

VARIJABILNOST NIZINSKOG BRIJESTA (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) NA PODRUČJU HRVATSKE PODRAVINE PREMA MORFOLOŠKIM SVOJSTVIMA LISTOVA

THE VARIABILITY OF FIELD ELM (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) IN CROATIAN
DRAVA RIVER VALLEY ACCORDING TO THE LEAF MORPHOLOGY

Marko ZEBEC¹, Marilena IDŽOJTIĆ¹, Igor POLJAK¹, Iva MIHALDINEC²

SAŽETAK: Istraživana je varijabilnost pet populacija nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) s područja sjeverozapadne Hrvatske, uz rijeku Dravu: Banov Brod, Gotalovo, Svibovica, Varaždin i Veliko Polje. Morfometrijsko istraživanje unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti provedeno je na osnovi 10 morfoloških svojstava listova, pri čemu su korištene multivarijatne i deskriptivne statističke metode. Konstatirana je visoka varijabilnost istraživanih morfoloških značajki, te se koeficijent varijabilnosti na razini svih populacija kretao od 17,63 % za svojstvo broja primarnih zuba subapikalne regije lista do 52,94 % za svojstvo bazalne asimetrije. Unutarpopulacijska varijabilnost bila je veća nego međupopulacijska, osim za svojstvo broja sekundarnih i tercijarnih žila subapikalne regije i duljinu peteljke. Klusterskom i diskriminantnom analizom utvrđeno je da su međusobno najslabije populacije Svibovica, Gotalovo i Banov Brod. Populacija Veliko Polje od ostalih se populacija izdvaja zbog jakog negativnog antropogenog utjecaja, dok je odvajanje najsjevernije populacije Varaždin uvjetovano njenim zemljopisnim položajem i specifičnim staništem.

Ključne riječi: *Ulmus minor* Mill. sensu latissimo, morfometrijska varijabilnost, Podravina

1. UVOD – Introduction

Nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) naša je plemenita listača, koja zajedno s brijestom vezom (*U. laevis* Pall.) i gorskim brijestom (*U. glabra* Huds.) pripada rodu *Ulmus* L., taksonomski određeno unutar porodice *Ulmaceae* Mirb., nom. cons. Brijestovi su široko rasprostranjeni u sjevernom umjerenom području, a rastu i u subtropskom području srednje Amerike i jugoistočne Azije (Pennington i Sarukhan 1968, Fu 1980, Mackenthun 1997). Njihova staništa odlikuju se velikom raznolikošću, tako da neki pripadnici roda dolaze uz obale velikih rijeka (*U. minor* Mill., *U. laevis* Pall., *U. americana* L.,

U. rubra Mühl., *U. davidiana* Planch.), dok drugim vrstama (*U. glabra* Huds., *U. thomasi* Sarg., *U. androsowii* Litw., *U. changii* Cheng, *U. villosa* Brandis, *U. wallichiana* Planch.) više odgovaraju brdska područja i veća nadmorska visina (Melville i Heybroek 1971, Richards 1983). Nizinski brijest rasprostranjen je u većem dijelu Europe, osim sjevernih područja, a raste i duž mediteranske obale, na većini otoka Sredozemnog mora, kao i u sjevernoj Africi, Maloj Aziji, Kavkazu i Transkavkaziji (Richards 1976).

Ova europska vrsta, element je vegetacije poplavnih šuma reda *Alnetalia glutinosae* Tüxen 1937 i karakteristična vrsta sveze *Alno-Quercion roboris* Horvat 1938, a važan je član zajednica hrastovih poplavnih šuma koje se protežu duž velikih srednjoeuropskih rijeka (Sava, Dunav, Drava, Odra), gdje je hrast lužnjak edifikatorska vrsta drveća, dok je brijest primiješan, ponekad i u većem broju. Za prirodne populacije nizinskog

¹ Dr. sc. Marko Zebec, izv. prof. dr. sc. Marilena Idžojtić, Igor Poljak, dipl. ing. šum., Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za šumarsku genetiku, dendrologiju i botaniku, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, e-mail: mzebec@sumfak.hr

² Iva Mihaldinec, dipl. ing. šum., Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, UŠP Koprivnica, Šumarija Kloštar Podravski, Ulica 1. svibnja 2, 48362 Kloštar Podravski

brijesta karakteristična je vrlo široka ekološka valencija, tako da je prisutan u poplavnim šumama, ali i u sredozemnim šumskim zajednicama (Richens 1983, Namvar i Spethmann 1985).

Nizinski brijest rasprostranjen je u kontinentalnom i mediteranskom dijelu Hrvatske. Prema Vukeliću i Raušu (1998) i Vukeliću i sur. (2008) na području kontinentalne Hrvatske, u sloju drveća znatan udio zauzima u zajednici hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horvat 1938), posebice u subasocijaciji s rastavljenim šašem (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae* Horvat 1938), a javlja se i u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris* /Anić 1959/ Rauš 1969), kao i u šumi poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glavač 1959), mješovitoj šumi crne johe i poljskog jasena sa sremzom (*Pruno-Fraxinetum* Oberdorfer 1953), šumi crne johe s trušljom (*Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968), te nešto manje u šumi crne johe s dugoklasim šašem (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae* W. Koch 1926), šumi veza i poljskog jasena (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952), poplavnoj šumi crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slavnić 1952) i poplavnoj šumi vrba i topola (*Salici-Populetum nigrae* /R. Tx. 1931/ Meyer Drees. 1936). Prema terenskim opažanjima Zebeca (2010) rasprostranjen je i ekstrazonalno, na toplijim, južnim ekspozicijama, npr. u zajednici hrasta medunca i crnog jasena (*Orno-Quercetum pubescentis* Klika 1938). U mediteranskom dijelu Hrvatske, u specifičnim sinekološkim uvjetima *U. minor* raste u zajednicama hrasta medunca, no česte su i čiste sastojine nizinskog brijesta, posebice na antropogeniziranim staništima i napuštenim poljoprivrednim površinama. Uz veće rijeke jadranskog sliva (Cetina, Krka, Neretva), brijest se pojavljuje u zajednicama bijele topole (Hećimović 1982; Trinajstić 1991; Marković i sur. 1993; Kamenjarin 1996; Milović 2000, 2002).

Pojavom traheomikoze holandske bolesti brijesta (*Ophiostoma ulmi* /Buism./ Nannf. I; *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier) dolazi do propadanja vrlo velikog

2. PODRUČJE I CILJ ISTRAŽIVANJA

Istraživano područje proteže se na sjeveru do granice s Republikom Mađarskom, na jugu graniči s obroncima Bilogore, dok je istočna granica Virovitica, a zapadna područje oko Varaždina.

Podravina je prostor aluvijalne ravnice rijeke Drave. Istraživano područje možemo geomorfološki odrediti prema Bognaru (2001), kako slijedi: megamakrogeomorfološka regija – Panonski bazen; subgeomorfološka regija – Gornjodravsko nizina (Virovitica), Nizina rijeke Drave i rijeke Mure (Varaždin). Litološki, na tom području prevladavaju pleistocenski sedimenti (močvarni les i kopneni beskarbonatni les),

broja stabala nizinskog brijesta u Europi, gdje su zabilježene enormne štete. U Hrvatskoj sušenje brijesta počinje dvadesetih godina prošloga stoljeća, dok je najveće propadanje u slavonskim nizinskim šumama zabilježeno između 1950. i 1955. godine, tako da su danas odrasla, reproduktivno sposobna stabla, prava rijetkost (Špiranec 1971, Jureša 1976, Stojković 1995, Gradečki i sur. 1997). Stupanj tolerantnosti pojedine vrste prema određenom patogenu, kao i njena adaptabilnost u uskoj je vezi s količinom varijabilnosti koju dotična vrsta posjeduje. Što je veća varijabilnost, veća je i vjerojatnost preživljavanja, odnosno adaptiranja na promjenjive uvjete okoline tijekom relativno dugog životnog ciklusa. Navedeno rezultira pojačanim zanimanjem znanstvenika za ovu plemenitu listaču, te se provode brojne studije kojima je cilj metodama morfometrijske analize folijarnih značajki ili biokemijskim analizama utvrditi stupanj varijabilnosti populacija ove vrste. Istraživanjima varijabilnosti nizinskog brijesta nastoji se riješiti i taksonomski prijedor oko znanstvenog imenovanja nizinskog brijesta, kao i dati konačni sud o valjanosti velikog broja unutarvrstnih jedinica, koje navode pojedini autori (Coleman 1998, Collin i sur. 2000, Collin 2002).

Dosadašnje studije varijabilnosti nizinskog brijesta u Hrvatskoj su glede veličine uzorka parcijalne i neujednačene, a metodološki zastarjele, tako da ne predstavljaju primjerene izvore za nastavak istraživanja (Zlatarić 1952, Janjić 1981). Prvo opsežno istraživanje koje obuhvaća cjelokupno područje rasprostranjenosti nizinskog brijesta u Hrvatskoj, a koristi moderne morfometrijske i molekularno-biološke metode uz multivarijatan pristup, provodi Zebec (2010), te utvrđuje visoku morfološku i genetsku varijabilnost ove vrste. Dobiveni uzorak varijabilnosti ukazuje na jasno odvajanje između kontinentalnih i mediteranskih populacija nizinskog brijesta na morfološkoj i genetskoj razini.

Ovo istraživanje provedeno je u Podravini, a nastavlja se na seriju višegodišnjih opservacija i studija raznolikosti nizinskog brijesta u Hrvatskoj.

– Observed Area and Goal of Research

kao i holocenske naslage (šljunci, pijesci, glina, silt). Prema Mayeru (1992) najzastupljenija tla središnjega dijela dravskog bazena su euglejevi, i to: amfiglej, hipoglej i epiglej. U najnižem naplavnom aluvijalnom pojasu uz rijeku Dravu pod utjecajem vode formirana su karbonatna tla – aluvijalna glejna i močvarna glejna tla, dok na povišenijim prostorima prevladava semiglej aluvijalni. Za prostor pleistocenskih terasa karakteristično je lesivirano i pseudoglejno tlo.

Klimatološki je području Podravine, prema Köppenovoj klasifikaciji, svojstven Cfbwx tip klime. To je umjereno topla kišna klima, sa srednjom temperaturom

najhladnijeg mjeseca godine od -3 do -18 °C. Raspodjela oborina je podjednaka tijekom godine, dok su maksimumi u kasno proljeće i jesen. Prema podacima za meteorološku postaju Đurđevac, koja se nalazi u sredini istraživanoga područja, srednja godišnja temperatura zraka iznosi 10,0 °C. Prema Langovom kišnom faktoru ($K_{fg} = 78,6$) klima je semihumidna. Najčešći su zapadni i sjeverozapadni vjetrovi.

Područje Podravine prostor je izuzetnih prirodnih vrijednosti, visoke biološke i krajobrazne raznolikosti, pa je područje riječnog ekosustava Drave i Mure i zakonom preventivno zaštićeno uspostavom Regionalnog parka Mura-Drava (2008), koji je dio budućeg rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav. Uz dravske obale odvija se i veći broj antropogenih aktivnosti, koje imaju drastičan negativni utjecaj na očuvanje biološke raznolikosti ovoga područja. Ponajprije je to uređivanje vodotoka i eksploatacija mineralnih sirovina (nafta, pijesak, šljunak), o čemu je napisano nekoliko znanstvenih studija (Špoljar i sur. 2008, Peh i sur. 2008). Na rijeci Dravi uzvodno od ušća Mure nalaze se 22 hidroelektrane, od čega su tri u Hrvatskoj (HE Varaždin, HE Čakovec, HE Dubrava), a planirana je izgradnja novih u Hrvatskoj i susjednim državama (Režek 2003). Negativni utjecaj uzvodnih hidroelektrana na nizinske šume ogleđa se u postupnom snižavanju razine podzemnih voda uslijed erozije korita rijeke Drave. Korijenje šumskog drveća (poglavito hrasta lužnjaka) pritom ne može pratiti naglu promjenu dina-

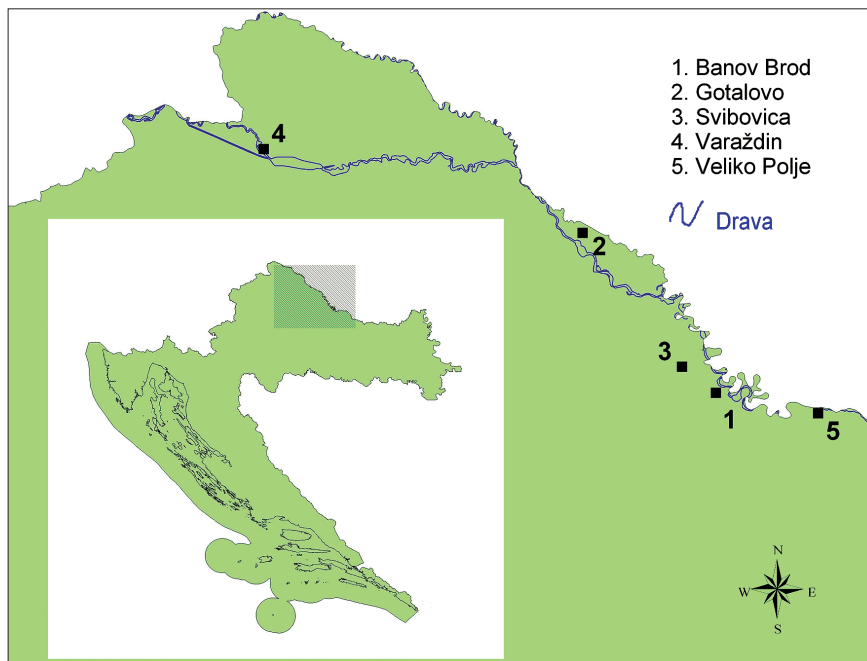
mike podzemnih voda, te dolazi do sušenja velikih šumskih kompleksa (Repaš). Nepovoljan utjecaj na mikroklimu lužnjakovih šuma (*Genisto elatae-Quercetum roboris* Horvat 1938) ima i nestanak nizinskog brijesta, shodno čemu stanište postaje toplije i suše (Prpić 1975, Beraković 1999). Najveća pojavnost nizinskog brijesta na području Podravine je u lužnjakovim šumama, gdje raste zajedno s vezom. Brojni negativni čimbenici (holandska bolest brijesta, onečišćenje tla uslijed eksploatacije mineralnih sirovina, snižavanje razine podzemnih voda, krčenje šuma) rezultirali su alarmantnim smanjenjem broja adultnih stabala na terenu. Važnost očuvanja nizinskog brijesta nalazi se i u osiguranju opstanka lužnjakovih šuma, gdje je brijest, prije pojave holandske bolesti, tvorio podstojnu etažu u sloju drveća, te održavao optimalnu mikroklimu staništa, neophodnu za uspijevanje hrasta lužnjaka (Prpić 1996, 2001; Vukelić i Baričević 1998).

Zbog ugroženosti brijesta od patogena *Ophiostoma novo-ulmi* i spomenutih negativnih čimbenika, a samim time i opasnosti od smanjenja optimalne širine varijabiliteta, koji bi predstavljao osnovu za adekvatni odgovor na promijenjene uvjete staništa, pristupilo se istraživanju njegove varijabilnosti pomoću morfometrijske analize listova. Nizinski brijest se u ovom radu tretira kao skupina manje ili više izdiferenciranih svojti, određenih pripadnošću *U. minor* Mill. sensu latissimo kompleksu.

3. MATERIJAL I METODE – Material and Methods

Materijal za morfometrijsku analizu sakupljen je u pet prirodnih populacija nizinskog brijesta s područja

Podravine. Populacije obuhvaćene istraživanjem bile su: Banov Brod, Gotalovo, Svibovica, Veliko Polje, Va-



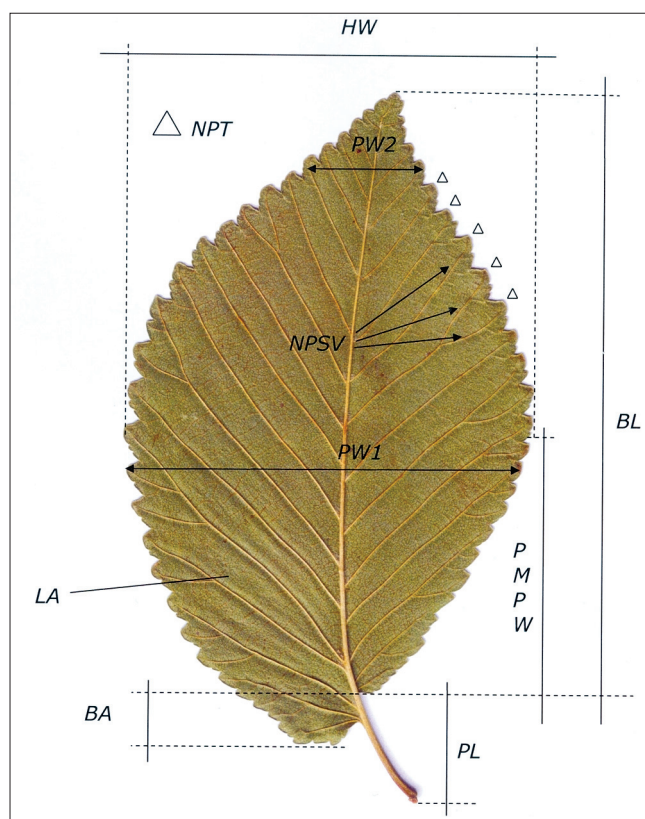
Slika 1. Uzorkovane populacije.
Figure 1. Sampled populations.

raždin (slika 1). Sabrani su listovi s pet stabala po populaciji, dok je svako stablo bilo prezentirano s 30 zdravih i neoštećenih listova. Korišteni su subdistalni listovi kratkih fertilnih izbojaka osvjetljenog dijela krošnje, budući da se vršni, distalni listovi formiraju u sušno doba godine, što uzrokuje njihovu deformaciju, pa su neprikladni za izmjeru (Richens 1955). Listovi su sakupljeni krajem lipnja 2009. godine, dakle sredinom vegetacijskog razdoblja, kada su s obzirom na oblik i dimenzije u cijelosti razvijeni. Budući da *U. minor* ima vrlo velik potencijal vegetativnog širenja, pri selekciji uzoraka, primjenjivan je kriterij da su stabla međusobno udaljena najmanje 50 metara, upravo da bi se izbjegla mogućnost uzorkovanja genetički istih jedinki.

Nakon skeniranja, lišće je izmjereno programskim paketom WinFolia (WinFolia™ 2001). Odabir značajki za izmjernu izvršen je prema Richensu (1958) i Janjiću (1981), te je modificiran prema Zebecu (2010). Ukupno je izmjereno 10 folijarnih svojstava (slika 2). Točnost mjerenja iznosila je 0,1 mm, a za svaki list mjerena su sljedeća svojstva: površina plojke (*LA*); maksimalna širina plojke (*HW*); duljina plojke, mjerena od baze plojke na kraćoj strani lista do mjesta najveće širine plojke (*PMPW*); širina plojke na 50 % duljine plojke kraće strane lista (*PW1*); širina plojke na 90 % duljine plojke kraće strane lista (*PW2*); broj primarnih zubaca subapikalne regije, mjereno od vrha lisne plojke do polovine duljine plojke kraće strane lista (*NPT*); broj sekundarnih i tercijarnih žila subapikalne regije, mjereno od apeksa do polovine duljine plojke kraće strane lista (*NPSV*); duljina peteljke (*PL*); bazalna asimetrija, razmak između najnižih točaka dulje i kraće strane lista (*BA*); duljina plojke (*BL*).

Trend izmjerenih morfoloških značajki opisan je putem deskriptivnih statističkih pokazatelja, pri čijem su izračunu korišteni standardni algoritmi deskriptivne statističke analize (Sokal i Rohlf 1989). Podaci su prikazani sljedećim procjeniteljima: aritmetička sredina (\bar{x}), standardna devijacija (*SD*), raspon ($x_{\min} - x_{\max}$), koeficijent varijabilnosti (*CV*). U svrhu utvrđivanja unutarpopulacijske i međupopulacijske varijabilnosti nizinskog brijesta, korištena je univarijatna analiza varijance (*ANOVA*). Analizirani faktori varijabilnosti bili su populacija i stablo, i to tako da je faktor stablo ugniježđen unutar faktora populacija. Ukoliko su između populacija postojale signifikantne razlike u vrijednostima aritmetičkih sredina za pojedina svojstva, a kako bi se utvrdilo koje se točno populacije međusobno signifikantno razlikuju, provedeno je i dodatno testiranje Fisherovim multiplim testovima (*LSD*) za sve parove populacija. Također je provedena i razdjelba ukupne varijance, alociranjem izračunate komponente varijabilnosti pripadajućem izvoru (između populacija, između stabala unutar populacije, unutar stabla), za sva analizirana svojstva. U tu svrhu korištena je *REML* metoda (*Restricted Maximum Likelihood Method*).

Kako bi se odnos između promatranih populacija što bolje prikazao, korištene su metode multivarijatne statističke analize (McGarigal i sur. 2000), te su primijenjene klaster-ska i diskriminantna analiza. Klaster-ska analiza provedena je *UPGMA* (*Unweighted Pair Group Average Method*) metodom, pri čemu je kori-



Slika 2. Mjerena svojstva lista: *LA* = površina plojke; *HW* = maksimalna širina plojke; *PMPW* = duljina plojke, mjerena od baze plojke na kraćoj strani lista do mjesta najveće širine plojke; *PW1* = širina plojke na 50 % duljine plojke kraće strane lista; *PW2* = širina plojke na 90 % duljine plojke kraće strane lista; *NPT* = broj primarnih zubaca subapikalne regije, mjereno od vrha duljine plojke kraće strane lista; *NPSV* = broj sekundarnih i tercijarnih žila subapikalne regije, mjereno od apeksa do polovine duljine plojke kraće strane lista; *PL* = duljina peteljke; *BA* = bazalna asimetrija; *BL* = duljina plojke.

Figure 2 Measured leaf traits: *LA* = leaf blade area; *HW* = leaf blade breadth at its widest point; *PMPW* = leaf blade length, measured along the shorter side of lamina, starting from the leaf base to the point of maximum leaf breadth; *PW1* = leaf blade width at 50 % of leaf blade length, measured along the shorter side of lamina; *PW2* = leaf blade width at 90 % of leaf blade length, measured along the shorter side of lamina; *NPT* = number of primary teeth, measured in the subapical region of the leaf, along the shorter side of lamina, starting from leaf apex to the point of 50 % of leaf blade length; *NPSV* = number of secondary and tertiary veins, measured in the subapical region of the leaf, along the shorter side of lamina, starting from leaf apex to the point of 50 % of leaf blade length; *PL* = petiole length; *BA* = leaf base asymmetry; *BL* = blade length.

štena Euklidska udaljenost. Sve navedene statističke analize provedene su pomoću statističkog programa *STATISTICA 8.0* (StatSoft Inc. 2001).

4. REZULTATI – Results

Rezultati deskriptivne statističke analize prikazani su u tablici 1. Prosječno najveću površinu plojke (*LA*), najšire lisne plojke (*HW*), najveće vrijednosti širine plojke na 50 % duljine plojke kraće strane lista (*PW1*), kao i najveće vrijednosti širine plojke na 90 % duljine

plojke kraće strane lista (*PW2*) imala je populacija Banov Brod. S druge strane, populacija Veliko Polje imala je prosječno najmanje vrijednosti navedenih lisnih svojstava. Listovi populacije Varaždin odlikovali su se prosječno najvećim brojem primarnih zubaca su-

bapikalne regije (*NPT*), kao i prosječno najvećim brojem sekundarnih i tercijarnih žila subapikalne regije (*NPSV*). Prosječno najmanje vrijednosti svojstava *NPT* i *NPSV*, zabilježene su kod populacije Svibovica. Najdulje plojke (*BL*) i peteljke (*PL*) bile su svojstvene populaciji Varaždin, dok su najmanje vrijednosti za ta svojstva bile karakteristične za populaciju Veliko Polje. Visoki koeficijenti varijabilnosti (iznad 30 %) dobiveni su za svojstva: površina plojke (*LA*), duljina peteljke (*PL*), bazalna asimetrija (*BA*). Najmanji koeficijenti

varijabilnosti bili su svojstveni varijablama: maksimalna širina plojke (*HW*), širina plojke na 50 % duljine plojke kraće strane lista (*PW1*), broj primarnih zubaca subapikalne regije (*NPT*).

Prema provedenoj analizi varijance, stabla unutar populacija signifikantno se razlikuju prema svim istraživanim svojstvima (tablica 2). Populacije se na razini signifikantnosti 0,05 razlikuju univarijatno za svojstvo površine plojke (*LA*), dok je na razini 0,01 razlikovanje signifikantno za sljedeća svojstva: maksimalna širina

Tablica 1. Parametri deskriptivne statistike za mjerena morfološka svojstva. Najveće i najmanje vrijednosti su podebljane.
Table 1 Descriptive statistical parameters for measured morphological traits. Maximum and minimum values are bolded.

Značajka Trait	Deskriptivni pokazatelji Statistical parameters	Banov Brod	Gotalovo	Svibovica	Varaždin	Veliko Polje	Ukupno Total
LA	\bar{x} (cm ²)	12,64	11,84	10,63	11,69	8,83	11,13
	SD (cm ²)	3,27	3,54	2,47	4,99	3,10	3,80
	$x_{min} - x_{max}$	7,55 - 28,54	6,28 - 24,32	6,50 - 19,95	3,61 - 28,60	3,47 - 19,94	3,47 - 28,60
	CV (%)	25,87	29,90	23,24	42,69	35,11	34,14
HW	\bar{x} (cm)	3,46	3,34	3,10	3,14	2,79	3,17
	SD (cm)	0,47	0,47	0,37	0,68	0,51	0,56
	$x_{min} - x_{max}$	2,45 - 5,24	2,43 - 4,83	2,35 - 4,36	1,85 - 5,19	1,79 - 4,58	1,79 - 5,24
	CV (%)	13,58	14,07	11,94	21,66	18,28	17,67
PMPW	\bar{x} (cm)	2,33	2,17	2,36	2,11	2,03	2,20
	SD (cm)	0,44	0,38	0,48	0,58	0,49	0,49
	$x_{min} - x_{max}$	1,52 - 3,56	1,33 - 3,12	1,55 - 3,83	0,86 - 3,89	1,07 - 3,52	0,86 - 3,89
	CV (%)	18,88	17,51	20,34	27,49	24,14	22,27
PW1	\bar{x} (cm)	3,33	3,16	2,96	2,96	2,66	3,01
	SD (cm)	0,46	0,44	0,38	0,65	0,50	0,54
	$x_{min} - x_{max}$	2,37 - 5,02	2,28 - 4,58	2,24 - 4,32	1,72 - 5,00	1,75 - 4,45	1,72 - 5,02
	CV (%)	13,81	13,92	12,84	21,96	18,80	17,94
PW2	\bar{x} (cm)	0,75	0,73	0,74	0,70	0,57	0,70
	SD (cm)	0,21	0,18	0,16	0,20	0,11	0,18
	$x_{min} - x_{max}$	0,41 - 1,47	0,37 - 1,44	0,35 - 1,27	0,39 - 1,43	0,30 - 0,87	0,30 - 1,47
	CV (%)	28,00	24,66	21,62	28,57	19,30	25,71
NPT	\bar{x}	9,90	8,93	8,35	10,63	8,69	9,30
	SD	1,72	1,09	0,97	1,63	1,51	1,64
	$x_{min} - x_{max}$	7,00 - 15,00	7,00 - 12,00	6,00 - 12,00	6,00 - 16,00	6,00 - 13,00	6,00 - 16,00
	CV (%)	17,37	12,21	11,62	15,33	17,38	17,63
NPSV	\bar{x}	8,89	7,95	7,35	11,48	7,71	8,67
	SD	1,70	1,08	0,97	1,56	1,50	2,04
	$x_{min} - x_{max}$	6,00 - 14,00	6,00 - 11,00	5,00 - 11,00	8,00 - 16,00	5,00 - 12,00	5,00 - 16,00
	CV (%)	19,12	13,58	13,20	13,59	19,46	23,53
PL	\bar{x} (cm)	0,87	0,62	0,62	1,01	0,59	0,74
	SD (cm)	0,21	0,20	0,15	0,29	0,19	0,27
	$x_{min} - x_{max}$	0,49 - 1,68	0,22 - 1,07	0,29 - 1,04	0,42 - 1,89	0,14 - 1,12	0,14 - 1,68
	CV (%)	24,14	32,26	24,19	28,71	32,20	36,49
BA	\bar{x} (cm)	0,41	0,26	0,21	0,49	0,31	0,34
	SD (cm)	0,14	0,13	0,11	0,19	0,14	0,18
	$x_{min} - x_{max}$	0,15 - 0,75	0,02 - 0,62	0,00 - 0,69	0,08 - 1,29	0,04 - 0,91	0,00 - 1,29
	CV (%)	34,15	50,00	52,38	38,76	45,16	52,94
BL	\bar{x} (cm)	5,31	5,15	5,04	5,64	4,59	5,15
	SD (cm)	0,73	0,77	0,69	1,32	0,88	0,97
	$x_{min} - x_{max}$	3,96 - 8,07	3,71 - 7,61	3,69 - 7,89	2,93 - 9,27	2,80 - 6,79	2,80 - 9,27
	CV (%)	13,75	14,95	13,69	23,40	19,17	18,83

plojke (*HW*), širina plojke na 50 % duljine plojke kraće strane lista (*PW1*), broj primarnih zubaca subapikalne regije (*NPT*), broj sekundarnih i tercijarnih žila subapikalne regije (*NPSV*), duljina peteljke (*PL*), bazalna asimetrija (*BA*) i duljina plojke (*BL*). Razlikovanje

populacija za svojstva duljina plojke, mjerena od baze plojke na kraćoj strani lista do mjesta najveće širine plojke (*PMPW*) i širina plojke na 90 % duljine plojke kraće strane lista (*PW2*) nije bilo statistički značajno.

Tablica 2. Rezultati univarijatne analize varijance (ANOVA).
Table 2 Results of univariate analysis of variance (ANOVA).

Efekte – Effects		df	LA	HW	PMPW	PW1	PW2
Populacija <i>Population</i>	F	4	4,10	5,49	1,80	6,63	1,80
	p		p<0,05	p<0,01	0,17	p<0,01	0,17
Stablo/populacija <i>Tree/population</i>	F	20	7,24	8,18	8,87	6,75	22,82
	p		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
Efekte – Effects		df	NPT	NPSV	PL	BA	BL
Populacija <i>Population</i>	F	4	4,77	15,88	7,39	7,51	4,86
	p		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01
Stablo/populacija <i>Tree/population</i>	F	20	21,54	20,80	26,95	19,89	6,29
	p		p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01	p<0,01

Budući da rezultati univarijatne analize varijance (ANOVA) potvrđuju postojanje statistički značajnih razlika između populacija, i to za većinu promatranih značajki, u nastavku je provedeno testiranje pomoću Fisherovih multiplih testova (LSD) između svih parova populacija, kako bi se utvrdilo koje se točno populacije

međusobno razlikuju za pojedina svojstva (tablica 3). Može se uočiti da se populacije Gotalovo i Svibovica signifikantno ne razlikuju niti za jedno istraživano svojstvo, dok je razlikovanje između populacija Veliko Polje i Varaždin, i to za sve promatrana svojstva, potpuno.

Tablica 3. Rezultati komparacije parova populacija za 8 svojstava, korištenjem Fisherovog LSD testa.
Table 3 Results of populations pairwise comparisons for 8 traits by using Fisher LSD testing procedure.

Značajka <i>Trait</i>	Komparacija populacija <i>Comparison of populations</i>									
	A - B	A - C	A - D	A - E	B - C	B - D	B - E	C - D	C - E	D - E
LA	0,06	0,25	0,09	0,31	0,45	p<0,01	0,36	p<0,01	0,88	p<0,05
HW	p<0,05	0,14	0,06	0,84	0,45	p<0,01	p<0,05	p<0,01	0,20	p<0,05
PW1	p<0,05	0,15	p<0,05	0,97	0,25	p<0,01	p<0,05	p<0,01	0,14	p<0,05
NPT	p<0,05	0,35	0,58	p<0,01	0,13	0,06	0,25	0,71	p<0,05	p<0,01
NPSV	p<0,05	0,32	0,55	p<0,01	0,13	0,06	p<0,01	0,69	p<0,01	p<0,01
PL	p<0,05	0,96	0,81	p<0,01	p<0,05	p<0,05	0,16	0,77	p<0,01	p<0,01
BA	p<0,01	0,41	0,10	p<0,01	p<0,05	0,10	0,21	0,39	p<0,01	p<0,01
BL	0,28	0,65	0,08	p<0,05	0,52	p<0,01	0,20	p<0,05	0,06	p<0,01

A = Svibovica, B = Banov Brod, C = Gotalovo, D = Veliko Polje, E = Varaždin
A = Svibovica, B = Banov Brod, C = Gotalovo, D = Veliko Polje, E = Varaždin

Za većinu svojstava pokazalo se da je 1/2-2/3 od ukupne varijance uvjetovano varijabilnošću između listova unutar stabla (tablica 4), dok je najmanja varijabilnost prisutna između populacija (3,62-24,31 % ukupne varijance). Odstupanje od ovog pravila vidljivo je kod varijabli *NPSV* i *PL*, gdje je međupopulacijska varijabilnost relativno visoka (38,10-55,41 % ukupne varijance).

Iz UPGMA dendrograma (slika 3) vidljivo je da su prema istraživanim svojstvima listova međusobno najbližije populacije Gotalovo i Svibovica (usp. tablica 3), na koje se nadovezuje populacija Banov Brod. Ove tri populacije formiraju klaster, iza kojeg slijede populacije Veliko Polje, i na najvećoj udaljenosti poveziva-

nja, populacija Varaždin. Najsjevernija populacija Varaždin, geografski je i najudaljenija, te se morfološki značajno razlikuje od ostale četiri populacije, što je posebno izraženo u odnosu na najjužniju populaciju Veliko Polje (usp. tablica 3).

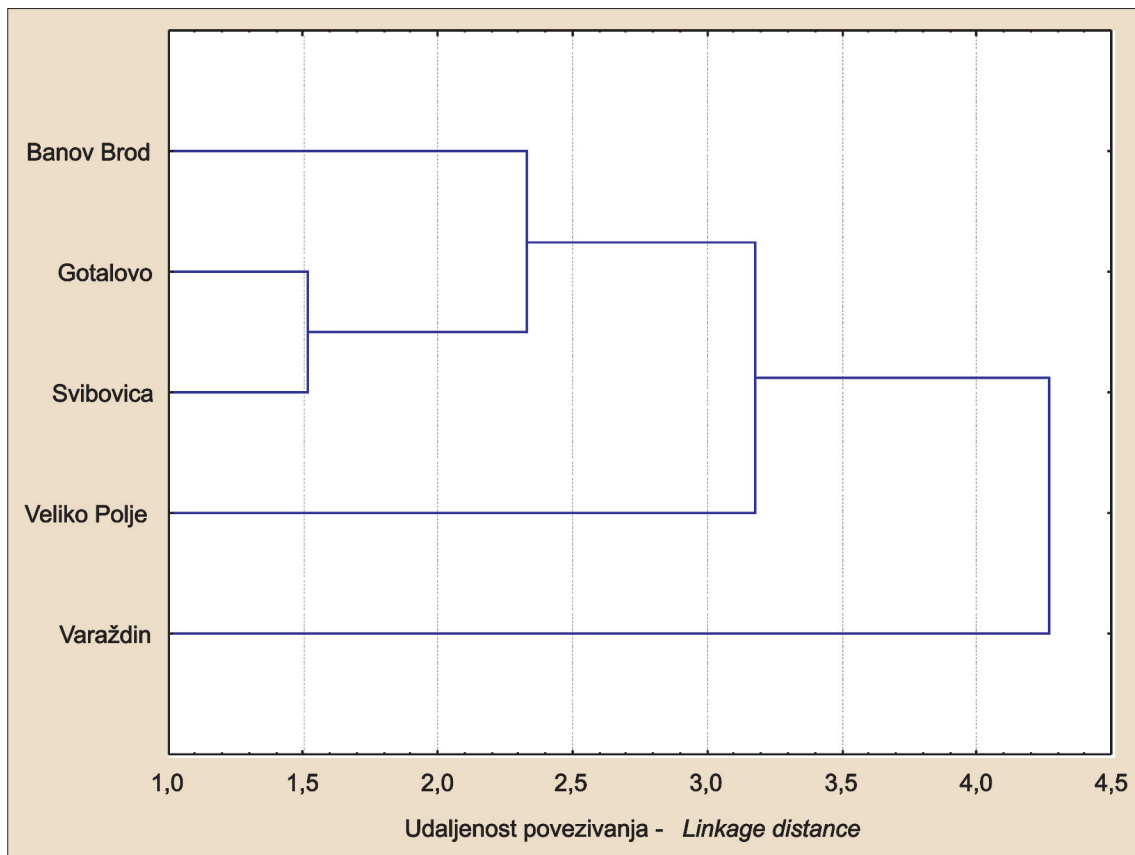
U svrhu dodatne analize strukture međupopulacijske diferencijacije, kao i determinacije svojstava, po kojima se istraživane populacije međusobno najbolje razlikuju, provedena je diskriminantna analiza. Za deset varijabli i pet grupa kanoničkom analizom dobivene su četiri diskriminantne funkcije. Iz sredina kanoničkih varijabli vidljivo je da diskriminantna funkcija 1 najbolje razlikuje populaciju Varaždin od populacije Banov Brod, odnosno populaciju Varaždin od ostale

četiri populacije (tablica 5). Naime, populacija Varaždin ima značajno veći broj zubaca subapikalne regije (NPT), kao i značajno veći broj sekundarnih i tercijarnih žila subapikalne regije (NPSV) u odnosu na ostale populacije (tablica 6). Odvajanje populacije Veliko Polje od ostalih populacija prema značajno manjoj površini plojke (LA), kao i značajno manjoj širini plojke na 90 % duljine plojke kraće strane lista (PW2), određeno je pomoću diskriminantne funkcije 2 (tablica 5). Generirane vrijednosti diskriminantnih funkcija prikazane su na razini stabala, grupiranih na temelju pripadnosti određenoj populaciji (slika 4). Naglašeno je vrlo jasno razdvajanje populacije Varaždin, dok za druge populacije, iako uz prisutnost preklapanja pozicije pojedinih jedinki, možemo nazrijeti trend diferencijacije od Banovog Broda, preko Gotalova i Svibovice, do Velikog Polja.

Tablica 4. Komponente varijance.

Table 4 Variance components.

Značajka Trait	Efekt – Effect (%)		
	Populacija Population	Stablo/populacija Tree/population	Unutar stabla Within the tree
LA	11,00	15,32	73,68
HW	16,48	16,12	67,40
PMPW	3,62	20,03	76,35
PW1	17,55	13,27	69,19
PW2	6,55	39,35	54,10
NPT	24,31	30,76	44,93
NPSV	55,41	17,73	26,86
PL	38,10	28,71	33,19
BA	34,65	25,25	40,10
BL	12,09	13,18	74,73



Slika 3. UPGMA dendrogram istraživanih populacija.

Figure 3 UPGMA tree diagram of researched populations.

Tablica 5. Sredine kanoničkih varijabli.

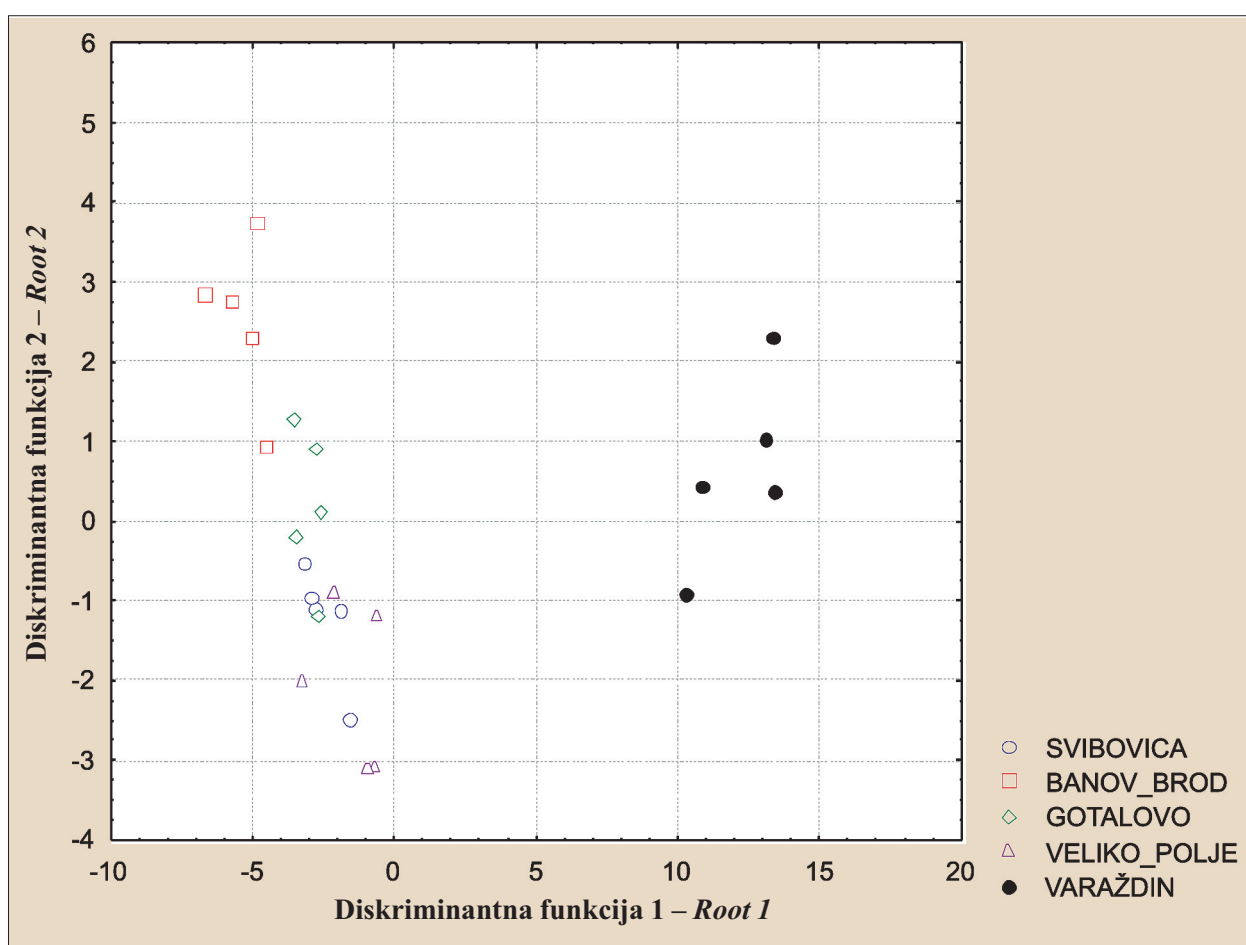
Table 5 Means of canonical variables.

Grupa Group	Diskr. funkcija 1 Root 1	Diskr. funkcija 2 Root 2	Diskr. funkcija 3 Root 3	Diskr. funkcija 4 Root 4
Svibovica	-2,4390	-1,2451	-0,8893	0,2849
Banov Brod	-5,3178	2,5013	0,5083	0,1168
Gotalovo	-2,9906	0,1745	-0,7143	-0,3583
Veliko Polje	-1,4840	-2,0622	1,0935	-0,0566
Varaždin	12,2316	0,6316	0,0017	0,0131

Tablica 6. Standardizirani koeficijenti kanoničkih varijabli.

Table 6 Standardized coefficients for the canonical variables.

Varijabla <i>Variable</i>	Diskr. funkcija 1 <i>Root 1</i>	Diskr. funkcija 2 <i>Root 2</i>	Diskr. funkcija 3 <i>Root 3</i>	Diskr. funkcija 4 <i>Root 4</i>
NPSV	8,251	-0,279	-0,834	-0,987
NPT	-8,373	1,046	0,971	0,869
PW1	-3,042	2,266	-0,648	1,113
BA	-0,743	0,384	0,925	0,255
LA	3,866	-2,042	0,549	-3,152
BL	-1,476	0,561	-0,576	2,178
Svojevstvena vrijednost <i>Eigenvalue</i>	48,747	3,122	0,688	0,056
Kumulativna proporcija <i>Cumul. Prop.</i>	0,926	0,985	0,998	1,000



Slika 4. Projekcija kanoničkih vrijednosti istraživanih populacija u prostor prvih dviju diskriminantnih funkcija.

Figure 4 Scatterplot of the canonical scores of researched populations for the first two discriminant functions.

5. RASPRAVA I ZAKLJUČAK – Discussion and Conclusion

Rezultati morfometrijske analize podataka ukazuju na činjenicu da su najvarijabilnija svojstva u istraživanim populacijama bila površina plojke (*LA*), duljina peteljke (*PL*) i bazalna asimetrija (*BA*). Slične rezultate dobiva i Zebec (2010) za cjelokupno područje rasprostranjenja nizinskog brijesta u Hrvatskoj, no vrijednosti koeficijenta varijabilnosti nešto su veće,

budući da je i područje obuhvaćeno istraživanjem bilo znatno veće, a time i heterogenije.

Analizom varijance (ANOVA) utvrđeno je postojanje statistički značajnih razlika u vrijednostima aritmetičkih sredina kompariranih svojstava na unutarpopulacijskoj i međupopulacijskoj razini za glavninu promatranih svojstava. Provedbom *post hoc* testiranja pomoću Fisherovih

multiplih testova (LSD) zaključeno je da se populacije Varaždin i Veliko Polje značajno razlikuju od ostalih populacija, kao i međusobno, i to za većinu istraživanih svojstava.

Primjenom multivarijatnih statističkih metoda (klasterska i diskriminantna analiza) dodatno je pojašnjen uzorak variranja i trend diferencijacije populacija, prethodno dobiven metodama deskriptivne statistike, odnosno analize varijance. Populacija Varaždin odlikuje se visokim koeficijentima varijabilnosti za gotove sve značajke, što ukazuje na njenu heterogenost. Nedvojbeno odvajanje populacije Varaždin od ostalih populacija, i to na vrlo visokoj razini, može se tumačiti ekološko-geografskim načelom. Specifičnost ove najsjevernije i geografski najudaljenije populacije je u području njena pridolaska, budući da ona, za razliku od ostalih populacija, ne pridolazi u šumi hrasta lužnjaka, već u zajednici bijele i crne topole (*Populetum nigroalbae* Slavnić 1952), za koju su karakteristični povišeni položaji u odnosu na ostale zajednice sveze *Salicion albae* Soó 1940, te naglašeni negativni utjecaj hidrotehničkih zahvata i agromelioracije.

Populaciju Veliko Polje karakterizira vrlo malen broj stabala (dvadesetak jedinki) koja pridolaze na agrobiotopu. Shodno tomu ovaj kompleks nije konkretno šumski, tako da u njemu nisu prisutni uravnoteženi uvjeti staništa, inače svojstveni starijim sastojinama. Ova populacija se odlikuje najmanjim dimenzijama listova, a male vrijednosti koeficijenta varijabilnosti za većinu svojstava ukazuju na uniformnost istraživanih svojstava. Upravo homogenost istraživanih svojstava,

kao i smanjena brojnost populacije (posljedica sječe i konverzije šumskog staništa u poljoprivrednu površinu) ukazuju na izvjesnost vegetativnog načina reprodukcije ove populacije.

Budući da su ekološki parametri područja istraživanih populacija Banov Brod, Svibovica i Gotalovo podjednaki, možemo zaključiti da utvrđena varijabilnost ne proizlazi iz različitosti ekoloških čimbenika (klima i tlo), već je najvjerojatnije uzrokovana izrazitom heterogenošću genetske baze svojiti unutar *U. minor* Mill. s. l. kompleksa općenito.

Iako iscrpnim istraživanjima nizinskog brijesta na području sjeverne i zapadne Europe postojanje regionalne strukture nije kategorički potvrđeno, budući da nije donesen konsenzus o morfološkim deskriptorima na vrsnoj i unutarvrsnoj razini, pitanje taksonomskog integriteta nizinskog brijesta ostaje i dalje otvoreno (Machon i sur. 1997, Hollingsworth i sur. 2000, Goodal-Copestake i sur. 2005).

Kako bi se donijeli kritičniji zaključci glede taksonomske delimitacije i diferencijacije svojiti unutar *U. minor* Mill. s. l. kompleksa na području Podravine, potrebno je kombinirati morfometrijske i molekularnobiološke metode istraživanja.

Ovim istraživanjem, temeljenom na morfometrijskoj analizi morfoloških značajki listova, izvršena je kvantifikacija varijabilnosti podravskih populacija nizinskog brijesta, čime je oformljena inicijalna baza za daljnje studije ove vrste na području Podravine.

6. ZAHVALA – Acknowledgement

Rad je izrađen u okviru projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa Republike Hrvatske pod naslovom „Varijabilnost i očuvanje genofonda plemenitih listača u Hrvatskoj“, te se zahvaljujemo na financijskoj

potpori. Veliku zahvalnost dugujemo svim djelatnicima šumarija UŠP Koprivnica, koji su nam olakšali pronalaženje stabala nizinskog brijesta na terenu.

6. LITERATURA – References

- Beraković, M., 1999: Utjecaj dravskih hidroelektrana na mikroklimu, Hrvatska vodoprivreda 76: 14–20.
- Bognar, A., 2001: Geomorfološka regionalizacija Hrvatske, Acta Geogr. Croatica, Vol. 34 (1999): 7–29.
- Coleman, M., 1998: The elm problem: a molecular and morphological case study, Disertacija, Edinburgh University and the Royal Botanic Garden Edinburgh.
- Collin, E., I. Bilger, G. Eriksson, J. Turok, 2000: The conservation of elm genetic resources in Europe, U: C. P. Dunn (ur.), The elms – breeding, conservation and disease management, J. Chapman and Hall, 281–293, New York.
- Collin, E., 2002: Strategies and guidelines for the conservation of the genetic resources of *Ulmus* spp. U: S. Borelli (ur.), Noble Hardwoods network: Report of the fourth and fifth meetings, International Plant Genetic Resources Institute, 50–67, Rome.
- Fu, L. K., 1980: Systematic study of the genus *Ulmus* in China, Journal of the North-eastern Forestry Institute 3: 1–40, Beijing.
- Goodal-Copestake, W. P., M. L. Hollingsworth, P. M. Hollingsworth, 2005: Molecular markers and ex situ conservation of the European elms (*Ulmus* spp.), Biological Conservation 122: 537–546.

- Gradečki, M., K., Poštenjak, B. Hrašovec, 1997: Početna istraživanja cvatnje i plodonošnja grupa poljskog brijesta (*Ulmus minor* Mill.) u istočnoj Hrvatskoj, Poster na 6. kongresu biologije Hrvatske, Opatija 1997.
- Hećimović, M., 1982: Vegetacija razreda *Quercetea-ileicis* Br.-Bl. 1947 na otoku Šipanu, Acta Bot. Croat. 41: 77–85.
- Hollingsworth, P. M., M. L. Hollingsworth, M. Coleman, 2000: The European elms – Molecular markers, population genetics, and biosystematics, U: C. P. Dunn (ur.), The elms – breeding, conservation and disease management, J. Chapman and Hall, 3–20, New York.
- Janjić, N., 1981: Raširenost i varijabilitet poljskog bresta u Bosni i Hercegovini. Radovi Šum. fak. i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, knjiga 26, svezak 1–2, 123 str., Sarajevo.
- Jureša, B., 1976: Sušenje hrasta, jasena i brijesta u razdoblju 1950–1974. na području ŠG “Hrast”, Vinkovci, Šumarski list Vol. 1–2: 61–66.
- Kamenjarin, J., 1996: Vascular flora of mount Kozjak above Split, Natura Croatica, Vol. 5 (2): 119–144.
- Machon, N., M. LeFranc, I. Bilger, S. J. Mazer, A. Sarr, 1997: Allozyme variation in *Ulmus* species from France: analysis of differentiation, Heredity 78: 12–20.
- Mackenthun, G., 1997: Zur Kenntnis der einheimischen Ulmen-Arten, Deutsche Dendrol. Gesellschaft, Kurzmitt. 62: 38–49.
- Marković, L.J., L.J. Ilijanić, G. Lukač, V. Hrašak, 1993: Kvalitativni sastav flore papratnjača i sjemenjača Nacionalnog parka Krka, Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 102 str., Zagreb.
- Mayer, B., 1992: Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju 20. stoljeća, U: Đ. Rauš (ur.), Šume u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Zagreb i “Hrvatske šume”, 19–32, Zagreb.
- McGarigal, K., S. Cushman, S. Stafford, 2000: Multivariate statistics for wildlife and ecology research, Springer Verlag, 283 str, New York.
- Melville, R., H. M. Heybroek, 1971: The Elms of the Himalaya. Kew Bull. 26: 3–28.
- Milović, M., 2000: Flora papratnjača i sjemenjača Šibenika i okolice, Magisterij, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb, 142 str.
- Milović, M., 2002: The flora of Šibenik and its surroundings, Natura Croatica, Vol. 11 (2): 171–223.
- Namvar, K., W. Spethmann, 1985: Waldbaumarten aus der Gattung *Ulmus*, AFZ 45: 1220–1225.
- Peh, Z., R. Šajn, J. Halamić, L. Galović, 2008: Multiple discriminant analysis of the Drava River alluvial plain sediments. Environmental Geology, Vol. 55 (7): 1519–1535.
- Pennington, T. D., J. Sarukhan, 1968: Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de Mexico, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 120–121, Mexico.
- Prpić, B., 1975: Posljedice promjene šumske fuitoklime u ekosustavu poplavne šume hrasta lužnjaka, JAZU, Centar za znanstveni rad Vinkovci, posebna izdanja, knjiga 2, 87–100.
- Prpić, B., 1996: Propadanje šuma hrasta lužnjaka. U: D. Klepac (ur.): Hrast lužnjak (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj, HAZU i “Hrvatske šume”, 273–298, Zagreb.
- Prpić, B., 2001: Utjecaj vodotehničkih zahvata na stabilnost sastojina hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) u Hrvatskoj u primjeru HE Novo Virje, Šum. list Vol. 7–8: 379–390.
- Režek, D., 2003: Hidroelektrane na Dravi, Građevinar, Vol. 55 (11): 647–653.
- Richens, R. H., 1955: Studies on *Ulmus* I, The range of variation of East Anglian elms, Watsonia 3: 138–153.
- Richens, R. H., 1958: Studies on *Ulmus*. II. The village elms of southern Cambridgeshire. Forestry 31: 132–146.
- Richens, R. H., 1976: Variation, cytogenetics and breeding of the European field elm (*Ulmus minor* Miller sensu latissimo = *U. carpinifolia* Suckow), Anali za šumarstvo, Annales Forestales 7: 107–145, Zagreb.
- Richens, R. H., 1983: Elm, Cambridge University Press, 347 str., Cambridge.
- Sokal, R. R., F. J. Rohlf, 1989: Biometry, Freeman and Co., 887 str., San Francisco.
- StatSoft, Inc. 2001: STATISTICA (data analysis software system), version 8.0.
- Stojković, M., 1995.: Propadanje poljskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sin. *Ulmus carpinifolia* Suckow) u bivšem prigorsko-zagorskom području, Šumarski list Vol. 5–6: 183–188.
- Špiranec, M., 1971: O prirastu nizinskog brijesta u mješovitim sastojinama, Šumarski list Vol. 1–2: 13–17.
- Špoljar, A., L. Čoga, V. Kušec, D. Kamenjak, I. Pavlović, I. Kvaternjak, 2008: Onečišćenost tala geografsko-botaničkog rezervata Đurđevački pijesci teškim kovinama, Agronomski glasnik, Vol. 70 (1): 3–19.

- Trinajstić, I., 1991: Prilog poznavanju flore otoka Dugog, Acta Bot. Croat. 50: 121–127.
- Vukelić, J., D. Baričević, 1998: Sukcesija šumskih zajednica na području sušenja hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, U: B. Prpić (ur.), Održivo gospodarsko korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša, Hrvatsko šumarsko društvo Zagreb i EURONATUR, 23–37, Zagreb.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj, Šumarski fakultet Zagreb, 310 str., Zagreb.
- Vukelić, J., S. Mikac, D. Baričević, D. Bakšić, R. Rosavec, 2008: Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj, Državni zavod za zaštitu prirode, 263 str., Zagreb.
- WinFOLIA™, 2001: Regent Instruments Inc., Quebec, Canada, version PRO 2005b.
- Zebec, M., 2010: Morfologija i varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. *sensu latissimo*) u Hrvatskoj, Disertacija, Šumarski fakultet Zagreb.
- Zlatarić, B., 1952: Forme nizinskog brijesta, njegovo rasprostranjenje i šumsko-uzgojno značenje kod nas, Manuskript, Zagreb.

SUMMARY: Due to the Dutch elm disease elms (Ulmus L.) have been categorized as a threatened genus within European flora, so that the protection of their genetic resources has been set as the main goal of many multilateral European projects. Due to exceptional sensitivity to the Dutch elm disease, as well as the high variability of morphological features, special emphasis in these studies has been put on the research of morphological and genetic variability of the European field elm, as well as the delimitation of species within U. minor Mill. sensu latissimo complex. The taxonomic structure of this complex, despite very intensive research, including combining of morphometric and molecular-biological methods, still represents an unknown.

In Croatia, the field elm appears in very different ecological conditions, and it is assumed that populations, especially the ones from climatically contrasting and geographically remote stands, differ from each other.

*Croatian Drava River valley is a place of exceptional natural value and very high biological and landscape diversity. This area is protected by law by establishing Regional Park Mura-Drava, which is a part of the future Mura-Drava-Danube Biosphere Reserve. Along the Drava River banks, numerous anthropogenic activities took place (gas and oil exploitation, hydroelectric power plants, hydroregulation by building of dams and canals, excavating of sand and gravel from river bed). These activities resulted in changes in water relations and caused tree dieback in lowland forest ecosystems, which had drastic negative impact on biodiversity of this area. As a consequence of above mentioned activities, the field elm (*Ulmus minor* Mill. *sensu latissimo*) is threatened twofold. First - by negative human impact and second - by Dutch elm disease.*

*Therefore, in this study the variability of five field elm populations (*Ulmus minor* Mill. *sensu latissimo*) from Drava River valley, Northwest Croatia has been researched: Banov Brod, Gotalovo, Svibovica, Varaždin and Veliko Polje (Figure 1). Morphometric research of the intra- and interpopulational variability was done on the basis of 10 morphological leaf traits (Figure 2). Descriptive statistics and multivariate methods were used. It was concluded that the analysed morphological traits were very variable. The variability coefficient for populations in total varied from 17,63 % for number of primary teeth in the subapical region to 52,94 % for the leaf base asymmetry (Table 1). There were significant differences among trees within populations and among populations for all measured leaf traits (Tables 2 and 3), except for two traits*

on populational level: leaf blade length, measured along the shorter side of lamina, starting from the leaf base to the point of maximum leaf breadth (PMPW) and leaf blade width at 90 % of leaf blade length, measured along the shorter side of lamina (PW2). Intrapopulational variability was higher than the interpopulational one (Table 4), except for the following traits: number of secondary and tertiary veins in the subapical region of the leaf (NPSV) and petiole length (PL). According to the results of discriminant and cluster analysis (Tables 5 and 6, Figures 3 and 4), the most similar populations were Svibovica, Gotalovo and Banov Brod. Populacija Veliko Polje differed from other four populations due to strong negative antropogenic influence on its variability. Differentiation of the northernmost population Varaždin can be explained through its geographical position and specific habitat.

The results of this study form an initial base for further research of the field elm in Croatian Drava River valley, where in order to preserve genetic resources of this species, combined morphometric and molecular survey approach is required.

Key words: *Ulmus minor* Mill. *sensu latissimo*, morphometric variability, Drava River valley