu-alpina* Beger naj bi se razlikovala v obliki in velikosti listov ter po geografski razširjenosti. Podobno tudi *Flora Europea* navaja *R. fallax* kot *Rhamnus alpinus* L. subsp. *fallax* (Boiss.) Maire & Petitm., pojavljala naj bi se na območju Alp in celotnega Balkana, medtem ko naj bi se *Rhamnus alpinus* L. subsp. *alpinus* pojavljala v JZ delu Evrope, v centralnih Alpah in v Italiji. V Mali flori Slovenije (Martinčič in sod., 1999) in Pregledu rastlinskega sistema (Batič in sod., 2003) je navedena kot samostojna vrsta *Rhamnus fallax* Boiss.

Kranjska kozja češnja je listopadni, močno razvejan in košat okroglast grm visok do 4 m (Brus, 2008), med 2-3,5 m višine po navedbah Šilića (1973) in Venta

(1962). Hegi (1965) navaja, da je to pokončen, do 3,5 m visok grm, pogosto že od tal razrasel v več debel.

Brus (2008) in Šilić (1973) navajata, da so listi enostavni, eliptični, dolgi 7-15 cm, široki do 7,5 cm, po robu nažagani in na poganjku nameščeni premenjalno. Imajo izrazite stranske žile, ki jih je 12-20 parov, medtem ko Vent (1962) omenja 20 (22) parov listnih žil. Žile so močno vtisnjene v listno ploskev. Listi so na zgornji strani svetlo zeleni, goli in bleščeči, pecelj je dolg do 2 cm. Hegi (1965) omenja, da so listi goli, v dolžino merijo 10 do 13 cm, običajno več kot 7 cm. Na listu je 15 do 18 parov listnih žil. Oblika listov je podolgovato jajčasta do široko suličasta, na vrhu so običajno zašiljeni. Poganjki so rdečkasto rjavi z izrazitimi svetlimi lenticelami po vsej dolžini poganjka. Brsti so dolgi do 12 mm, podolgovato jajčasti, zašiljeni in temno rjavi (Brus, 2008; Šilić, 1973).

Vrsta je žužkocvetna in dvodomna. Cvetovi so drobni, štirištevni in združeni v skupine po 3-7. Venčni listi so rumenkasto zelene barve. Pri ženskem cvetu je dobro viden pestič, ki se na dnu razširi v okroglasto plodnico (slika 1). Na vrhu pestiča so na razdeljenem vratu tri brazde. Pri moških cvetovih so vidni štirje prašniki, ki so skoraj simetrično razporejeni na zunanjem robu kroga, ki ga tvorijo venčni listi. Moški cvetovi ob dotiku zelo hitro odpadejo, medtem ko so ženski dobro pritrjeni. Rastlina cveti od maja do julija. Koščičasti plodovi so okroglasti ali hruškasti, do 6 mm debeli, gladki, goli, črni, sočni in strupeni (Brus, 2008; Šilić, 1973). Koreninski sistem je dobro razvit in močan, korenina pogosto doseže matično kamnino in prodira v razpoke v njej (Brus, 2008).



Slika 1: Prikaz cvetov in plodov kranjske kozje češnje (*Rhamnus fallax* Boiss.); 2-ženski cvet od zgoraj, 3-moški cvet od zgoraj, 4-venčni list in prašnik, 5-plod, 6-seme z dveh strani (Šilić, 1973: 153)

Glede ekoloških zahtev gre za izrazito kalcifilno grmovno vrsto z široko ekološko amplitudo. Rada raste v vlažnih razmerah, kseromorfni listi ji omogočajo tudi rast v submediteranskih razmerah. Odporna je proti nizkim temperaturam. Je polsencozdržna vrsta in v gozdu dobro raste tudi v senci v spodnji plasti (Brus, 2008).

Kranjska kozja češnja je razširjena po vsem Balkanskem polotoku, od jugovzhodnega obrobja Alp vse do Grčije in Bolgarije. V Sloveniji je zelo pogosta v dinarskem in alpskem svetu, redka pa je v submediteranskem in subpanonskem območju. Razširjena je od nižin do gozdne meje (Brus, 2008).

2 PREGLED OBJAV

Do sedaj je v Evropi objavljenih malo raziskav o kranjski kozji češnji, še manj pa drugod. Večina objavljenih raziskav o kozjih češnjah temelji na pridobivanju spojin, ki jih rastline vsebujejo, le te pa so uporabne v farmaciji in medicini (antrakinonski glikozidi). V Ameriki se v glavnem ukvarjajo s problematiko kozjih češenj kot invazivnih vrst in preučujejo njihovo zatiranje.

Spolni dimorfizem in razmerje med spoloma v populacijah so raziskovali številni avtorji na mnogih rastlinskih vrstah. Rezultati niso primerljivi, vendar nam dajejo vpogled v razlike med spoloma, različna razmerja med spoli in tudi v teorije, zakaj do teh razlik prihaja.

2.1 SPOLNI DIMORFIZEM PRI RASTLINAH

Spolni dimorfizem je razlika med osebki različnih spolov znotraj iste vrste. Zajema razlike v barvi, velikosti, obliki in zgradbi rastlin ali samo njihovih delov; listov, stebel, krošenj, pecljev, itd.

Poleg primarnih znakov spolnega dimorfizma, ki jih predstavljajo cvetovi moškega in ženskega spola, so prisotni tudi razlike med manj očitnimi znaki, ki niso neposredno povezani z reprodukcijo. Pri rastlinah se lahko zaradi spolnega dimorfizma pojavljajo razlike v velikosti, barvi, v dolžini vegetativnih in reprodukcijskih organov, v pridobivanju in alokaciji hranilnih snovi ter v interakciji z ostalimi člani združbe.

Raziskavo o alokaciji in skritih stroških reprodukcije sta pri vrsti *Rhamnus alpinus* L. objavila Bañuelos in Obeso (2004). Analize so bile narejene na štirih ravneh: na ravni poganjkov, na ravni vej, na ravni grmov (osebkov) in na ravni populacij. Raziskava je pokazala jasne razlike v alokaciji virov med moškimi in ženskimi osebki. Razlike, ki nastanejo zaradi večjega vlaganja ženskih osebkov v reprodukcijo, so opazne na ravni grmov in populacij, vendar šele po nekaj reprodukcijskih letih. Na ravni populacij je bilo analizirano tudi številčno razmerje med spoloma. Označeni osebki so bili analizirani v letih 1998 in 1999. V letu 1998 je bilo spolno zrelih 93 % vseh osebkov, v letu 1999 pa 97 %. Večina osebkov, ki so postali spolno zreli v letu 1999, je bilo ženskega spola (73 %). V vseh populacijah je bilo več osebkov moškega spola.

Znotraj rodu brinov (*Juniperus*) je bilo narejenih precej raziskav o spolnem dimorfizmu in razmerju med spoloma v populacijah. Raziskave so potrdile razlike med ženskimi in moškimi osebki dvodomnih vrst. Najbolj pogost vzorec, ki se pojavlja v populacijah je, da ženski osebki vlagajo več v razmnoževanje in spojene namenjene zaščitni rastline, moški osebki pa vlagajo več v vegetativno rast. Kot posledica naj bi se rastlinojedi prehranjevali pretežno z moškimi osebki. Razmerje med rastjo, zaščito in reprodukcijo močno vpliva na koncentracijo kemičnih spojin v rastlinah. Ta kompromis v količini vložene energije za te tri pomembne funkcije naj bi bil še posebej očitni pri dvodomnih vrstah, kjer tvorba semen zahteva bistveno večjo količino vloženih virov, kot rast moških spolnih struktur. Iz omenjenega sledi, da naj bi ženski osebki rasli počasneje, vsebovali večje koncentracije ogljikovih sekundarnih metabolitov in naj bi bili manj zanimivi za rastlinojede živali (Massei in sod., 2006). Omenjeni avtorji so navedeno preučevali na populacijah podvrste rdečega brina *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, za katerega pa to ne drži v celoti. Preučevani moški osebki so imeli hitrejšo rast kot ženski, pa tudi večjo vsebnost fenolov in terpenoidov. V nasprotju s prej opisanimi predvidevanji ta študija nakazuje, da vlaganje virov v reprodukcijo v rastlini zmanjša razpoložljivost virov za vegetativno rast in tudi za tvorbo kemijskih spojin. Avtorji rezultate razlagajo kot posledico tega, da pri preučevani vrsti brina omeseneli storži zorijo dve leti in dolgoročneje porabljajo razpoložljive vire ženskih osebkov.

Do popolnoma različnih ugotovitev so prišli tudi raziskovalci na zahodnem Mediteranu, kjer so preučevali spolno sestavo in spolni dimorfizem pri vrsti *Juniperus thurifera* L. Gauquelin in sod. (2002) so raziskavo izvedli na devetih populacijah; osem populacij je bilo v gorovju Atlas, za primerjavo pa še ena v francoskem delu Pirenejev. V šestih od skupno osmih populacij v gorovju Atlas in v populaciji v Franciji je bilo več ženskih osebkov kot moških. Ženski osebki so se izkazali za značilno višje od moških, kljub temu pa je bila fitomasa moških in ženskih osebkov približno enaka, ker so imeli ženski osebki manj razvejane krošnje. Moški osebki ene od populacij so v letih 1935-1994 pokazali večjo

debelinsko rast. Vsebnost dušika in koncentracija hranil v iglicah se je izkazala za značilno večjo v iglicah ženskih osebkov.

Na Škotskem so McGowan in sod. (2004) poleg spolne sestave preučevali tudi razlike v količini objedanja moških in ženskih osebkov navadnega brina (*Juniperus communis* L.). Razmerje med spoloma je bilo rahlo v prid ženskim osebkom, vendar je bilo med popisanimi osebki več kot polovica nedoločenih. Med junijem in septembrom skoraj ni bilo sledov objedanja, niti ni bilo razlike med objedanjem moških in ženskih osebkov. Največja stopnja objedenosti se je pokazala čez zimo. Ženski in nedoločeni osebki so imeli podobno stopnjo objedenosti poganjkov, medtem ko je bila le ta pri moških osebkih manjša.

Razmerje med spoloma navadnega brina, glede na nadmorsko višino so preučevali tudi Ortiz in sod. (2002). V raziskavi so pregledali šest sestojev na različnih nadmorskih višinah od 2100 do 2850 metrov. Na višini 2100 metrov je bilo razmerje med osebki ženskega in moškega spola približno 1:1, nato pa se je z nadmorsko višino večalo v korist moških osebkov. Poleg razmerja med spoloma so preučevali še rast poganjkov, število omesenelih storžev in količino peloda, ravno tako glede na nadmorsko višino. Rast poganjkov (vej) je upadala z nadmorsko višino, vendar je to veljalo tako za ženske kot za moške osebe. Z naraščajočo nadmorsko višino je upadala tudi količina storžev obeh spolov. Vendar pa je bil vložek ženskih osebkov v reprodukcijo v primerjavi z moškimi na vseh nadmorskih višinah večji. Avtorji navajajo, da so ženski osebki v letu 1998 vložili v reprodukcijo povprečno 29,5 % njihovih trenutnih virov, moški pa le 5,8 %, vendar pa se ta razlika ni odražala v vegetativni rasti.

Razmerje med spoloma in vpliv sosednjih osebkov sta preučevala Vasiliauskas in Aarssen (1992). Preučila sta 20 sestojev vrste *Juniperus virginiana*. Rezultati so pokazali, da je razmerje med spoloma odstopalo od vrednosti 1:1 in je bilo večje v korist moških osebkov. Več moških osebkov je bilo tudi med analiziranimi osebki, ki so imeli večji premer in med tistimi, ki so bili višji. Avtorja trdita, da so ženski osebki zaradi večjih vložkov v reprodukcijo, rahlo vendar značilno manj vlagali v

vegetativno rast. Pri preučevanju vpliva sosednjih osebkov se niso pokazale značilnosti, ki bi bile pogojene s spolom sosednjih osebkov. Avtorja prevladovanje moških osebkov med osebki v večjih višinskih razredih razlagata kot posledico spolnega izbora, kjer so višji osebki bolj uspešni opraševalci kot nizki.

Na jugu Anglije je Ward (2007) preko 23 let preučevala spolni dimorfizem navadnega brina (*Juniperus communis* L. var. *Communis*). Preučevala je odzive ženskih in moških osebkov na ekološki in fiziološki stres v populacijah različnih starosti. V populacijah mladih osebkov je bila umrljivost ženskih osebkov večja kot moških. Veliko ženskih osebkov je odmrlo kot posledica močnih napadov zajčjega objedanja, kasneje pa zaradi glivnih obolenj na koreninskem sistemu. Moških osebkov je bilo številčno več skozi celotno preučevano obdobje, s staranjem se je ta delež še povečal. Moški osebki so se izkazali za bolj odporne proti boleznim in so v povprečju odmirali starejši (pri 110 letih), ženski osebki pa nekoliko mlajši (pri 106 letih). Mladi osebki ženskega spola so priraščali manj kot osebki moškega spola, avtorica predpostavlja, da zaradi večjega vložka energije v reprodukcijo. Pri starosti trideset let so bili moški in ženski osebki značilno različno visoki. Te razlike so se v starih sestoju izravnale.

Quinn in Meiners (2004) sta v dolgoletni raziskavi, ki je trajala od 1963 do 2000, preučevala rast, preživetje in razmerje med spoloma pri vrsti *Juniperus virginiana* L. Številčno razmerje med spoloma se je dolgoročno izkazalo za zelo blizu 1:1, moški osebki so rasli rahlo hitreje kot ženski, vendar pa je rast pri obeh spolih upadla za približno 50 %, ko so spolno dozoreli.

Brus in sod. (2010) so raziskovali variabilnost rdečeplodnega brina (*Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus*) na Balkanskem polotoku. Raziskali so 12 populacij, v katerih so merili 10 morfoloških znakov na minimalno 100 listih vsakega od 190 osebkov ter dva morfološka znaka na 30-50 storžih vsakega od 94 ženskih osebkov. Prišli so do zaključkov o veliki fenotipski variabilnosti brez kakršnekoli jasne geografske strukture za kateregakoli izmed preučevanih znakov. Opazni so bili tudi znaki spolnega dimorfizma, vendar niso bili razporejeni

enakomerno po vsem preučevanem območju. Največji del skupne variance je bil pojasnjen z varianco znotraj dreves (33-77 %), sledila je varianca med drevesi (18-47 %), varianca med populacijami (2-23 %) ter spolni dimorfizem, ki je pojasnil le 0-3 %.

Wallace in Rundel (1979) sta v Kaliforniji naredila raziskavo na grmih jojobe (*Simmondsia chinensis* (Link) C.K. Schneid.). Preučevala sta spolni dimorfizem in alokacijo virov. Razmerje med spoloma je bilo v vseh populacijah blizu 1: 1. Spolni dimorfizem je bil očiten v velikosti listov, povprečen list ženskih osebkov je bil skoraj trikrat večji kot list moških osebkov. To se je pokazalo v šestih populacijah v sušnih razmerah. V treh ostalih populacijah, ki so se pojavljale vzdolž obale v bolj vlažnih razmerah, ni bilo značilnih razlik med listi moških in ženskih osebkov. Površina listov moških osebkov je bila podobna kot pri populacijah v puščavi, površina ženskih listov pa je bila reducirana. Spolni dimorfizem se je pokazal tudi v specifični teži listov in vsebnosti vode v svežih listih. Specifična teža listov moških osebkov je bila manjša kot specifična teža listov ženskih osebkov, listi moških osebkov so vsebovali tudi manj vode kot listi ženskih. Razlike v velikosti krošenj med ženskimi in moškimi osebki niso bile značilne, pojavljale so se razlike v zgradbi krošenj, ženski osebki so imeli manj razvejane in bolj »odprte« krošnje, medtem ko so bile krošnje moških osebkov gostejše. Če upoštevamo skupno biomaso, so moški osebki vložili 10-15 % svojih virov v reprodukcijska tkiva. Pri ženskih osebkih so bila vlaganja odvisna od semenjenja. Pri 100 % semenjenju naj bi ženski osebki 30-40 % virov vložili v reprodukcijo.

Bond in Midgley (1988) sta preučevala alometrijo in spolno pogojene razlike v velikosti listov pri rodu *Leucadendron*. Njune ugotovitve so bile, da sta velikost listov in število cvetov (socvetij) znaka, ki sta pri rodu *Leucadendron* medsebojno tesno povezana. Pri oprašitvi so bili konkurenčnejši moški osebki z več peloda, količina peloda pa je bila odvisna od števila in velikosti cvetov. Cvetovi so pri vrstah iz tega rodu terminalni. Več cvetov in s tem večjo konkurenčnost pri opraševanju so imeli bolj razrasli osebki z več vejami. Posledica večje razvejanosti

rastlin je, da ne morejo več nositi tako velikih in posledično težjih listov. Zato so bili listi na moških osebkih manjši kot na ženskih.

Obeso in sod. (1998) so na dveh lokacijah v severni Španiji preučevali razmerje med spoloma in spolni dimorfizem pri navadni bodiki (*Ilex aquifolium* L.). Razmerje med spoloma je bilo na obeh lokacijah v korist moških osebkov. Povprečna letna rast v zadnjih 10, 20 in 30 letih je bila večja pri moških osebkih. Učinkovitost listov v procesu fotosinteze pri majhni stopnji osvetljenosti je bila mnogo višja pri listih ženskih osebkov (na vejah, ki niso imele plodov) kot pri listih moških osebkov. Učinkovitost fotosinteze je bila značilno manjša pri listih ženskih osebkov, ki so imeli plodove kot pri osebkih, ki plodov niso imeli.

Istega leta je Mitchell (1998) preučeval prilagodljivost kalifornijske tise (*Taxus brevifolia* L.) na sonce in senco. Vzporedno je preučeval iste znake pri navadni tisi (*Taxus baccata* L.). Pri kalifornijski tisi (*T. brevifolia*) med osebki ženskega in moškega spola ni ugotovil značilnih razlik, ki so bile prisotne pri navadni tisi.

Iszkulo in sod. (2009) so na Poljskem in v Ukrajini preučevali razmerje med spoloma in znake sekundarnega spolnega dimorfizma pri navadni tisi. Avtorji so sami preučili pet populacij ter zbrali podatke za 20 populacij, ki so jih obravnavali drugi avtorji. Razmerje med spoloma je bilo v štirih od petih analiziranih populacij približno 1: 1. Le v eni populaciji je bilo ženskih osebkov samo 33 %. Ženski osebki v 4 populacijah so imeli manjše višine in prsne premere, samo v relativno najmlajši populaciji ni bilo značilnih razlik med osebki ženskega in moškega spola. Iglice ženskih osebkov so bile daljše in so imele večjo površino. Statistično značilna se je izkazala tudi večje gostota listnih rež na iglicah ženskih osebkov. Zaradi večjih vložkov energije v reprodukcijo naj bi bili ženski osebki navadne tise bolj občutljivi na sušo. Pri analizi vseh podatkov (25 populacij) se je izkazalo, da z naraščanjem nadmorske višine in letne količine padavin narašča delež ženskih osebkov v populacijah. Geografska širina, povprečna letna temperatura, indeks kontinentalnosti klime, trajanje rastne sezone in velikost populacij niso vplivali na razmerje med spoloma.

Barradas in Correia (1999) sta preučevali spolni dimorfizem, razmerje med spoloma in prostorsko razporeditev moških in ženskih osebkov dvodomne vrste *Pistacia lentiscus* L. v naravnem parku Serra da Arrabida na Portugalskem. Rezultati nakazujejo, da imajo moški osebki večjo rast in večjo vsebnost hranil, zato so v poznejših fazah sukcesije bolj konkurenčni in imajo večjo zmožnost odganjanja po požaru. Število osebkov moškega spola je bilo večje na raziskovalnih ploskvah z dobro razvito vegetacijo. Na nedavno opuščenih kmetijskih zemljiščih razlike v številu ženskih in moških osebkov niso bile značilne. Ta raziskava tudi ni pokazala značilnih morfoloških razlik med spoloma. Dvodomnost vrste *P. lentiscus* naj bi pomagala vrsti preživeti v zaostreni mediteranski klimi. Več osebkov moškega spola proizvede več peloda, ženskim osebkom pa je preživetje olajšano s tem, da uspevajo v ekološko ugodnejših območjih mozaične krajine.

Našteti primeri lepo pokažejo, da je spolni dimorfizem pri rastlinah v naravi precej pogost. Zaradi velike množice geografskih, klimatskih, medvrstnih in znotraj vrstnih interakcij ter genetskih vplivov, v katerih se posamezna vrsta razvija in oblikuje, pa se sekundarni spolni dimorfizem kaže v različnih znakih. Kaže se v razlikah med listi (Wallace in Rundel, 1979), dolžinah pecljev in poganjkov ter sami obliki in izgledu grma (drevesa). Osebki ženskega in moškega spola tudi različno hitro priraščajo v debelino in imajo različno dolgo življenjsko dobo (Ward, 2007). Sekundarni spolni dimorfizem ne vpliva samo na zunanji izgled rastlin, temveč tudi na njihovo prilagodljivost na življenjske razmere (Iszkulo, 2009) ter dolgoročno na razmerje med spoloma. Teoretično naj bi bilo pri dvodomnih vrstah razmerje med spoloma $\text{Ž} : \text{M} = 1 : 1$ (Rottenberg, 1998, 2000; Wallace in Rundel, 1979) vendar v naravi razmerje med spoloma teži k večjemu deležu osebkov moškega spola v populacijah (Obeso in sod., 1998; Ortiz in sod., 2002; Vasiliasukas in Aarssen, 1992), obratne situacije so redke (Gauquelin in sod., 2002; McGowan in sod., 2004; Iszkulo in sod., 2009). Ena izmed mnogih razlag za ta pojav je ta, da je pri mnogih dvodomnih vrstah rastlin vložek energije za reprodukcijo večji pri osebkih

ženskega spola kot pri osebkih moškega spola (Ortiz in sod., 2002; Wallace in Rundel, 1979; Vasiliauskas in Aarssen, 1992).

2.2 OPREDELITEV PROBLEMA

V prejšnjem poglavju smo videli, da je spolni dimorfizem pogost in se kaže v različnih znakih. Opažen je bil tudi na rodu *Rhamnus*, zato je logično pričakovati, da bi se lahko pojavil in izrazil tudi pri kranjski kozji češnji. V naših gozdovih imamo številne dobro preučene in raziskane grmovne vrste, vendar pa kranjska kozja češnja ne sodi mednje. Spolnega dimorfizma, razmerja med spoloma ali morfološke variabilnosti omenjene vrste do sedaj ni preučeval še nihče. Že hiter pregled populacije te vrste pokaže, da razmerje med spoloma ni enako.

Gre za pogosto in pomembno vrsto naših gozdov, ki zaradi svoje ekološke nezahtevnosti najde svoje mesto tudi na manj ugodnih rastiščih. Na visokem krasu dinarskega sveta je kranjska kozja češnja pionirska rastlina. Z močnimi in razraslimi koreninami dobro veže nestabilna in skeletna tla na apnenčasti podlagi. Hitro se razraste in razširi po gozdnih posekah in presvetljenih mestih, zato bi jo lahko pogosteje uporabljali za pogozdovanje golih površin, jalovišč in brežin (Brus, 2008). Zaradi vsega naštetega smo se v tej raziskavi odločili vrsto natančneje preučiti.

2.3 CILJI NALOGE IN RAZISKOVALNE HIPOTEZE

Za glavne cilje smo si v nalogi zastavili i) ugotoviti razmerje med spoloma kranjske kozje češnje (*Rhamnus fallax* Boiss.) ii) preučiti morfološko variabilnost vrste na izbranem območju iii) ugotoviti vpliv okoljskih dejavnikov (nadmorske višine) na variabilnost vrste ter iv) preveriti morebitni spolni dimorfizem, torej če obstajajo razlike v listih ali habitusih med moškimi in ženskimi rastlinami.

3 MATERIAL IN METODE

Ugotavljanje razmerja med spoloma in pojavljanja spolnega dimorfizma kranjska kozje češnje na območju Javornikov je poleg zbiranja, pregledovanja in študija literature obsegalo še terensko delo, digitalizacijo nabranih listov, urejanje in obdelavo podatkov ter deskriptivne in multivariantne statistične analize.

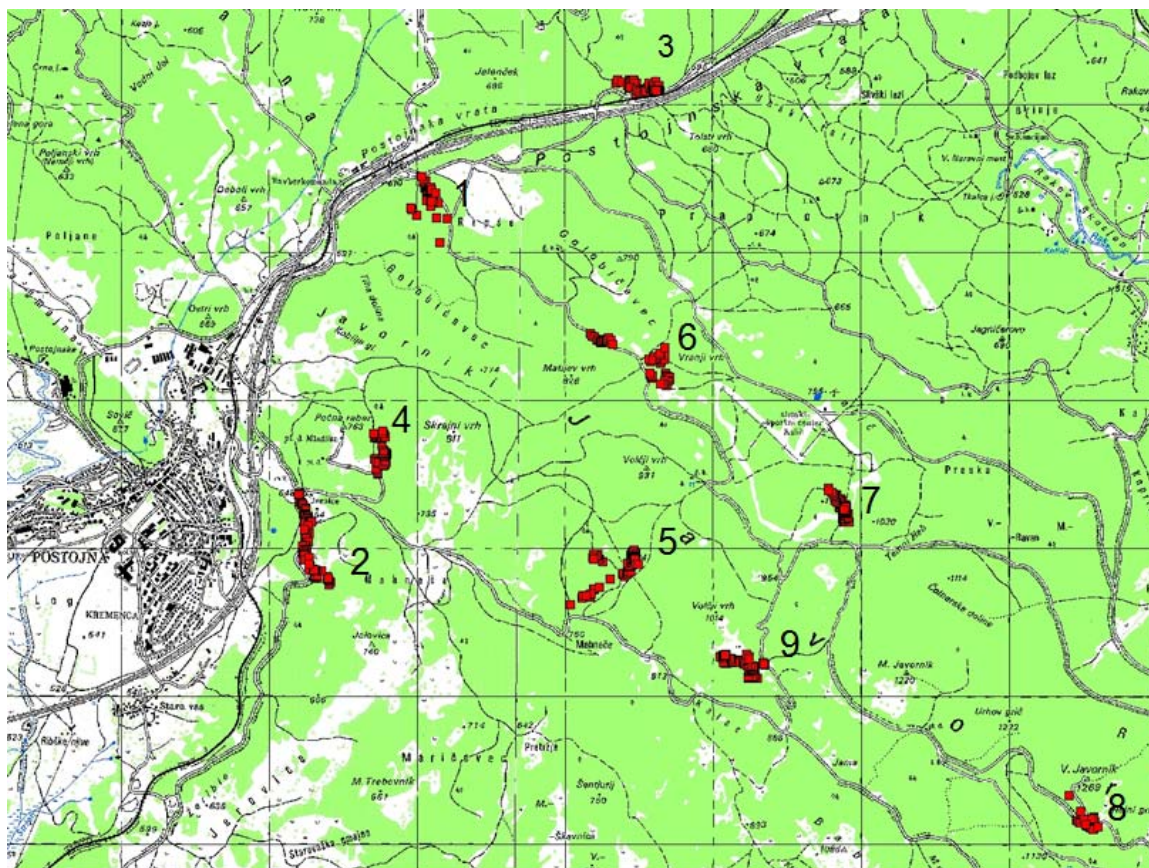
3.1 IZBOR IN OPIS PLOSKEV

Raziskovalne ploskve smo si izbrali na območju Javornikov, ki so obsežna planota med Pivško kotlino in Cerkniskim jezerom. Gre za precej obsežno območje, zato smo se pri izboru omejili le na JZ pobočja javorniškega masiva. Na tem območju smo smiselno izbrali tri višinske pasove, prvi pas pod 700 m, drugi pas med 700 in 900 m in tretji pas nad 900 m nadmorske višine. S pregledom zemljevida smo si približno določili lokacije popisov (preglednica 1, slika 2)

Preglednica 1 Raziskovalne ploskve po višinskih pasovih

pas 1: pod 700 m nmv	pas 2: 700 – 900 m nmv	pas 3: nad 900 m nmv
Ploskev 1: Repše	Ploskev 4: Koča Mladika	Ploskev 7: Vrh Kaliča
Ploskev 2: Poček	Ploskev 5: Volčji vrh	Ploskev 8: V. Javornik
Ploskev 3: Škrbec	Ploskev 6: Golobičevcevec	Ploskev 9: Nova cesta

Znotraj vsakega pasu smo izbrali po 3 raziskovalne ploskve. Na vsaki ploskvi smo v času cvetenja vrste pregledali več kot sto osebkov in jim na podlagi cvetov določili spol. Pri popisih se nismo omejevali na velikost popisne ploskve, temveč je bilo za nas pomembno le zadostno število popisanih osebkov. Popisne ploskve so morale biti med seboj oddaljene vsaj nekaj kilometrov (slika 2)



Slika 2: Prikaz raziskovalnih ploskev (izdelal: T. Černigoj)

Nekateri podatki za posamezne raziskovalne ploskve so navedeni v nadaljevanju:

Ploskev 1: Repše

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna	
Gospodarska enota	Planina-Golobičevce	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.79405	E14.23701
Nadmorska višina (m)	638	
Ekspozicija	JV	
Skalovitost	Majhna	
Število popisanih osebkov	102	

Ploskev 2: Poček

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna	
Gospodarska enota	Baba - Debela gora	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Seslerio – Ostryetum, Seslerio – Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.77503	E14.22630
Nadmorska višina (m)	654	
Ekspozicija	Z	
Skalovitost	srednja	
Število popisanih osebkov	108	

Ploskev 3: Škrbec

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna, Cerknica	
Gospodarska enota	Planina-Golobičevcevec, Unec-Škocjan	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.80032	E14.25363
Nadmorska višina (m)	628	
Ekspozicija	J	
Skalovitost	Posamične skale	
Število popisanih osebkov	112	

Ploskev 4: Koča Mladika

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna	
Gospodarska enota	Baba-Debela gora	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.77630	E14.23313
Nadmorska višina (m)	725	
Ekspozicija	J	
Skalovitost	velika	
Število popisanih osebkov	110	

Ploskev 5: Volčji vrh

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna	
Gospodarska enota	Baba - Debela gora	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.77106	E14.25274
Nadmorska višina (m)	867	
Ekspozicija	JV	
Skalovitost	velika	
Število popisanih osebkov	107	

Ploskev 6: Golobičevcevec

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna	
Gospodarska enota	Planina-Golobičevcevec	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Omphalodo-Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.78489	E14.25149
Nadmorska višina (m)	763	
Ekspozicija	JV	
Skalovitost	Posamične skale	
Število popisanih osebkov	110	

Ploskev 7: Vrh Kaliča

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna, Cerknica	
Gospodarska enota	Planina-Golobičevcevec, Unec - Škocjan	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Adenostilo – Fagetum, Omphalodo-Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.77376	E14.27350
Nadmorska višina (m)	994	
Ekspozicija	V	
Skalovitost	Posamične skale	
Število popisanih osebkov	113	

Ploskev 8: Veliki Javornik (Fortin)

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna	
Gospodarska enota	Baba - Debela gora	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Adenostilo – Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.75527	E14.29500
Nadmorska višina (m)	1175	
Ekspozicija	J	
Skalovitost	Posamične skale	
Število popisanih osebkov	102	

Ploskev 9: Nova cesta

Območna enota	Postojna	
Krajevna enota	Postojna	
Gospodarska enota	Baba - Debela gora	
Prevladujoča gozdna združba	<i>Seslerio – Ostryetum, Omphalodo-Fagetum</i>	
GPS koordinate	N45.76405	E14.26621
Nadmorska višina (m)	937	
Ekspozicija	JZ	
Skalovitost	Posamične skale	
Število popisanih osebkov	111	

3.2 IZBOR GRMOV IN NABIRANJE POGANJKOV

Terensko delo je potekalo v dveh časovno ločenih sklopih. Prvi je potekal v juniju 2010, ker je bilo ključnega pomena, da popise opravimo, dokler vrsta cveti. Drugi del je potekal nekoliko kasneje, v juliju 2010, ker je bilo pri tem delu raziskave ključno, da so listi na letošnjih poganjkih popolnoma razviti.

Ker je fenološki razvoj rastlin na manjših nadmorskih višinah hitrejši, smo prvi del terenskega dela pričeli v pasu pod 700 m nadmorske višine, nadaljevali v vmesnem pasu in zaključili v pasu nad 900 m nadmorske višine. Vnaprej pripravljene popisne obrazce (priloga A) smo vnesli podatke o ploskvi; številko ploskve, ime, začetno nadmorsko višino, številko začetne točke v ročni navigacijski napravi in datum popisa. Pri vsakem posameznem grmu smo glede na cvetove (slika 3-9) določili spol (M, Ž) ali NED, če na grmu ni bilo cvetov. Pri ženskih cvetovih je bil lepo viden pestič s tremi brazdami, na dnu pestiča pa okroglasta plodnica. Pri moških cvetovih smo lahko opazili štiri prašnike, ki so bili simetrično razporejeni med venčnimi listi.



Slika 3: Ženski cvet (foto: M. Černigoj)



Slika 4: Ženska socvetja v zgodnji razvojni fazi, plodnica rahlo odebeljena (foto: M. Černigoj)



Slika 5: Ženska socvetja v pozni razvojni fazi, plodnice močno odebeljene (foto: M. Černigoj)



Slika 6: Označen ženski osebek (foto: M. Černigoj)



Slika 7: Moška cveta (foto: M. Černigoj)



Slika 8: Označen moški osebek (foto: M. Černigoj)



Slika 9: Moška socvetja (M. Černigoj)

Popisovali smo osebke, ki so bili med seboj ločeni vsaj 4 m. Tako smo se izognili možnosti, da popišemo isti osebek dvakrat. Koordinate x in y ter nadmorsko višino vsakega cvetočega osebka posebej smo določili z ročno GPS napravo Garmin GPSmap 60CSx. Vsak cvetoči osebek smo označili z barvnim trakom. Za moške osebke smo uporabljali trak rumene barve (slika 8) in za ženske osebke trak rdeče barve (slika 6). Na trak smo z vodoodpornim flomastrom napisali podatke o osebku; zaporedno številko grma znotraj ploskve in številko koordinate iz ročne GPS naprave, pod katero je bil osebek shranjen. Namen označevanja osebkov s trakovi je bil, da smo v drugem sklopu terenskega dela osebke zagotovo našli in vedeli njihov spol, ker cvetovi takrat niso bili več prisotni.

V drugem sklopu terenskega dela smo izmed popisanih osebkov na vsaki ploskvi naključno izbrali 15 osebkov moškega spola in 15 osebkov ženskega spola. Teh 30 osebkov iz vsake ploskve smo natančneje preučili z namenom ugotavljanja spolnega dimorfizma. Vsak izbran grm na posamezni ploskvi smo tudi izmerili

(Preglednica 2). Podatke smo vpisali v obrazce, v katere smo vnesli zaporedne številke grmov, spol in GPS številke. Zabeležili smo ekspozicijo in naklon ploskve, za vsak popisani grm pa število debel, obseg najdebelejšega debla pri tleh, višino, ki jo doseže najvišji poganjek in največjo širino grma (Priloga B). Za vsak grm ženskega spola smo zabeležili tudi, ali so na grmu prisotni plodovi. Zabeležili smo podatke o skalovitosti, ekspoziciji in naklonu. Naklon in ekspozicijo smo določili z ročnim kompasom in merilcem naklona Suunto Tandem. Skalovitost rastišča smo vnesli pod opombe ob vsaki bistveni spremembi. Določili smo jo po naslednjih kriterijih: 1 brez skal, 2 posamične skale ($Psk < 5 \%$), 3 majhna skalovitost ($Psk = 5 - 25 \%$), 4 srednja skalovitost ($Psk = 26 - 50 \%$), 5 velika skalovitost ($Psk = 51 - 75 \%$) in 6 izjemna skalovitost ($Psk > 75 \%$) (Pravilnik o varstvu gozdov, 2000).



Slika 10: Habitus rastline v senčni legi (foto: M. Černigoj)



Slika 11: Habitus rastline na odprtem (foto: M. Černigoj)

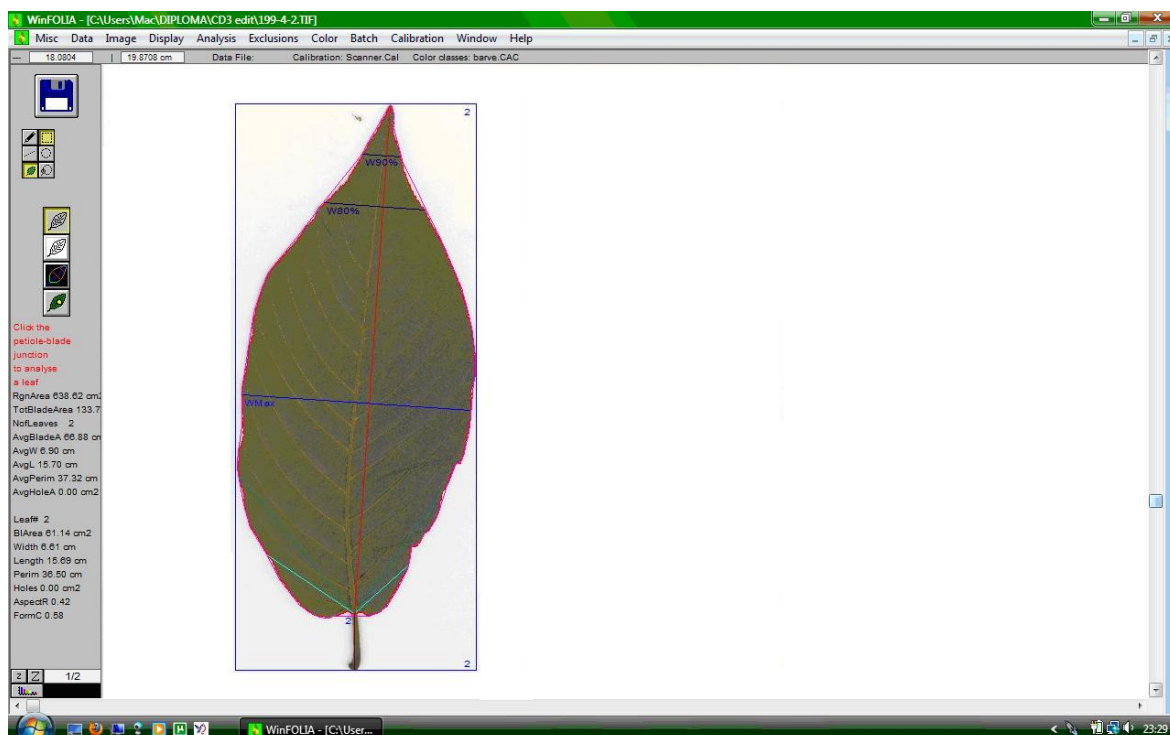
Iz vsakega izbranega grma smo na približno isti višini (znotraj osebka) nabrali 3 cele letošnje poganjke s polno razvitimi listi. Izbirali smo poganjke z manj poškodovanimi listi. Skupno naj bi iz grma dobili vsaj 15 listov, kjer pa to ni bilo izvedljivo, smo nabrali več poganjkov (4 ali 5). Nabrane poganjke smo označili in pripravili za herbariziranje. Pazili smo na natančnost pri označevanju listov iz istega osebka, ker je bilo ključnega pomena, da vemo, kateremu osebku so listi pripadali. Liste smo pred herbariziranjem odtrgali s poganjka in pri tem pazili, da smo jih odtrgali od vejice res na stiku, da peclja ne bi optično podaljšali. Herbarizirane liste smo uporabili za morfometrijsko analizo.

Preglednica 2: Izmerjeni znaki na posameznih grmih

Morfološki znak	Okrajšava
število debel v grmu	št.deb.
obseg najdebelejšega debla v grmu	o.d.max (cm)
višina najvišjega poganjka	viš.max (cm)
maksimalna širina grma	šir.max (cm)

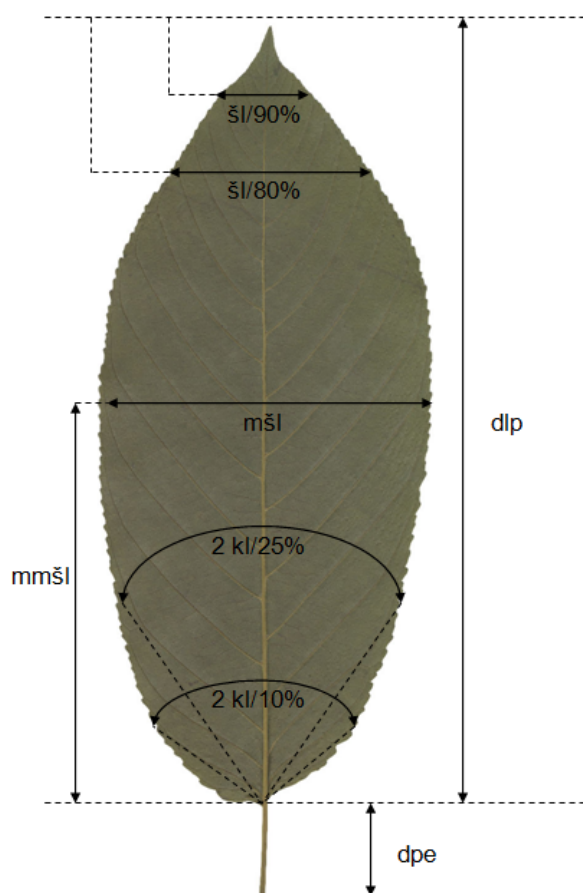
3.3 MORFOMETRIJSKA ANALIZA

Nabrane in herbarizirane liste smo s pomočjo optičnega čitalnika Epson Expression 1680 prenesli v digitalno obliko. Liste smo digitalizirali v barvni tehniki pri resoluciji 300 dpi. V kolikor je bilo to mogoče, smo za digitalizacijo izbirali cele, nepoškodovane liste. Poškodovane liste smo pred nadaljnjim analiziranjem korigirali s programsko opremo Adobe Photoshop CS. Tako pripravljene slike z listi smo analizirali s programom WinFolia (verzija: pro 2005) proizvajalca Régent Instruments Inc. (slika 12). V analizi je bilo skupno zajetih 270 grmov oziroma 4890 listov (povprečno 18 listov/grm).



Slika 12: Prikaz poteka meritev znakov na listih s pomočjo programa WinFolia (verzija: pro 2005) Régent Instruments Inc.

V analizi smo obravnavali 12 morfoloških znakov, 10 jih je bilo izmerjenih neposredno (preglednica 3), druga dva sta bila izpeljana (preglednica 4).



Slika 13: Prikaz merjenja nekaterih znakov na listu

Preglednica 3: izmerjeni znaki na posameznih listih

Morfološki znak	Okrajšava
Površina lista	pl (cm ²)
Obseg lista	ol (cm)
Dolžina listne ploskve	dlp (cm)
Maksimalna širina listne ploskve	mšl (cm)
Položaj maksimalne širine l. ploskve (%)	mmšl (%)
Širina lista na 80 % dolžine listne ploskve	šl/80% (cm)
Širina lista na 90 % dolžine listne ploskve	šl/90% (cm)
Kot pri 10 % dolžine listne ploskve	kl/10% (°)
Kot pri 25 % dolžine listne ploskve	kl/25% (°)
Dolžina peclja	dpe (cm)

Preglednica 4: izpeljani znaki na posameznih listih

Morfološki znak	Okrajšava
Koeficient oblike ($KO=4*\pi*pl/ol^2$)	KO
Razmerje med maksimalno širino in dolžino listne ploskve	mšl/dlp

3.4 STATISTIČNE METODE

V programu Excel (Microsoft Corporation) smo dobljene podatke uredili. Iz izmerjenih vrednosti za liste znotraj enega grma, smo izračunali povprečja za vse znake. Analiziranih listov znotraj grma je bilo najmanj 12, največ 25, povprečno pa 18 listov na grm. S temi podatki smo izvedli osnovno deskriptivno statistično analizo, ki je zajemala izračun povprečij, standardnih odklonov in koeficientov variance za vsak posamezen znak. Kot osnovno enoto smo pri analizah uporabili ploskve ali pasove. Pri analiziranju spolnega dimorfizma smo obravnavali ločeno osebke ženskega in osebke moškega spola. Hierarhičen (gnezdast) poskus smo izvedli po modelu:

$$Y = B + G + P(B) + T(BGP) + \varepsilon.$$

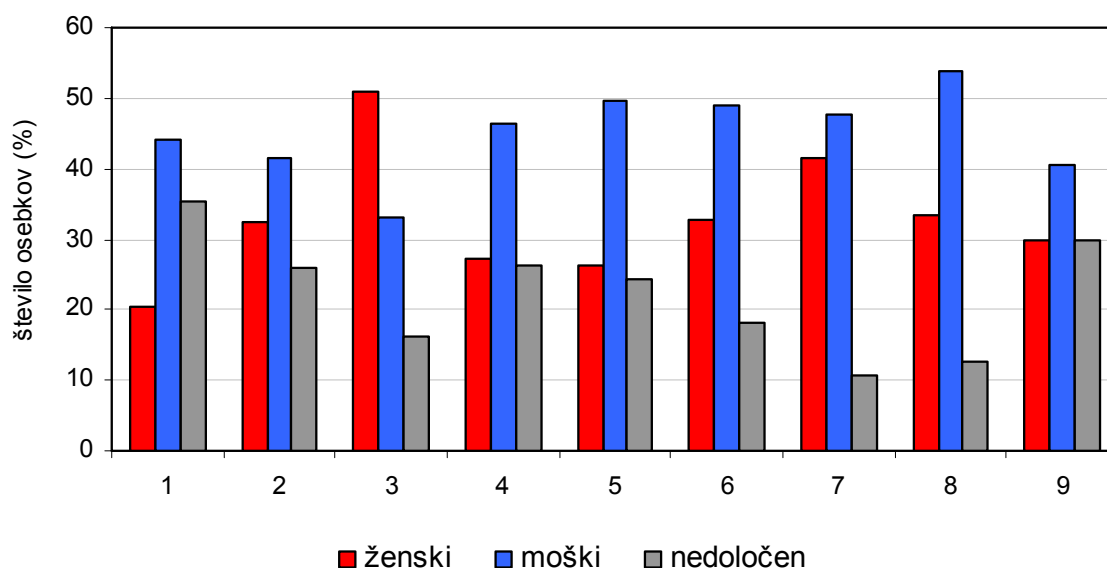
Testirali smo glavni učinek pasu B, spola G in ugnezdjeni učinek ploskve P znotraj pasu B ter ugnezdjeni učinek grma T znotraj pasu B, spola G, ploskve P. Model vključuje dva fiksna faktorja (P in T) in dva slučajnostna faktorja (B in G). Prispevek posameznega hierarhičnega nivoja k pojasnjevanju skupne variance smo predstavili z njihovim deležem v skupni varianci.

Z namenom ugotavljanja glavnega vzorca porazdelitve posameznih ploskev smo izvedli metodo glavnih komponent (analiza PCA, ang. Principal components analysis). Pri metodi smo uporabili rotacijo Varimax. Metoda glavnih komponent je ena izmed mnogih multivariantnih statističnih metod. Velikokrat se uporablja za razlikovanje rastlin na podlagi njihovih morfoloških znakov in pri katerih ni potrebno vnaprej klasificirati rastlin v skupine (populacije) (Jarni, 2009).

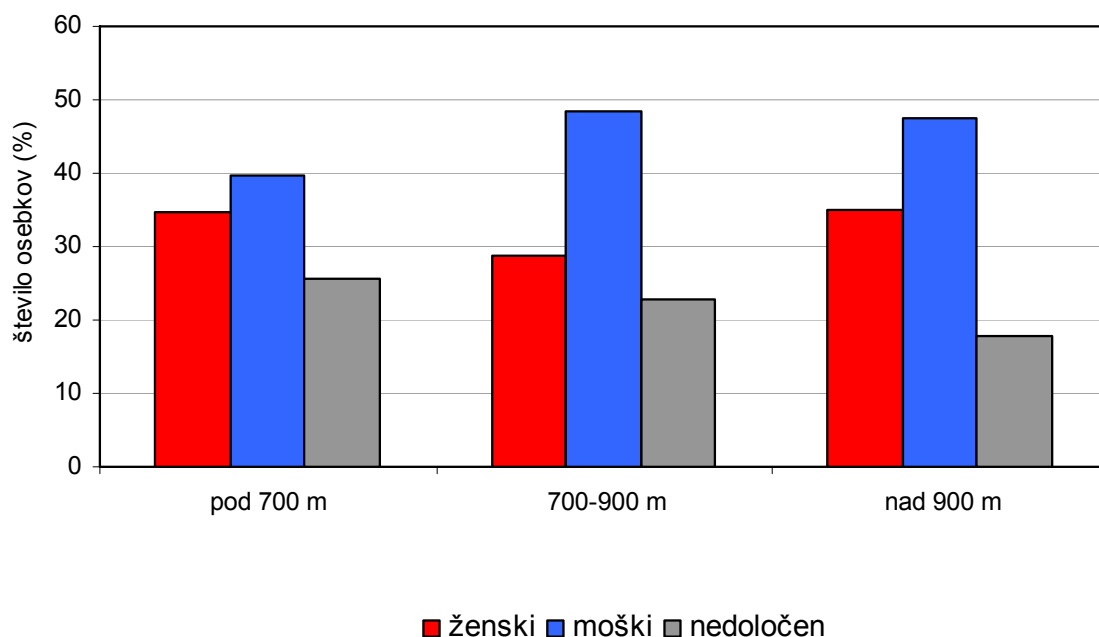
4 REZULTATI

4.1 RAZMERJE MED SPOLOMA

Na osmih od devetih popisanih ploskev je bilo število moških osebkov večje kot število ženskih osebkov (preglednica 5, slika 14 in 15). Le na eni popisani ploskvi (ploskev št. 3) je bilo število ženskih osebkov večje. V pasu pod 700 m je bilo v povprečju 34,63 % ženskih, 39,61 % moških in 25,67 % nedoločenih osebkov. V pasu od 700 – 900 m je bilo razmerje med osebki ženskega in moškega spola ter nedoločenimi osebki 28,72 % : 48,33 % : 22,95 %. V pasu nad 900 m je bilo razmerje sledeče; ženskih osebkov je bilo 34,89 %, moških 47,42 % in nedoločenih 17,70 %. Delež ženskih osebkov na vseh ploskvah skupaj je bil 32,75 %, delež moških osebkov 45,12 % in delež nedoločenih osebkov 22,14 %. V razmerju med spoloma sta najbolj izstopali ploskvi 3 in 8. Ploskev 3 kot že omenjeno zaradi velikega deleža ženskih osebkov (50,9 %), ploskev 8 pa je izstopala zaradi največjega deleža moških osebkov (53,9 %) med vsemi ploskvami.



Slika 14: Deleži osebkov kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.) po spolu znotraj posameznih ploskev



Slika 15: Deleži osebkov kranjska kozje češnje (*R. fallax* Boiss.) po spolu znotraj posameznih višinskih pasov

Še bolj jasno sliko o razmerju med spoloma osebkov kranjska kozje češnje na posameznih ploskvah dobimo, če med seboj primerjamo le osebke ženskega in moškega spola. Osebkov ženskega spola je bilo manj na osmih od devetih ploskev, več jih je edino na ploskvi 3, kjer je bilo razmerje močno v prid ženskim osebkom ($\text{ž} : \text{m} = 60,64 \% : 39,36 \%$). V pasu pod 700 m je bilo osebkov ženskega spola 47,08 %, osebkov moškega spola pa 52,92 %. V pasu od 700 – 900 m je bilo ženskih osebkov manj kot v pasu pod 700 m (37,30 %), moških pa 62,70 %. V višjih legah (pas nad 900 m) je bilo razmerje med deležem osebkov ženskega spola in moškega spola $\text{ž} : \text{m} = 42,54 : 57,46$. Med vsemi osebki (brez nedoločenih), zajetimi v analizo, je bilo 42,31 % osebkov ženskega spola ter 57,69 % osebkov moškega spola.

Preglednica 5: Število in delež osebkov kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.) po posameznih ploskvah znotraj treh višinskih pasov

pas	št. ploskve	ž	m	ned.	skupaj
		število osebkov			
		delež osebkov (%)			
pod 700 m	1	21	45	36	102
		20,6	44,1	35,3	100,0
	2	35	45	28	108
		32,4	41,7	25,9	100,0
	3	57	37	18	112
		50,9	33,0	16,1	100,0
	povprečje	37,67	42,33	27,33	
		povprečje (%)	34,63	39,61	25,76
700 – 900 m	4	30	51	29	110
		27,3	46,4	26,4	100,0
	5	28	53	26	107
		26,2	49,5	24,3	100,0
	6	36	54	20	110
		32,7	49,1	18,2	100,0
	povprečje	31,33	52,67	25,00	
		povprečje (%)	28,72	48,33	22,95
nad 900 m	7	47	54	12	113
		41,6	47,8	10,6	100,0
	8	34	55	13	102
		33,3	53,9	12,7	100,0
	9	33	45	33	111
		29,7	40,5	29,7	100,0
	povprečje	38,00	51,33	19,33	
		povprečje (%)	34,89	47,42	17,70
skupno povprečje		35,67	48,78	23,89	
skupno povprečje (%)		32,75	45,12	22,14	

4.2 DESKRIPTIVNA STATISTIKA

4.2.1 Variabilnost znakov, merjenih na grmih

Variabilnost preučevanih znakov na grmih je bila precej velika, saj se je gibala v razponu od 52,47 % do 92,02 % v povprečju za vseh devet ploskev (preglednica 6). Ploskvi 2 in 5 sta najbolj odstopali v vrednostih za vse štiri analizirane znake. Vrednosti za ploskev 2 so bile pri vseh znakih izrazito velike (št.deb., o.d.max, viš.max, šir.max), medtem ko so bile vrednosti za ploskev 5 maksimalne pri znakih o.d.max, viš.max in šir.max, pri znaku št.deb. pa je bila vrednost za ploskev 5 najmanjša med vsemi ploskvami. Število debel (št.deb.) je bil deleč najbolj variabilen znak, saj se je gibal v razponu od 48,10 % do 159,88 %. Ploskev 9 je najbolj odstopala v variabilnosti med vsemi ploskvami, koeficienti variance za vse znake so bili pri ploskvi 9 maksimalni. V splošnem pa niso niti analizirani znaki, niti koeficienti variance pokazali nobenih jasnih pravil, ki bi nakazovala odvisnost analiziranih znakov od nadmorske višine.

Preglednica 6: Povprečne vrednosti, standardni odkloni in koeficienti variance znakov, analiziranih na grmih kranjske kozje češnje

pas	ploskev	znak	št.deb.	o.d.max	viš.max	šir.max
				(cm)	(cm)	(cm)
pod 700 m	1	povp.	1,90	9,14	177,33	172,00
		std.odk.	1,30	3,93	50,78	56,84
		KV (%)	68,20	42,99	28,64	33,04
	2	povp.	4,17	15,71	259,50	326,00
		std.odk.	3,02	8,11	90,00	143,08
		KV (%)	72,44	51,62	34,68	43,89
	3	povp.	2,77	7,88	147,50	151,67
		std.odk.	1,33	3,61	56,61	40,35
		KV (%)	48,10	45,81	38,38	26,60
		povp.	2,94	10,91	194,78	216,56
		std.odk.	2,23	6,53	82,41	119,92
		KV (%)	75,75	59,82	42,31	55,37

se nadaljuje

nadaljevanje

pas	ploskev	znak	št.deb.	o.d.max (cm)	viš.max (cm)	šir.max (cm)
700 – 900 m	4	povp.	2,07	13,50	225,00	280,00
		std.odk.	1,39	8,53	133,23	193,02
		KV (%)	67,16	63,19	59,21	68,93
	5	povp.	1,87	18,82	303,17	367,00
		std.odk.	1,20	9,41	147,87	194,85
		KV (%)	64,06	50,01	48,78	53,09
	6	povp.	2,07	10,52	167,67	172,33
		std.odk.	2,49	4,95	56,12	99,85
		KV (%)	120,51	47,08	33,47	57,94
		povp.	2,00	14,28	227,25	273,11
		std.odk.	1,77	8,51	123,45	184,85
		KV (%)	88,37	59,62	54,32	67,68
nad 900 m	7	povp.	2,17	10,25	160,67	219,33
		std.odk.	1,53	4,08	66,74	89,05
		KV (%)	70,76	39,82	41,54	40,60
	8	povp.	2,27	12,84	171,00	276,33
		std.odk.	1,89	6,90	81,13	148,27
		KV (%)	83,49	53,71	47,44	53,65
	9	povp.	2,20	12,28	192,00	258,00
		std.odk.	3,52	8,83	112,11	192,22
		KV (%)	159,88	71,92	58,39	74,50
		povp.	2,21	11,79	174,56	251,22
		std.odk.	2,44	6,90	88,68	149,52
		KV (%)	110,47	58,51	50,80	59,52
	sk.povp.		2,39	12,33	200,43	246,96
	sk.std.odk.		2,19	7,47	105,16	154,93
	sk.KV (%)		92,02	60,63	52,47	62,74

4.2.2 Variabilnost znakov, merjenih na listih

Znaki, merjeni na listih, so bili v povprečju veliko manj variabilni kot znaki, merjeni na grmih. Koeficient variabilnosti (KV%) za znake, merjene na listih, se je v povprečju gibal od 4,11 % do 24,44 % (preglednica 7). Najbolj variabilen znak med vsemi je bila površina listov (pl), najmanj variabilni znaki pa so bili mesto maksimalne širine (mmšl) ter oba kota, ki opisujeta obliko listnega dna (kl/10% in kl/25%). Listi na vseh ploskvah so najširši nekoliko pod polovico dolžine listne ploskve (na 47 % dolžine listne ploskve), dno listne ploskve vseh listov je klinaste oblike. Največja variabilnost v največ znakih (pl, ol, mšl/dlp, dlp, mšl, šl/80%, kl/25%, dpe) se je pokazala pri ploskvi 8. Pri znakih pl, mšl/dlp, mšl in šl/80% pa so znaki za ploskev 8 dosegali najmanjše vrednosti med vsemi ploskvami. Z najmanjšo variabilnostjo v kar nekaj znakih (pl, ol, dlp, mšl, dpe) je izstopala ploskev 6, prav tako je izstopala v kar nekaj vrednostih analiziranih znakov. Vrednosti za ploskev 6 so bile maksimalne za znake pl, dlp in dpe, minimalne pa za znake kl/10% in kl/25%. Med ploskvami je nekoliko izstopala tudi ploskev 2 in sicer v znakih mšl/dlp, kl/10%, kl/25%, kjer je dosegala maksimalne vrednosti in v znakih ol in dlp, kjer je dosegala minimalne vrednosti. Ploskev 5 z največjo skalovitostjo je izstopala v naslednjih znakih pl, mšl, pl/80% in šl/90%, pri katerih je imela največje vrednosti.

Pri primerjavi podatkov med pasovi ni večjih odstopanj, variabilnosti znakov med pasovi so precej podobne. Najmanjšo variabilnost so imeli znaki v pasu med 700 – 900 m, največjo variabilnost pa znaki v pasu pod 700 m. Najbolj so se razlikovale vrednosti znakov med pasom 700 – 900 m ter pasom nad 900 m. Najvišji pas je imel pri večini znakov najmanjše vrednosti, le pri KO, dlp, mmšl ne. Pas med 700 – 900 m je imel maksimum pri šestih znakih, pas pod 700 m pa pri petih znakih. Primerjava znakov med ploskvami in pasovi nam ni pokazala kakršnekoli jasne zakonitosti ali povezave med analiziranimi znaki in nadmorsko višino, saj v vsakem pasu izstopa ena izmed ploskev.

Preglednica 7: Povprečne vrednosti, standardni odkloni in koeficienti variance znakov, analiziranih na listih kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.), prikazani znotraj ploskev, po pasovih in skupno

pas	ploskev	znak	pl (cm ²)	ol (cm)	KO	mšl/dlp	dlp (cm)	mšl (cm)	mmšl (%)	šl/80% (cm)	šl/90% (cm)	kl/10% (°)	kl/25% (°)	dpe (cm)
700 m	1	povp.	65,68	35,56	0,62	0,50	13,30	6,61	0,48	4,23	2,32	53,94	39,72	1,81
		std.odk.	17,86	5,51	0,03	0,04	2,18	0,92	0,02	0,59	0,38	2,52	2,19	0,26
		KV (%)	27,19	15,49	5,01	7,02	16,39	13,92	3,50	14,01	16,57	4,66	5,52	14,34
	2	povp.	56,47	31,83	0,67	0,56	11,67	6,46	0,46	4,14	2,32	57,42	43,17	1,71
		std.odk.	9,90	3,20	0,03	0,05	1,31	0,58	0,01	0,39	0,32	3,20	2,92	0,23
		KV (%)	17,54	10,05	4,79	9,07	11,23	8,97	2,94	9,46	13,89	5,57	6,76	13,66
	3	povp.	59,92	34,46	0,61	0,49	12,98	6,33	0,46	3,87	1,98	54,05	39,55	1,85
		std.odk.	13,09	4,00	0,04	0,04	1,56	0,72	0,02	0,56	0,37	3,15	2,82	0,26
		KV (%)	21,84	11,59	5,72	9,17	12,02	11,39	4,39	14,37	18,90	5,82	7,12	14,07
900 m	4	povp.	60,69	33,95	0,64	0,52	12,65	6,47	0,47	4,08	2,20	55,14	40,81	1,79
		std.odk.	14,36	4,57	0,04	0,05	1,84	0,75	0,02	0,54	0,39	3,36	3,12	0,26
		KV (%)	23,67	13,47	6,54	10,20	14,58	11,66	3,91	13,18	17,77	6,09	7,65	14,28
	5	povp.	71,85	37,51	0,61	0,51	13,79	6,94	0,46	4,46	2,47	55,17	40,48	1,83
		std.odk.	16,05	4,89	0,03	0,04	1,84	0,88	0,02	0,57	0,38	2,74	2,44	0,24
		KV (%)	22,33	13,03	5,43	8,84	13,37	12,70	3,67	12,88	15,33	4,97	6,04	13,12

se nadaljuje

nadaljevanje

pas	ploskev	znak	pl (cm ²)	ol (cm)	KO	mšl/dlp	dlp (cm)	mšl (cm)	mmšl (%)	šl/80% (cm)	šl/90% (cm)	kl/10% (°)	kl/25% (°)	dpe (cm)
6	povp.	povp.	70,13	37,53	0,61	0,49	14,09	6,82	0,47	4,37	2,34	53,19	39,02	2,04
		std.odk.	9,64	2,75	0,03	0,04	1,20	0,57	0,02	0,49	0,38	3,32	2,72	0,18
		KV (%)	13,74	7,32	5,67	9,18	8,54	8,39	4,13	11,16	16,33	6,23	6,98	8,67
	povp.	povp.	70,81	37,45	0,61	0,50	13,91	6,88	0,47	4,37	2,37	54,25	39,85	1,92
		std.odk.	14,55	4,58	0,04	0,05	1,79	0,76	0,02	0,54	0,38	3,08	2,69	0,27
		KV (%)	20,55	12,23	5,85	9,10	12,87	11,11	4,23	12,25	16,14	5,68	6,74	13,84
	nad 7	povp.	58,99	33,92	0,62	0,50	12,66	6,26	0,47	4,00	2,18	54,34	39,87	1,65
		std.odk.	11,85	4,12	0,03	0,04	1,73	0,62	0,02	0,43	0,30	3,04	2,54	0,26
		KV (%)	20,09	12,13	4,27	8,23	13,65	9,92	3,41	10,66	13,54	5,60	6,37	15,61
900 m	8	povp.	54,44	32,69	0,61	0,48	12,23	5,83	0,46	3,78	2,11	53,27	39,17	1,59
		std.odk.	16,67	5,87	0,04	0,04	2,32	0,84	0,02	0,55	0,34	2,95	2,79	0,28
		KV (%)	30,61	17,97	6,24	9,20	18,98	14,33	3,58	14,56	16,08	5,54	7,13	17,45
	9	povp.	60,79	34,72	0,61	0,50	12,82	6,41	0,47	4,07	2,21	53,99	40,02	1,58
		std.odk.	14,45	4,72	0,03	0,04	1,88	0,75	0,03	0,49	0,30	3,29	2,80	0,25
		KV (%)	23,76	13,60	4,81	7,67	14,63	11,68	5,47	12,00	13,82	6,09	6,99	15,76
	povp.	povp.	58,07	33,78	0,61	0,49	12,57	6,17	0,47	3,95	2,17	53,87	39,69	1,61
		std.odk.	14,54	4,97	0,03	0,04	1,98	0,77	0,02	0,50	0,31	3,10	2,71	0,26
		KV (%)	25,04	14,72	5,21	8,46	15,78	12,51	4,22	12,68	14,46	5,75	6,82	16,21
sk.povp.	sk.povp.		63,19	35,06	0,62	0,50	13,04	6,51	0,47	4,13	2,25	54,42	40,12	1,77
	sk.std.odk.		15,44	4,99	0,04	0,05	1,97	0,82	0,02	0,55	0,37	3,21	2,88	0,29
	sk.KV (%)		24,44	14,24	6,19	9,45	15,07	12,54	4,11	13,36	16,62	5,91	7,17	16,33

4.3 SPOLNI DIMORFIZEM

4.3.1 Primerjava znakov, merjenih na grmih

Spolni dimorfizem se je pokazal pri vseh analiziranih znakih, vendar so bile razlike majhne in brez enotnega vzorca, po katerem bi se razporejale (preglednica 8). Na nekaterih ploskvah so pri posameznih znakih dosegali večje vrednosti osebki ženskega spola, na drugih ploskvah pa so večje vrednosti dosegali osebki moškega spola. Pri primerjavi povprečnih vrednosti za moške in ženske osebe med pasovi tudi ne moremo trditi, da obstaja nek vzorec, ker so bile v dveh pasovih (700 – 900 m, nad 900 m) povprečne vrednosti za moške osebe pri vseh znakih večje, v pasu pod 700 m pa so bile povprečne vrednosti za moške osebe večje le pri znaku šir.max. Širine grmov so bile pri osebkih moškega spola večje na šestih ploskvah (2, 3, 4, 6, 7, 9), na ostalih treh ploskvah (1, 5, 8) pa so bile širine grmov moških osebkov manjše kot širine grmov ženskih osebkov.

4.3.2 Primerjava znakov, merjenih na listih

Tako kot pri analiziranih znakih na grmih, se je pri analiziranih znakih na listih spolni dimorfizem sicer izrazil, vendar so razlike majhne. Največje razlike so bile pri pl in šl/90%. Pri znakih, analiziranih na listih, so bile povprečne vrednosti za vse ploskve skupaj pri ženskih osebkih večje kot pri moških. To velja za vse znake, razen kl/25%, kjer je bila povprečna vrednost pri moških osebkih rahlo večja (preglednica 9). Pri obeh koeficientih, KO in mšl/dlp ter mestu maksimalne širine listne ploskve, so bile razlike med povprečnimi vrednostmi za moške in ženske osebe za vse ploskve majhne. Povprečno je najširše mesto listov pri obeh spolih v vseh pasovih malo pod polovico dolžine listne ploskve.

Pri nobenem znaku ni bilo enotnega vzorca, v katerem bi bile razporejene vrednosti za moške ali ženske osebe na vseh ploskvah. Pri nekaterih znakih so imeli na posameznih ploskvah večje vrednosti ženski osebki, pri drugih pa moški

osebki. Tako je na primer za znaka šl/90% in šl/80% veljalo, da sta bili na sedmih ploskvah vrednosti za ženske osebke večji, za ploskvi 1 in 2 pa sta bili vrednosti pri ženskih osebkih manjši. Prav tako ni bilo mogoče zaslediti enotnega vzorca v razlikah med posameznimi znaki za ženske in moške osebke med vsemi tremi pasovi.

Preglednica 8: Povprečne vrednosti znakov, analiziranih na grmih kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.), ločene po spolu

pas	ploskev	znak	št.deb.	o.d.max	viš.max	šir.max
				(cm)	(cm)	(cm)
pod 700 m	1	ž	2,53	9,04	190,67	186,00
		m	1,27	9,25	164,00	158,00
	2	ž	4,33	16,77	271,00	302,67
		m	4,00	14,65	248,00	349,33
	3	ž	3,00	8,59	133,67	150,67
		m	2,53	7,17	161,33	152,67
	ž		3,29	11,47	198,44	213,11
		m	2,60	10,35	191,11	220,00
	4	ž	1,93	12,35	207,33	279,33
		m	2,20	14,65	242,67	280,67
700 – 900 m	5	ž	2,27	17,91	304,33	367,33
		m	1,47	19,73	302,00	366,67
	6	ž	1,73	9,56	173,33	164,67
		m	2,40	11,48	162,00	180,00
	ž		1,98	13,27	228,33	270,44
		m	2,02	15,28	235,56	275,78
	7	ž	1,93	9,18	149,33	198,00
		m	2,40	11,32	172,00	240,67
	8	ž	2,67	12,97	172,00	287,33
		m	1,87	12,71	170,00	265,33
nad 900 m	9	ž	1,73	12,33	190,00	253,33
		m	2,67	12,22	194,00	262,67
	ž		2,11	11,49	170,44	246,22
		m	2,31	12,08	178,67	256,22
	sk.ž.		2,46	12,08	199,07	243,26
	sk.m.		2,31	12,57	201,78	250,67

Preglednica 9: Povprečne vrednosti znakov analiziranih na listih kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.), ločene po spolu

	znak		pl	ol	KO	mšl/dlp	dlp	mšl	mmšl	šl/80%	šl/90%	kl/10%	kl/25%	dpe
pas	ploskev		(cm ²)	(cm)			(cm)	(cm)	(%)	(cm)	(cm)	(°)	(°)	(cm)
pod 700	1	ž	64,94	35,43	0,62	0,49	13,30	6,49	0,48	4,19	2,29	53,66	39,40	1,82
		m	66,42	35,70	0,62	0,51	13,30	6,73	0,47	4,28	2,34	54,22	40,04	1,79
m	2	ž	55,96	31,88	0,66	0,55	11,66	6,38	0,46	4,05	2,27	57,54	42,91	1,72
		m	56,97	31,77	0,68	0,56	11,68	6,53	0,47	4,22	2,36	57,31	43,43	1,71
	3	ž	62,82	35,51	0,60	0,48	13,37	6,43	0,46	3,90	2,00	53,50	39,15	1,91
		m	57,03	33,42	0,62	0,50	12,59	6,23	0,46	3,84	1,95	54,61	39,95	1,80
	ž		61,24	34,28	0,63	0,50	12,78	6,43	0,47	4,05	2,19	54,90	40,49	1,81
		m	60,14	33,63	0,64	0,52	12,53	6,50	0,47	4,11	2,22	55,38	41,14	1,77
700	4	ž	73,20	38,22	0,61	0,49	14,24	6,99	0,47	4,43	2,40	54,07	39,54	1,95
–		m	67,69	36,40	0,62	0,51	13,44	6,79	0,45	4,14	2,20	54,70	40,54	1,81
900	5	ž	74,19	38,22	0,61	0,51	13,96	7,09	0,47	4,64	2,61	55,39	40,74	1,87
		m	69,51	36,81	0,61	0,50	13,62	6,79	0,46	4,29	2,32	54,95	40,21	1,80
	6	ž	71,06	37,86	0,61	0,49	14,16	6,88	0,47	4,43	2,40	53,21	39,12	2,03
		m	69,20	37,20	0,61	0,48	14,03	6,75	0,47	4,31	2,28	53,17	38,92	2,06
	ž		72,82	38,10	0,61	0,49	14,12	6,99	0,47	4,50	2,47	54,22	39,80	1,95
		m	68,80	36,80	0,61	0,49	13,70	6,78	0,46	4,25	2,27	54,27	39,89	1,89

se nadaljuje

nadaljevanje

	znak		pl	ol	KO	mšl/dlp	dlp	mšl	mmšl	šl/80%	šl/90%	kl/10%	kl/25%	dpe
pas	ploskev		(cm ²)	(cm)			(cm)	(cm)	(%)	(cm)	(cm)	(°)	(°)	(cm)
nad	7	ž	57,96	33,43	0,62	0,50	12,38	6,25	0,47	4,01	2,22	55,04	40,40	1,61
900		m	60,01	34,42	0,61	0,48	12,94	6,26	0,47	3,99	2,15	53,64	39,34	1,69
m	8	ž	58,34	33,82	0,61	0,48	12,63	6,10	0,47	3,98	2,25	53,56	39,41	1,65
		m	50,54	31,56	0,60	0,47	11,83	5,57	0,46	3,58	1,97	52,97	38,92	1,53
	9	ž	61,90	35,09	0,60	0,50	12,92	6,46	0,46	4,07	2,21	54,22	40,20	1,63
		m	59,68	34,36	0,61	0,50	12,72	6,35	0,47	4,07	2,20	53,77	39,85	1,53
	ž		59,40	34,11	0,61	0,50	12,64	6,27	0,47	4,02	2,23	54,27	40,00	1,63
	m		56,75	33,44	0,61	0,49	12,50	6,06	0,47	3,88	2,10	53,46	39,37	1,59
sk.ž.			64,49	35,49	0,62	0,50	13,18	6,56	0,47	4,19	2,30	54,47	40,10	1,80
sk.m.			61,89	34,62	0,62	0,50	12,91	6,45	0,47	4,08	2,20	54,37	40,13	1,75

4.4 VARIABILNOST NA OSNOVI ZNAKOV NA GRMIH IN LISTIH PO POSAMEZNIH NIVOJIH PROUČEVANJA

Z gnezdastim (hierarhičnim) poizkusom smo prikazali prispevek posameznega hierarhičnega nivoja (višinski pas, ploskev, spol, grm) k pojasnjevanju variabilnosti znakov merjenih na listih in grmih.

Prispevek variabilnosti med pasovi k skupni variabilnosti listov se giblje v intervalu od 0,02 % (pri znaku mmšl) do 5,26 % (pri znaku dpe) (preglednica 10). Učinek spola na variabilnost listov je majhen, giblje se v intervalu od 0,00 % (pri znaku kl/10%) do 0,51 % (pri znaku šl/90%). Prispevek variabilnosti med ploskvami je med 0,96 % (pri znaku pl) in 17,72 % (pri znaku šir.max). Največji delež k skupni variabilnosti listov prispeva variabilnost znotraj grmov. Variabilnost znotraj grmov se pri znakih, ki so bili preučevani na listih, giblje od 61,50 % (pri znaku pl) do 87,23 % (pri znaku mmšl).

Pri znakih, ki se nanašajo na grme je variabilnost med grmi v razponu od 78,45 % (pri znaku viš.max) do 90,51 % (pri znaku št.deb.), pri znakih, ki se nanašajo na liste, pa je variabilnost med grmi v razponu od 11,6 % do 31,4 % (Preglednica 10). Pri analizi znakov na grmih učinka nadmorske višine na variabilnost listov nismo potrdili, prav tako ne učinka spola. Potrdili pa smo učinek ploskev na variabilnost listov (preglednica 11).

Pri znakih analiziranih na listih smo pri pl, ol, dlp, mšl, šl/80% in dpe potrdili učinek nadmorske višine, za vse ostale znake pa ni bilo značilnih razlik. Pri vseh znakih smo potrdili tudi učinek ploskev, le pri pl, ol in mšl značilnih razlik ni bilo. Razlike med grmi so bile visoko značilne za vse znake merjene na listih (preglednica 12).

Preglednica 10: Prispevek posameznih nivojev proučevanja k variabilnosti posameznih morfoloških znakov grmov in listov kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.)

znak	prispevek	prispevek	prispevek	prispevek	prispevek
	variabilnosti	spola k	variabilnosti	variabilnosti	variabilnosti
	med pasovi	skupni	med	med grmi k	znotraj
	k skupni	variabilnosti	ploskvami k	skupni	grma k
	variabilnosti	listov	skupni	variabilnosti	skupni
	listov		variabilnosti	listov	variabilnosti
			listov		listov
št.deb.	3,42	0,11	5,96	90,51	/
od max	3,62	0,11	14,63	81,65	/
viš.max	5,04	0,02	16,49	78,45	/
šir.max	2,20	0,05	17,72	80,03	/
pl	4,12	0,22	0,96	27,10	67,60
ol	3,63	0,23	1,26	26,18	68,70
KO	3,34	0,10	5,58	26,49	64,49
mšl/dlp	1,29	0,01	5,75	31,44	61,50
dlp	2,78	0,14	1,34	23,97	71,78
mšl	4,11	0,16	1,14	26,21	68,38
mmšl	0,02	0,05	1,06	11,64	87,23
šl/80%	3,43	0,32	1,57	28,08	66,60
šl/90%	1,59	0,51	2,17	24,25	71,48
kl/10%	0,59	0,00	2,44	19,08	77,88
kl/25%	0,93	0,00	4,11	26,20	68,76
dpe	5,26	0,21	1,41	20,56	72,56

Preglednica 11: F-vrednosti gnezdasto zasnovanega poskusa za analizirane znake na grmih kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.) (n.s. $P>0,05$; * $0,01<P<0,05$; ** $0,001<P<0,01$; *** $P<0,001$)

vir variance	št.deb.	o.d.max	viš.max	šir.max
pas	1,73n.s.	0,73n.s.	0,92n.s.	0,37n.s.
spol	0,34n.s.	0,35n.s.	0,05n.s.	0,18n.s.
ploskev	2,93**	7,98***	9,36***	9,86***

Preglednica 12: F-vrednosti gnezdasto zasnovanega poskusa za analizirane znake na listih kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.) (n.s. $P>0,05$; * $0,01<P<0,05$; ** $0,001<P<0,01$; *** $P<0,001$)

vir variance	pl	ol	KO	mšl/dlp	dlp	mšl	mmšl	šl/80%	šl/90%	kl/10%	kl/25%	dpe
pas	12,88***	8,67*	1,80n.s.	0,68n.s.	6,21*	10,89*	0,04n.s.	6,59*	2,20n.s.	0,73n.s.	0,68n.s.	11,24**
spol	2,20n.s.	2,38n.s.	1,03n.s.	0,05n.s.	1,52n.s.	1,64n.s.	1,21n.s.	3,06n.s.	5,61*	0,07n.s.	0,01n.s.	2,69n.s.
ploskev	1,57n.s.	2,13n.s.	9,34***	8,12***	2,48*	1,92n.s.	4,00***	2,47*	3,97***	5,67***	6,96***	3,03**
grm	7,12***	6,77***	7,30***	9,08***	5,93***	6,81***	2,37***	7,49***	6,03***	4,35***	6,77***	5,04***

4.5 VARIABILNOST NA OSNOVI METODE GLAVNIH KOMPONENT

Od skupno 17 komponent, kolikor jih je bilo v analizi sintetiziranih, je s prvimi tremi glavnimi komponentami pojasnjeno 92 % celotne variance (Preglednica 13). Prva komponenta pojasnjuje 42 %, druga 37 % in tretja 13 % celotne variabilnosti.

Preglednica 13: Lastna vrednost in delež pojasnjene variance po posameznih komponentah

	lastna vrednost	delež variance (%)	varianca kumulativno (%)
komponenta 1	7,094	41,73	41,73
komponenta 2	6,289	36,99	78,72
komponenta 3	2,199	12,94	91,66

Na prvo glavno komponento najmočnejše vplivajo znaki, ki so vezani na velikost listov (pl, ol, dlp, mšl, šl/80% in dpe)(preglednica 14). Komponenta 1 tako nakazuje velikostni gradient, kjer se grmi z relativno manjšimi listi nahajajo na levi, grmi z relativno večjimi listi pa na desni strani grafa (slika 14). Na drugo glavno komponento najmočnejše vplivajo znaki, ki so vezani na oblikovanost listov (KO in mšl/dlp), znaki, ki so vezani na obliko dna listne ploskve (kl/10% in kl/25%) ter število debel (št.deb)(preglednica 14). Komponenta 2 predstavlja oblikovni gradient, relativno ožji listi se na grafu nahajajo bolj spodaj, relativno širši listi pa višje (slika 14). Na tretjo komponento najmočnejše vplivajo znaki, vezani na velikost krošenj grmov (o.d.max, viš.max, šir.max, šir.prav.)(preglednica 14).

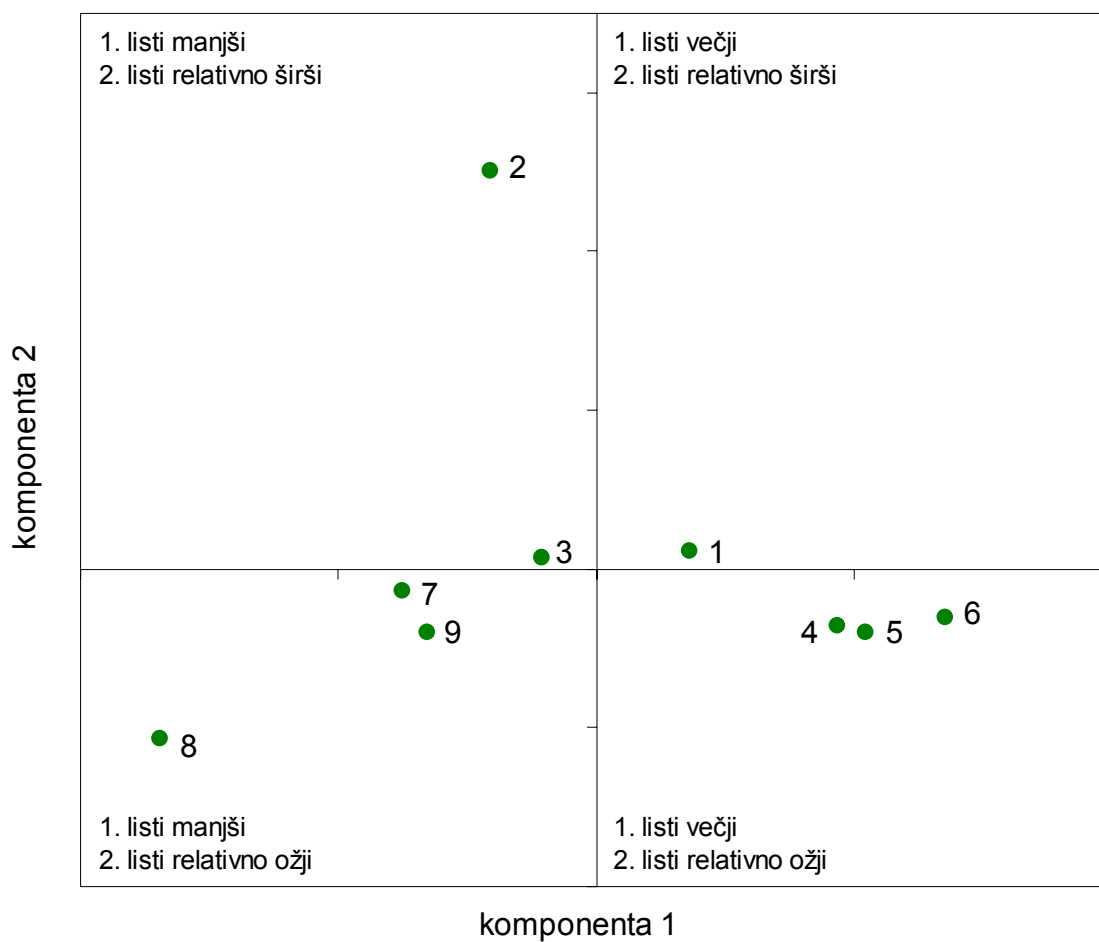
Najmanjše liste so imele ploskve v pasu nad 900 m (7, 8, 9), kjer tudi nekoliko izstopa ploskev 8. Nekoliko večje liste so imele ploskve iz pasu pod 700 m (1, 2, 3), največje liste pa so imele ploskve iz pasu od 700 – 900 m (4, 5, 6). Večinoma so bili listi na vseh ploskvah relativno ozki, le na ploskvi 2 so bili izrazito širši (slika 16).

Preglednica 14: Korelacija med znaki in prvimi tremi sintetičnimi komponentami

znak	komponenta 1	komponenta 2	komponenta 3
št.deb.	-0,308	0,886	-0,006
o.d. max	0,167	0,187	0,950*
viš.max	0,361	0,342	0,852*
šir.max	-0,034	0,193	0,972*
pl	0,945	-0,272	0,148
ol	0,877	-0,465	0,052
KO	-0,180	0,954	0,136
mšl/dlp	0,046	0,928	0,360
dlp	0,849	-0,519	-0,081
mšl	0,960	0,095	0,187
mmšl	0,118	-0,108	-0,441
šl/80%	0,898	0,096	0,329
šl/90%	0,663	0,178	0,568
kl/10%	0,017	0,883	0,412
kl/25%	-0,095	0,953	0,230
dpe	0,886	-0,002	-0,333

Grmi na ploskvi 8 niso bistveno odstopali od ostalih, vendar pa je imela ploskev pri vseh najpomembnejših znakih, ki so bistveno vplivali na komponento 1, relativno majhne vrednosti.

Grmi na ploskvi 2 so bili nekoliko bolj razvejani kot grmi na ostalih ploskvah, imeli so nekoliko debelejša debela in višje ter širše krošnje kot grmi na ostalih ploskvah. Izmed analiziranih znakov na listih so pri ploskvi 2 izstopale predvsem vrednosti KO, mšl/dlp, kl/10% in kl/25%, ki so bile večje kot pri drugih ploskvah, to pa so bili tudi znaki, ki so bistveno vplivali na komponento 2. Listi na ploskvi 2 so imeli nekoliko manjše vrednosti pl, ol in dlp kot listi na ostalih ploskvah.



Slika 16: Analiza po metodi glavnih komponent: razpršenost ploskev kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.) vzdolž prve in druge komponente

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZMERJE MED SPOLOMA NA IZBRANIH PLOSKVAH

V terenskem delu diplomske naloge smo pregledali 975 osebkov kranjske kozje češnje (*R. fallax* Boiss.) z namenom preučevanja razmerja med spoloma na devetih ploskvah na JV pobočju Javornikov. Poleg ženskih in moških osebkov smo beležili tudi osebke, ki jim spola nismo mogli določiti, ker na grmih niso bili prisotni cvetovi. Tako kot nam je že hitri pregled osebkov kranjske kozje češnje dal slutiti, je na izbranem območju število moških osebkov večje kot število ženskih osebkov. Pri tem je izstopala le ena ploskev, kjer je bilo razmerje močno v prid ženskim osebkom. Glede na to, da moški cvetovi ob dotiku ali močnem tresenju rastline (veter, dež) hitro odpadejo, domnevamo, da je tudi med nedoločenimi osebki večina moškega spola, torej bi bilo ob uspešni določitvi spola še večjega števila grmov razmerje kvečjemu še bolj v korist moških.

Povprečno razmerje med ženskimi, moškimi in nedoločenimi osebki skupaj je bilo $\text{ž:m:ned.} = 33:45:22$. Na osmih ploskvah je bilo osebkov moškega spola več kot ženskega, le na ploskvi 3 je bilo osebkov ženskega spola več ($\text{ž:m:ned.} = 57:45:22$). Ploskev 3 je od ostalih ploskev ločena z avtocesto Ljubljana – Koper. Gre za zaradi gradacije lubadarja pred nekaj leti presvetljeno gozdno površino. Trenutno raste na površini so številne grmovne vrste, nad njimi pa so ostala posamezna starejša drevesa smreke in bukve. Prevladujoča gozdna združba na ploskvi 3 je *Omphalodo-Fagetum*, tako kot na ploskvah 1, 4, 5, 6 in 7, tako da to ni vzrok za dobljeno razmerje med spoloma. Možen razlog bi lahko bil ta, da ima ploskev 3 najmanjšo nadmorsko višino in je bila popisana zadnja v pasu pod 700 m, zato so v času popisa mnogi moški cvetovi že odpadli. Vendar pa bi v tem primeru morale biti število nedoločenih osebkov bistveno višje kot na drugih ploskvah, kar pa ne drži.

Pri primerjavi razmerja med spoloma med višinskimi pasovi le to še vedno ostaja v prid moškim osebkom, s povečevanjem nadmorske višine pa se zmanjšuje število nedoločenih osebkov. To je najverjetneje posledica dejstva, da je fenološki razvoj zgodnejši v manjših nadmorskih višinah, zato smo nižje verjetno zamudili več osebkov v fazi cvetenja in jih zabeležili kot nedoločene.

V številnih raziskavah so avtorji prišli do podobnih zaključkov glede razmerja med spoloma. Razmerje med spoloma močno v prid moškim osebkom lahko povečuje konkurenčnost moških osebkov pri opraševanju ter ženskim osebkom olajša preživetje s tem, da uspevajo v ekološko ugodnejših območjih (Barradas in Correia, 1999). Lahko pa takšno razmerje povečuje možnosti za izumrtje vrste zaradi tekmovanja moških in ženskih osebkov za razpoložljive vire. V takem tekmovanju so ženski osebki zaradi večjih vložkov energije v reprodukcijo lahko manj uspešni (Iszkulo in sod., 2009).

Če bi za območje Javornikov smatrali, da so nižje lege ekološko ugodnejše, višje lege pa ekološko manj ugodne, bi to lahko bila možna razlaga, zakaj imamo na ploskvi z najmanjšo nadmorsko višino (ploskev 2) največ osebkov ženskega spola, na ploskvi z največjo nadmorsko višino (ploskev 8) pa največ osebkov moškega spola. Vendar pa imamo za takšne trditve še premalo podatkov in bi za zanesljive rezultate morali razmerje med spoloma spremljati dolgoročno.

5.2 MORFOLOŠKA VARIABILNOST VRSTE NA IZBRANEM OBMOČJU

V literaturi je navedeno, da imajo grmi kranjske kozje češnje več debel in so razrasli že pri tleh, kar so naši podatki potrdili, saj je bilo povprečno število debel na grm več kot dva, grmi z zelo velikim številom debel (> 10) so bili redki. Višina grmov, zajetih v raziskavi, se je gibala okrog 2 m, maksimum je bil 6,5 m. Po navedbah avtorjev (Brus, 2008; Hegi, 1965; Šilić, 1973) naj bi bila višina grmov od 2 m do 4 m. Osebki v pasu pod 700 m so imeli v povprečju tanjša debela in manjše krošnje. Grmi v pasu od 700 – 900 m so bili nekoliko višji, širši in so imeli debelejša debela. Najnižji so bili osebki v pasu nad 900 m.

Po navedbah Brusa (2008) in Šilića (1973) so listi dolgi 7 – 15 cm, Hegi (1965) pa navaja dolžine od 10 – 13 cm. Dolžina listov v našem vzorcu se je gibala od 7,6 cm pa do 18,7 cm, povprečno 13 cm, kar je skladno z vsemi navedbami. V literaturi je navedeno, da je običajna dolžina peclja do 2 cm, pri naših podatkih je bila povprečna vrednost 1,7 cm.

Pri primerjavi med pasovi smo ugotovili, da so bili listi v pasu pod 700 m relativno širše klinasti, bolj okroglasti in po velikosti nekje vmes med ostalima pasoma. V pasu od 700 – 900 m so bili listi največji, daljše zašiljeni, relativno ozki in so imeli daljše peclje. Listi v pasu nad 900 m so bili relativno najmanjši, ožji, krajše zašiljeni ter ožje klinasti. Listi iz vseh pasov so bili najširši nekoliko pod polovico dolžine listne ploskve.

Že pri popisovanju osebkov smo opazili, da so grmi med seboj zelo različni v vseh merjenih znakih. Največji prispevek k variabilnosti znakov merjenih na grmih je imela variabilnost med grmi samimi (78,5 % - 90,5 %). Pri kranjski kozji češnji gre za grmovno vrsto, ki ima na preučevanem območju pionirski značaj in se zelo dobro prilagodi na kakršnekoli rastiščne razmere. To je eden od možnih razlogov, zakaj je variabilnost grmov tako velika.

Pri znakih, merjenih na listih, je k skupni variabilnosti listov največji delež prispevala variabilnost znotraj grma (61,5 % - 87,2 %). Do podobnih zaključkov so prišli že mnogi raziskovalci prej, saj je velika variabilnost znotraj dreves (grmov) tipična ugotovitev pri morfometrijskih analizah (Baranski, 1975; Blue in Jensen, 1988). Pri naši raziskavi smo poganjke znotraj drevesa nabirali naključno, sicer smo bili pozorni, da so na sproščenem delu krošnje in vsi trije na približno isti višini od tal, ker bi lahko bil eden od vzrokov za takšno razporeditev variabilnosti. Drugi možen vzrok pa je lahko tudi variabilnost med listi samimi. Za analizo smo uporabili povprečno šest največjih listov iz poganjka, ki pa so bili med sabo še vedno zelo različni. Vpliv variabilnosti listov bi lahko zmanjšali, če bi za analizo izbrali npr.: samo tri največje liste, s tem pa bi dobili več vpogleda v ostale nivoje variabilnosti. Gleda na to, da je pri tej raziskavi delež variabilnosti znotraj grmov

res velik, bi pri nadaljnjih raziskavah morda lahko nekoliko prilagodili metodologijo in za analizo uporabili samo 3 ali 4 največje liste s posameznega poganjka, posebno pozornost pa bi bilo potrebno posvetiti vrsti poganjkov (dolgi, kratki) kot tudi položaju listov na poganjkih.

5.3 VPLIV OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA VARIABILNOST

Kljub našim predvidevanjem, da naj bi se rastline in manjših nadmorskih višin razlikovale od rastlin iz večjih nadmorskih višin, pa učinka nadmorske višine na morfološko variabilnost grmov kranjske kozje češnje nismo potrdili. Razlike med grmi smo pripisali veliki variabilnosti med raziskovalnimi ploskvami. Čeprav je šlo za dokaj majhno območje, pa so si bile ploskve med seboj zelo različne.

Potrdili pa smo tudi učinek nadmorske višine na znake, ki se nanašajo predvsem na velikost listov (pl, ol, dlp, mšl, šl/80%) in dolžino peclja (dpe), medtem ko učinka nadmorske višine na znake, ki se nanašajo predvsem na oblikovanost listov, nismo potrdili. Velik delež variabilnosti listov nam pojasni učinek ploskev znotraj pasov.

Z namenom ugotavljanja glavnega vzorca porazdelitve posameznih ploskev smo izvedli analizo glavnih komponent (PCA). Od skupno 17 komponent, smo s prvimi tremi pojasnili 92 % variabilnosti. Prvo komponento lahko obravnavamo kot velikostni gradient, ki nam pri grafičnem prikazu ploskve razporedi od majhnih na levi do velikih listov na desni strani osi. Drugo komponento lahko obravnavamo kot oblikovni gradient, ki nam na navpični osi od dna pa do vrha razporedi ploskve z relativno ozkimi listi, pa do ploskev z relativno širokimi listi. Na grafičnem prikazu (slika 16) so lepo vidna grupiranja ploskev znotraj pasu po velikosti listov. Najmanjše liste imajo ploskve v pasu nad 900 m, največje pa ploskve v pasu od 700 – 900 m, ploskve iz pasu pod 700 m so nekje vmes. Po obliki listov so si ploskve relativno blizu, izstopata le ploskvi 2 in 8. Grmi iz ploskve 2 imajo relativno najširše liste, grmi iz ploskve 8 pa izrazito podolgovate. Ploskev 2 površinsko obsega največje območje izmed vseh ploskev in leži pretežno ob cesti. Nekateri

grmi so bili tik ob cesti, drugi pa na zaraščajočih travnatih površinah, nekoliko dvignjenih nad cesto. Večina grmov ni bila zastrita, podatki v analizi kažejo, da so bili grmi nekoliko večji od grmov na ostalih ploskvah, imeli so več debel in debelejša debla kot ostali grmi. V nadaljnjih raziskavah kranjske kozje češnje bi bilo smiselno raziskati vpliv svetlobe na obliko listov.

5.4 SPOLNI DIMORFIZEM

Pri primerjavi ženskih in moških grmov so se pokazale majhne razlike v merjenih znakih, ki pa niso statistično značilne. V povprečju so ženski osebki bolj razvejani kot moški, vendar tanjši. Grmi moških osebkov so povprečno višji, širši in imajo debelejša debla. Vendar nam povprečne vrednosti ne dajo pravega vpogleda v razlike med ženskimi in moškimi osebki, saj prej naštetu ne drži za vse analizirane ploskve.

Nekaj razlik se kaže tudi med pasovi, tako so na primer v pasu pod 700 m grmi ženskih osebkov v povprečju večji, bolj razvejani in imajo debelejša debla kot moški osebki. V pasu od 700 – 900 m in nad 900 m pa so grmi moških osebkov v povprečju večji. Spet gre samo za razlike, ki se kažejo med povprečnimi vrednostmi, vrednosti na posameznih ploskvah pa še vedno odstopajo od povprečja, poleg tega pa razlike niso vedno istosmerne. V raziskavi nismo dokazali učinka spola na obseg debla in velikost krošnje grmov ter tudi nismo statistično testirali prej omenjenih razlik med višinskimi pasovi.

Tudi analizirani znaki na listih so pokazali rahle razlike med ženskimi in moškimi osebki. Ženski osebki imajo v povprečju večje liste kot moški osebki, vendar to ne drži za vsako posamezno ploskev in razlik tudi nismo statistično testirali. Z nadaljnjim raziskovanjem bi mogoče lahko prišli do podobnih izsledkov kot nekateri drugi raziskovalci. Wallace in Rundel (1979) sta prišla do zaključkov, da so imeli osebki ženskega spola, ki so rasli v zaostrenih klimatskih razmerah, večje liste kot osebki moškega spola. Podobno sta Bond in Midgley (1988) v svoji raziskavi prišla do zaključkov, da so listi moških osebkov manjši kot listi ženskih

osebkov. Njuno predvidevanje je bilo, da do teh razlik prihaja zaradi večje razvejanosti rastlin.

Glede razlik v obliki listov nismo dokazali nobene statistične značilnosti. Vrednosti za oba kota, ki opisujeta obliko dna listne ploskve (kl/10% in kl/25%), so na vseh ploskvah zelo podobne za osebke ženskega in moškega spola. Pri obeh koeficientih, ki prav tako opisujeta obliko listov (KO in mšl/dlp), so razlike v vrednostih za ženske in moške osebke tudi zelo majhne. Učinek spola smo potrdili le pri znaku šl/90% in sicer so listi pri ženskih osebkih širši, čeprav so na ploskvi 1 in 2 vrednosti za omenjeni znak pri ženskih osebkih manjše kot pri moških.

V celoti gledano v vseh višinskih pasovih in na vseh ploskvah pri znakih merjenih na listih (razen pri znaku šl/90%) nismo odkrili značilnih razlik med moškimi in ženskimi osebki. Sicer se nekaj razlik kaže bodisi znotraj pasov, bodisi znotraj ploskev, vendar teh razlik nismo še dodatno statistično testirali. Pri nobenem izmed testiranih znakov na grmih ali listih nismo odkrili jasnega vzorca, da bi na primer vrednosti znakov za ženske osebke bile vedno večje kot vrednosti pri moških osebkih.

Najbolj zanimiv rezultat raziskave je odstopanje razmerja med ženskimi in moškimi osebki od vrednosti 1:1. Povprečno razmerje med osebki ženskega in moškega spola za vse ploskve je $\bar{z}:\bar{m}:\bar{n} = 33:45:22$. Več moških osebkov je na osmih od devetih ploskev, le na eni ploskvi je ženskih osebkov več kot moških. V nadaljnjih raziskavah bi bilo smiselno dolgoročno spremljati razmerje med spoloma ter s pravočasnimi in večkratnimi popisi težiti k čim manjšemu številu nedoločenih osebkov. Velja tudi omeniti, da ima največji prispevek k variabilnosti listov, variabilnost znotraj grmov. Temu bi se pri nadaljnjih raziskavah lahko izognili z drugačno izbiro listov za analizo (samo 3-4 največji listi/poganjek).

Potrdili pa smo tudi učinek nadmorske višine na znake, ki se nanašajo predvsem na velikost listov (pl, ol, dlp, mšl, šl/80%) in dolžino peclja (dpe), medtem ko učinka nadmorske višine na znake, ki se nanašajo predvsem na oblikovanost listov, nismo potrdili.

Po obliki listov najbolj izstopa ploskev 2, ki leži pretežno ob cesti, kar bi lahko vplivalo na količino svetlobe, ki prispe do rastlin. Tudi s tega vidika bi bilo smiselno nadaljnje raziskovanje, kakšen vpliv ima svetloba na obliko listov.

Spolni dimorfizem kranjske kozje češnje v naši raziskavi ni močno izražen, kar ni povsem v skladu z našimi pričakovanji. Mogoče bi z izbiro ekološko bolj ekstremnih rastišč prišli do jasnejših razlik med ženskimi in moškimi osebki.

6 POVZETEK

Kranjska kozja češnja (*Rhamnus fallax* Boiss.) je ena izmed štirih avtohtonih vrst iz rodu *Rhamnus* v Sloveniji. Je splošno razširjena grmovna vrsta naših gozdov. Gre za dvodomno vrsto, pri kateri spolni dimorfizem še ni raziskan.

Zanimali so nas razmerje med spoloma, morfološka variabilnost in spolni dimorfizem vrste, ki smo jih raziskali na 9 raziskovalnih ploskvah na JV pobočju Javornikov v treh višinskih pasovih.

V prvem sklopu terenskega dela smo poiskali grme kranjske kozje češnje na izbranih ploskvah, jim na podlagi cvetov določili spol, jih označili s trakovi in zabeležili njihove koordinate, da bi jih v drugem sklopu terenskega dela lahko našli. Iz pridobljenih podatkov smo izračunali razmerje med spoloma za posamezne ploskve, višinske pasove in za vse podatke skupaj. Razmerje med spoloma je na osmih od devetih ploskev močno v prid moških osebkov, le na ploskvi 3 je ženskih osebkov več kot moških.

V drugem sklopu terenskega dela smo iz vsakega grma nabrali po tri poganjke s polno razvitimi listi, jih označili ter herbarizirali. Liste smo digitalizirali, nato pa analizirali s programsko opremo WinFolia. V analizi je bilo skupno zajetih 270 grmov oziroma 4890 listov. Preučevali smo 4 znake na grmih in 12 znakov na listih.

Z dobljenimi podatki smo izvedli osnovno deskriptivno statistično analizo. Merjeni znaki na listih se ujemajo z navedbami v literaturi glede velikosti grmov in listov. Pri raziskovanju spolnega dimorfizma smo ločeno obravnavali osebke ženskega in osebke moškega spola. Spolni dimorfizem kranjske kozje češnje v naši raziskavi ni močno izražen, kar ni povsem v skladu z našimi pričakovanji.

Prispevek posameznega hierarhičnega nivoja (višinski pas, spol, ploskev, grm) k pojasnjevanju variabilnosti listov smo preučili z gnezdistim (hierarhičnim) poizkusom. Največji prispevek k variabilnosti listov ima variabilnost znotraj grmov, Potrdili smo učinek nadmorske višine na znake, ki se nanašajo predvsem na velikost listov (pl, ol, dlp, mšl, šl/80%) in dolžino peclja (dpe), medtem ko učinka nadmorske višine na znake, ki se nanašajo predvsem na oblikovanost listov, nismo potrdili. Vpliv nadmorske višine na variabilnost grmov, nismo potrdili.

Z namenom ugotavljanja glavnega vzorca porazdelitve posameznih ploskev smo izvedli metodo glavnih komponent (PCA). Ploskve so se lepo grupirale znotraj pasov, relativno najmanjše liste imajo ploskve v pasu nad 900 m, srednje velike liste imajo ploskve v pasu pod 700 m, največje liste imajo ploskve med 700 – 900 m. Po obliki listov najbolj izstopa ploskev 2, ki leži pretežno ob cesti, kar bi lahko vplivalo na količino svetlobe, ki prispe do rastlin in s tem posledično na velikost in obliko listov.

Z raziskavo nismo potrdili spolnega dimorfizma in vpliva nadmorske višine na variabilnost znakov na grmih pri kranjski kozji češnji, vendar smo naredili korak k boljšemu poznavanju vrste, odprli nekaj novih vprašanj ter prišli do nekaj uporabnih predlogov za nadaljnje raziskave.

7 VIRI

Alonso C., Perez A., Nieto M., Delgado J. 2005. Gender dimorphism and altitudinal variations of secondary compounds in leaves of the gymnodioecious shrub *Daphne laureola*. *Journal of Chemical Ecology*, 31, 1: 139-150

Bañuelos M. J., Obeso J. R. 2004. Resource allocation in the dioecious shrub *Rhamnus alpinus*: the hidden costs of reproduction. *Evolutionary Ecology Research*, 6: 1-17

Barradas M. C D., Correia O. 1999. Sexual dimorphism, sex ratio and spatial distribution of the male and female shrubs in the dioecious species *Pistacia lentiscus* L.. *Folia Geobotanica*, 34: 163-174

Baranski M. 1975. An analysis of variation within white oak (*Quercus alba* L.). – Technical Bulletin 236. North Carolina Agricultural Experimental Station, N. C.

Batič F., Wraber T., Turk B. 2003. Pregled rastlinskega sistema s seznamom rastlin in navodili za pripravo študentskega herbarija: za študente gozdarstva in krajinske arhitekture. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 160 str.

Blue M. P., Jensen R. J. 1988. Positional and seasonal variation in oak (*Quercus*; *Fagaceae*) leaf morphology. *American Journal of botany*, 75: 939–947.

Bond W. J., Midgley J. 1988. Allometry and Sexual Differences in Leaf Size. *The American Naturalist*, 131, 6: 901-910

Brus R. 2008. Sto grmovnih vrst na Slovenskem. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 215 str.

Brus R., Ballian D., Zhalev P., Pandža M., Bobinac M., Acevski J., Raftoyannis Y., Jarni K. 2010. Absence of geographical structure of morphological variation in *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* in the Balkan Peninsula. European journal of forest research, (v tisku)

<http://dx.doi.org/10.1007/s10342-010-0457-1> (13.1.2011)

Flora Europea. Royal Botanic Garden Edinburgh, Velika Britanija.

<http://rbg-web2.rbge.org.uk/FE/fe.html> (25.12.2010)

Gauquelin T., Bertaudiere-Montes V., Badri W., Montes N. 2002. Sex ratio and sexual dimorphism in mountain dioecious thuriferous juniper (*Juniperus thurifera* L., *Cupresaceae*). Botanical Journal of the Linnean Society, 138: 237-244

Hegi Gustav. 1965. Illustrierte Flora von Mittel-Europa, 5 Band 3 Teil (*Linaceae* - *Violaceae*). München, Germany Carl Hansen Verlag. 320-349

Istkulo G., Jasinska A. K., Giertych M. J., Boratynski A. 2009. Do secondary sexual dimorphism and female intolerance to drought influence the sex ratio and extinction risk of *Taxus baccata*? Plant Ecology, 200: 229-240

Jarni K. 2009. Variabilnost poljskega jesena (*Fraxinus angustifolia* Vahl) v Sloveniji: magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Ljubljana, samozal.: 96 str.

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 310-312.

Massei G., Watkins R., Hartley S. E. 2006. Sex-related growth and secondary compounds in *Juniperus oxycedrus macrocarpa*. Acta Oecologica, 29: 135-140

McGowan G. M., Joensalo J., Naylor R. E. .L. 2004. Differential grazing of female and male plants of prostrate juniper (*Juniperus communis* L.). Botanical Journal of Scotland, 56: 39-54

Mitchell A. K. 1998. Acclimation of Pacific yew (*Taxus brevifolia*) foliage to sun and shade. Tree Physiology, 18: 749-757

Obeso J. R., Alvarez-Santullano M., Retuerto R. 1998. Sex ratios, size distributions, and sexual dimorphism in the dioecious tree *Ilex aquifolium* (*Aquifoliaceae*). American Journal of Botany, 85, 11: 1602-1608

Ortiz P.L., Arista M., Talavera S. 2002. Sex ratio and reproductive effort in the dioecious *Juniperus communis* subsp. *alpina* (Suter) Čelak. (*Cupressaceae*) along an altitudinal gradient. Annals of botany, 89: 205-211

Pravilnik o varstvu gozdov: priloga PVG-VIII/1: Periodični popis poškodovanosti drevja. 2000. Ur.l. RS št. 92/00

Presad N. G., Bedhomme S. 2006. Sexual conflict in plants. Journal of Genetics, 85, 3: 161-164

Quinn J. A., Meiners S.J. 2004. Growth rate, survivorship and, and sex ratios of *Juniperus virginiana* on the New Jersey Piedmont from 1963 to 2000. Journal of the Torrey botanical society, 131, 3: 187-194

Rottenberg A. 1998. Sex ratio and gender stability in the dioecious plants of Israel. Botanical Journal of the Linnean Society, 128: 137–148

Rottenberg A. 2000. A field survey of dioecious plants in Israel: sex ratio in seven rare species. Botanical Journal of the Linnean Society, 134: 439-442

Šilić Č. 1973. Atlas drveća i grmlja. Sarajevo, Zavod za izdavanje udžbenika: 217 str.

Vasiliauskas S. A., Aarssen L. W. 1992. Sex ratio and neighbor effects in monospecific stands of *Juniperus virginiana*. Ecology, 73, 2: 622-632

Vent W. 1962. Monographie der Gattung *Oreoherzogia* W. Vent gen. nov. Feddes repertorium specierum novarum regni vegetabilis, 65: 246 str.

Wallace C. S., Rundel P. W. 1979. Sexual Dimorphism and Resource Allocation in Male and Female Shrubs of *Simmondsia chinensis*. Oecologia, 44, 1: 34-39

Ward L. K. 2007. Lifetime sexual dimorphism in *Juniperus communis* var. *communis*. Plant species biology, 22: 11-21

ZAHVALA

Prof. dr. Robertu Brusu se iskreno zahvaljujem za mentorstvo, razumevanje, potrpežljivost ter vodenje pri terenskem delu in pisanju naloge. Hvala tudi za hitre in vzpodbudne odgovore.

Prof. dr. Francu Batiču se zahvaljujem za res hitro in strokovno recenzijo diplomske naloge.

Iskrena hvala asist. mag. Kristjanu Jarniju za pomoč pri digitalizaciji, obdelavah podatkov in interpretaciji rezultatov. Hvala tudi za vse koristne nasvete, vložen trud, porabljen čas in dobro voljo.

Hvala mag. Špeli Habič in ZGS, OE Postojna za posredovane podatke in izposajo ročne GPS naprave Garmin GPSmap 60CSx, ker bi brez nje grme iskala še danes. Špeli hvala tudi za vse strokovne nasvete in podporo.

Zahvala učiteljici slovenščine Oliviji Cunja za lektoriranje ob nemogoči uri.

Zahvala mojim staršem, ki sta mi študij omogočila in mi pomagala pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala Tereza in Miša, ker nista odložili slušalke, ko sem z vama glasno razmišljala. Bojana, hvala za pogled iz druge perspektive.

Hvala tudi vsem ostalim, ki ste na moji poti do tu verjeli vame in mi stali ob strani.

In nenazadnje; hvala tebi Rok, ker brez tvoje vzpodbude sedaj tega dela sploh ne bi bilo.

PRILOGE

Priloga A

Popisni obrazec za prvi sklop terenskega dela:
vnos spola, številke GPS in opomb

ŠT. PLOSKVE: 3 IME PLO.: ŠKRBEC ZAČETNA NMV: 631 ZAČETNA GPS: 251 DATUM: 6.6.2010

ZAP.ŠT.	GRMA	SPOL	ŠT. GPS	OPOMBE
1		H	251	
2		NED		
3		Z	252	
4		NED		
5		H	253	
6		Z	254	
7		Z	255	
8		Z	256	
9		Z	257	
10		H	258	
11		Z	259	
12		Z	260	
13		H	261	
14		Z	262	
15		Z	263	
16		Z	264	
17		H	265	
18		H	266	
19		Z	267	
20		Z	268	
21		Z	269	
22		Z	270	
23		Z	271	
24		Z	274	
25		Z	275	
26		H	276	
27		Z	277	
28		Z	278	

skupaj 1428

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

Manca ČERNIGOJ

**SPOLNI DIMORFIZEM KRANJSKE KOZJE ČEŠNJE
(*Rhamnus fallax* Boiss.) NA OBMOČJU
JAVORNIKOV**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2011