

MEĐUODNOS SVOJSTAVA RASTA I KVALITETE DRVA NA POKUSNOJ PLOHI ARIŠA

THE RELATIONSHIP OF GROWTH CHARACTERISTICS AND WOOD QUALITY ON THE EXPERIMENTAL PLOT OF LARCH

Mirzeta MEMIŠEVIĆ HODŽIĆ^{1*}, Sulejman SINANOVIĆ¹, Dalibor BALLIAN^{1,2,3}

SAŽETAK

Europski ariš (*Larix decidua* Mill.) pokazao je vrlo dobar rast i prilagodljivost ekološkim uvjetima u Bosni i Hercegovini. Cilj istraživanja je utvrditi varijabilnost morfoloških svojstava ariša na pokusnoj površini kod Kaknja, te varijabilnosti u početku osržavanja, kao i postojanje korelacija između ovih svojstava.

U sjemenskoj sastojini ariša, osnovanoj sadnicama starosti 2+0 1979. godine, napravljena je trajna pokusna površina od 0,45 hektara i na njoj su mjerene visine i promjeri stabala 2002. i 2020. godine, te izračunate temeljnica i volumen. Stabla su 2020. godine bušena na prsnoj visini Preslerovim svrdlom kako bi se odredio udio osrženosti. Izračunate su prosječne vrijednosti svih svojstava. Zatim je odabrano po deset, pet i jedno najbolje stablo po svojstvima promjera, visine, temeljnica, volumena i izračunate razlike između prosječnih vrijednosti za deset stabala i ukupnog prosjeka, prosjeka za pet stabala i ukupnog prosjeka te razlike između maksimalnih i prosječnih vrijednosti za istraživana svojstva. Također je izračunavat Pearsonov koeficijent korelacije između svih istraživanih svojstava.

Prosječan promjer stabala starih 41 godinu bio je 24,6 cm, prosječna visina 21,8 m. Rezultati istraživanja osrženosti pokazali su da ariš prosječno počinje osržavati pri starosti od 14 godina. Pearsonov koeficijent korelacije za 2020. godinu pokazuje da postoji negativna korelacija između početka osržavanja prema svim ostalim svojstvima, odnosno stabla koja ranije osržavaju imaju veće vrijednosti svojstava rasta.

Rezultati će biti korišteni u procesima individualne selekcije ariša sa dobrim visinskim i debljinskim prirastom i ranim osržavanjem.

KLJUČNE RIJEČI: evropski ariš, morfološka svojstva, osržavanje, selekcija

UVOD INTRODUCTION

U Bosni i Hercegovini postoji velik potencijal u šumskim zemljištima koji je neiskorišten. Većinom se ta šumska staništa nalaze pod niskim šumama i šikarama, a u pitanju su najkvalitetnija staništa koja bi se mogla prevesti u nasade brzorastućih vrsta. Planirano je da se oko 10 % tih površina prevede u nasade alohtonih vrsta visokih prirasnih mogućnosti, što je zagovarao Pintarić (2000). Ovaj plan ispunjen je samo djelomično, te danas imamo zanemarive površine

pod tim vrstama, ali nam mogu poslužiti kao smjernice za daljnji rad na povećanju proizvodnosti i kvalitetnoj strukturi šuma.

Jedna od vrsta koja ima u tim aktivnostima važno mjesto je europski ariš (*Larix decidua* Mill.), a raste u srednjoj Europi u visokim planinskim predjelima (Alpe, Sudeti i Karpati), a u nizinama se nalazi samo u južnoj Poljskoj (Świętokrzyskie Mountains) (Matras i Pâques 2008). Njegov prirodni areal prostire se na oko 500 000 ha i rasprostranjenost mu je fragmentirana, ali je sađen daleko izvan njegovog izvornog područja, osobito u zapadnoj Europi

¹ Dr. sc. Mirzeta Memišević Hodžić, MA šumarstva Sulejman Sinanović, Prof. dr. sc. Dalibor Ballian, Šumarski fakultet Sarajevo, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo, Bosna i Hercegovina, *m.memisevic-hodzic@sfsa.unsa.ba, sule.sin995@gmail.com, d.ballian@sfsa.unsa.ba

² Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Bistrik 7, 71000 Sarajevo

(Matras i Pâques 2008). Zajedno s japanskim i hibridnim arišom, plantaže europskog ariša danas nalazimo na preko 500 000 ha (Matras i Pâques 2008).

Europski ariš ima visoku razinu genetske varijabilnosti za većinu šumskouzgojnih svojstava između i unutar populacija (Matras i Pâques 2008). Međunarodni provenijencijski pokusi ukazali su na najbolje populacije ariša u smislu uzgojne kakvoće, te su se kao najbrže rastuće pokazale populacije sa Sudeta i iz središnje Poljske, dok su alpske populacije najsporiye rasle (Matras i Pâques 2008). Populacije iz središnje Europe (Sudeti i Središnja Poljska) pokazali su također najveću stabilnost u svim okolišima, čak i u ekološki kontrastnim uvjetima, dok su se populacije jugozapadnog alpskog ariša dobro pokazale samo na mjestima s visokim nadmorskim visinama (Matras i Pâques 2008).

Posebno je cijenjena pojava osrženosti kod ariša, poznata kao "krvavi ariš", (Jovanović 2000; Vidaković i Franjić 2004). Pojava osrženosti, odnosno promjene boje središnjeg dijela debla je posljedica fizioloških procesa koji se odvijaju tijekom života stabla gdje središnji dio debla postepeno gubi fiziološku funkciju, dolazi do gubljenja provodne funkcije stanica, lumeni stanica se ispune smolom i eteričnim uljima (Gurda, 1999).

Vrijeme početka osržavanja je vrlo promjenljivo i nije stalna karakteristika vrste, a širina bjeljike i srži kod iste starosti stabla uvjetovana je vrstom drveta, genetskim osobinama, starošću, zdravstvenim stanjem, kvalitetom staništa, klimom i sklopom (Gurda, 1999). Necesany (1965) navodi da je osržavanje svojstvo koje je pod visokom genetskom kontrolom. Istraživanje osrženosti ariša kod različitih provenijencija u provenijencijskom testu Batalovo brdo u Bosni i Hercegovini proveli su Ballian i sur. (2009), te utvrdili statistički značajne razlike između provenijencija.

Radna hipoteza je da postoji korelacija između svojstava rasta i osržavanja kod ariša. Ciljevi ovog istraživanja su istražiti postojanje varijabilnosti morfoloških svojstava (visina, promjer, temeljnica, volumen) ariša u nasadu Mokre njive kod Kaknja, pojave osržavanja, te postojanje korelacije između svojstava rasta i osržavanja. Rezultati istraživanja bit će korišteni u procesu oplemenjivanja ariša u Bosni i Hercegovini.

MATERIJAL I METODE MATERIAL AND METHODS

U ovom istraživanju korišten je materijal s pokusne površine unutar sjemenske sastojine ariša kod Kaknja. Sjemenska sastojina ariša nalazi se u GJ Donja Ribnica – Zgošća, odjelu 26, odsjek 3, na površini od 3,1 ha. Teren je blago strm do 8%, ekspozicija sjeveroistočna, prosječna nadmorska visina 880 m, geološka podloga pješčari, duboko smeđe zemljište. Minimalna temperatura -23°C, maksimalna 34°C, srednja 10,3°C, srednjeg vegetacijskog perioda 16,6°C. Padaline ukupne 804 mm, u vegetacijskom periodu 416 mm. Vjetar

obično sjeverni/sjeverozapadni, u proljeće južni (jugo) veće snage (Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu 2002).

Sastojina je osnovana 1979. godine sadnjom u razmaku 2 x 2 m sa sadnicama starosti 2+0. Sjeme je bilo komercijalno te podaci o porijeklu nisu poznati.

U sjemenskoj sastojini je napravljena jedna trajna pokusna površina od ukupno 0,45 hektara (90 m x 50 m). Izbor pokusne površine izvršen je nakon obilaska sjemenske sastojine tako da reprezentira prosjek sjemenskog objekta. Površina pokusne površine je trajno obilježena. Trenutno je na pokusnoj površini 221 stablo. Prva terenska mjerenja na pokusnoj površini vršena su 2002., a druga 2020. godine. U obje izmjere na svim stablima izmjerene su visine i promjeri stabala, a u ovom radu tretirane su samo vrijednosti za stabla koja su izmjerena i 2002. i 2020. godine. Visine su mjerene pomoću visinomjera sa tačnošću 0,1 m, a prečnici pomoću digitalne prečnice s tačnošću 0,1 cm. Temeljnica i volumen izračunate po formulama:

$$\text{Temeljnica (m}^2\text{): } G = \frac{d_{1,30}^2 \times \pi}{4}$$

$$\text{Volumen (m}^3\text{): } V = \frac{G \times H}{3}$$

gdje je $d_{1,30}$ – promjer na prsnoj visini, H – visina stabla.

Stabla su 2020. godine bušena na prsnoj visini Preslerovim svrdlom kako bi se odredio udio osrženosti, odnosno bjeljike. Godina početka osržavanja izračunata je tako što je od ukupne starosti (41 god) oduzet broj godina u bjeljici.

Prosječne vrijednosti promjera, visine, temeljnice i volumena izračunate su korištenjem Excela 2016. Zatim je selekcionirano deset stabala s najvećim vrijednostima za svojstvo promjera, visine, temeljnice i zapremine, te izračunat prosjek za deset stabala, a zatim izračunata razlika između prosječne vrijednosti za deset stabala i ukupne prosječne vrijednosti. Isti postupak ponovljen je za pet stabala s najvećim vrijednostima, a također je izračunata i razlika između najviših vrijednosti i prosječnih vrijednosti. U drugom dijelu izračunat je Pearsonov koeficijent korelacije između istraživanih svojstava u 2002. godini, korelacije između istraživanih svojstava u 2020. godini, te korelacije između istraživanih svojstava između 2002. i 2020. godine. Računanje korelacija između svojstava obuhvatilo je samo stabla koja su bila prisutna na plohi i 2020. godine, a korišten je program SPSS 20.0.

REZULTATI RESULTS

Rezultati deskriptivne analize za svojstva promjera, visine, temeljnice, volumena i osržavanja – Results of the descriptive analysis for the properties of diameter at breast height, height, basal area, volume, and heartwood formation

U tablici 1 prikazane su prosječne, minimalne i maksimalne vrijednosti promjera, visine, temeljnice, volumena i vremena osržavanja po godinama (2002. i 2020. godina)

Tablica 1. Rezultati deskriptivne analize za sva stabla**Table 1.** Results of descriptive analysis for all trees

Godina/ Year	Vrijednost / Value	Prsni promjer / Breast height diameter (cm)	Visina / Height (m)	Temeljnica / Basal area (m ²)	Volumen / Volume (m ³)	Početak osržavanja (godina) / Start of coring (year)
2002	Prosjeak/Average	15,5	18,2	0,0200	0,1280	-
	Minimum	5,0	11,0	0,0020	0,0078	-
	Maksimum	26,0	24,0	0,0530	0,4250	-
	Standardna devijacija/Std.dev.	4,3	2,1	0,0106	0,0784	-
2020	Prosjeak/Average	24,6	21,8	0,049899	0,374475	13,9
	Minimum	10,0	15,0	0,007850	0,039250	6,0
	Maksimum	36,6	27,0	0,105155	0,911347	32,0
	Standardna devijacija/Std.dev.	5,4	2,3	0,020768	0,184158	5,4

U tablici 2 prikazano je 30 stabala s najvećim promjerima i visinama u 2002. i 2020. godini, kako bi se izdvojila stabla čija su svojstva visina i promjera iznadprosječna, a time i vrijednosti temeljnica i volumena.

Kao što je vidljivo u tablici 2, došlo je do preticanja stabala po pitanju prsnog promjera od 2002. do 2020. godine. Stablo koje je imalo najveći promjer 2002. godine (stablo 30), imalo je najveći promjer i 2020. godine. Stablo 291 bilo je

Tablica 2. Trideset stabala s najvećim prsnim promjerima i visinama u 2002. i 2020. godini**Table 2.** Thirty trees with highest breast height diameters and heights in 2002 and 2020

R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Prsni promjer 2002. / Breast height diameter 2002. (cm)	Stablo broj / Tree number	Prsni promjer 2020. / Breast height diameter 2020. (cm)	Stablo broj / Tree number	Visina 2002. / Height 2002. (m)	Stablo broj / Tree number	Visina 2020. / Height 2020. (m)
1.	30	26,0	30	36,6	65	24,0	261	27,0
2.	65	26,0	136	36,6	30	23,0	242	26,7
3.	242	26,0	495	35,9	117	23,0	386	26,1
4.	136	25,0	65	35,8	136	23,0	30	26,0
5.	173	25,0	387	35,0	242	23,0	101	26,0
6.	53	24,0	72	34,8	461	23,0	136	26,0
7.	56	24,0	53	34,6	48	22,0	191	25,8
8.	117	24,0	284	34,0	53	22,0	250	25,8
9.	266	24,0	501	33,6	56	22,0	93	25,6
10.	291	24,0	266	33,2	72	22,0	65	25,5
11.	361	24,0	361	33,2	173	22,0	284	25,5
12.	366	24,0	35	32,8	250	22,0	53	25,4
13.	477	24,0	261	32,8	261	22,0	328	25,4
14.	501	24,0	328	32,7	266	22,0	361	25,3
15.	3	23,0	173	32,6	280	22,0	387	25,2
16.	9	23,0	242	32,6	291	22,0	455	25,2
17.	26	23,0	250	32,5	328	22,0	381	25,1
18.	52	23,0	455	32,5	332	22,0	400	25,1
19.	93	23,0	395	32,2	353	22,0	454	25,0
20.	100	23,0	84	31,7	361	22,0	173	24,9
21.	9	23,0	208	31,7	366	22,0	190	24,9
22.	184	23,0	291	31,7	455	22,0	186	24,7
23.	3	23,0	353	31,6	465	22,0	332	24,7
24.	93	23,0	375	31,6	36	21,0	462	24,6
25.	100	23,0	443	31,5	93	21,0	72	24,5
26.	52	23,0	477	31,2	100	21,0	366	24,5
27.	197	23,0	228	31,1	111	21,0	495	24,5
28.	241	23,0	26	31,0	114	21,0	353	24,4
29.	250	23,0	241	30,6	184	21,0	375	24,4
30.	353	23,0	422	30,5	228	21,0	46	24,3

Tablica 3: Trideset stabala s najvećim temeljnicama i volumenima u 2002. i 2020. godini

Table 3: Thirty trees with highest values of basal area and volume in 2002. and 2020.

R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Temeljnica / Basal area 2002. (m ²)	Stablo broj / Tree number	Temeljnica / Basal area 2020. (m ²)	Stablo broj / Tree number	Volumen / Volume 2002. (m ³)	Stablo broj / Tree number	Volumen / Volume 2020. (m ³)
1	30	0,053066	30	0,10516	65	0,424528	30	0,911347
2	65	0,053066	136	0,10516	30	0,406839	136	0,911347
3	242	0,053066	495	0,10117	242	0,406839	65	0,855174
4	136	0,049063	65	0,10061	136	0,376146	495	0,826235
5	173	0,049063	387	0,09616	173	0,359792	387	0,807765
6	24	0,045216	72	0,09507	117	0,346656	53	0,795672
7	53	0,045216	53	0,09398	53	0,331584	72	0,776378
8	56	0,045216	284	0,09075	56	0,331584	284	0,771341
9	117	0,045216	501	0,08862	266	0,331584	261	0,760081
10	266	0,045216	266	0,08653	291	0,331584	242	0,742497
11	291	0,045216	361	0,08653	361	0,331584	361	0,729701
12	361	0,045216	35	0,08445	366	0,331584	250	0,713074
13	366	0,045216	261	0,08445	477	0,316512	328	0,710686
14	477	0,045216	328	0,08394	501	0,316512	501	0,708987
15	501	0,045216	173	0,08343	250	0,304528	266	0,697975
16	3	0,041527	242	0,08343	353	0,304528	455	0,696491
17	9	0,041527	250	0,08292	24	0,301440	173	0,692441
18	26	0,041527	455	0,08292	36	0,290686	395	0,656562
19	36	0,041527	395	0,08139	93	0,290686	353	0,637547
20	52	0,041527	84	0,07888	100	0,290686	375	0,637547
21	93	0,041527	208	0,07888	184	0,290686	35	0,627771
22	100	0,041527	291	0,07888	241	0,290686	208	0,617924
23	184	0,041527	353	0,07839	72	0,278623	291	0,615294
24	197	0,041527	375	0,07839	261	0,278623	386	0,614655
25	241	0,041527	443	0,07789	280	0,278623	477	0,598584
26	250	0,041527	477	0,07642	328	0,278623	332	0,597300
27	353	0,041527	228	0,07593	9	0,276843	443	0,597169
28	387	0,041527	26	0,07544	26	0,276843	454	0,588750
29	422	0,041527	241	0,07350	52	0,276843	228	0,582099
30	15	0,037994	422	0,07302	197	0,276843	46	0,579921

na 10. mjestu po veličini promjera u 2002. godini, a na 20. mjestu u 2020. godini. U prvih 20 stabala u 2020. godini ostalo je 9 stabala od prvih 20 u 2002. godini. Interesantno je stablo broj 495 koje na mjerenju 2002 nije bilo u prvih 30, dok je na mjerenju 2020 došlo na 3. mjesto. Interesantno će biti pratiti dalju dinamiku rasta, uz napomenu da je došlo do promjene položaja stabala s obzirom na izvršenu prorjedu.

Najveću visinu 2002. godine imalo je stablo broj 65, koje se 2020. godine našlo na desetom mjestu. Najveću visinu 2020. godine imalo je stablo 261, koje se 2002. godine nalazilo na 13. mjestu.

Povećanje promjera i visine uzrokuje i povećanje temeljnice i volumena. U tablici 3 prikazano je 30 stabala s najvećim vrijednostima temeljnice i volumena u 2002. i 2020. godini.

Kao što je vidljivo iz tablice 3, došlo je do promjene poretkta stabala po pitanju temeljnice od 2002. do 2020. godine.

Stablo koje je imalo najveću temeljnicu 2002. godine, stablo 30, imalo je najveću temeljnicu i 2020. godine. Stablo 65 2002. godine bilo je na drugom, a 2020. na četvrtom mjestu. Stablo 242 bilo je na trećem mjestu po veličini temeljnice u 2002. godini, a na 16. mjestu u 2020. godini. U pogledu volumena, također je došlo do preticanja, te je stablo 65 bilo na prvom mjestu po veličini volumena 2002. godine, a na trećem mjestu 2020. godine. Stablo broj 30 je 2002. godine bilo prvo, a 2020. godine drugo.

Pored vrijednosti promjera i visine, odnosno temeljnice i volumena, vrijeme osržavanja je vrlo važno svojstvo kod ariša.

U tablici 4 prikazano je 30 stabala koja najranije osržavaju.

Najranije osržava stablo broj 495, zatim 443, dok veći broj stabala koja su rangirana među prvih 30 osržava nakon 8, 9 i 10 godina. Među 30 stabala s najvećim prsnim promjekom i 30 stabala sa najranijim osržavanjem nalazi se 11 zajedničkih stabala (30, 35, 65, 84, 136, 173, 375, 387, 443,

Tablica 4. Vrijeme osržavanja 30 stabala sa najranijim osržavanjem**Table 4.** Beginning of coring in the 30 trees with the earliest coring

R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Početak osržavanja (starost-godine) / Beginning of coring (age-years)	R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Početak osržavanja (starost-godine) / Beginning of coring (age-years)	R. b. / No	Stablo broj / Tree number	Početak osržavanja (starost-godine) / Beginning of coring (age-years)
1.	495	6	11.	65	9	21.	375	9
2.	443	7	12.	93	9	22.	387	9
3.	43	8	13.	104	9	23.	400	9
4.	46	8	14.	122	9	24.	450	9
5.	78	8	15.	129	9	25.	478	9
6.	84	8	16.	136	9	26.	10	10
7.	150	8	17.	141	9	27.	30	10
8.	245	8	18.	173	9	28.	35	10
9.	454	8	19.	212	9	29.	70	10
10.	455	8	20.	227	9	30.	163	10

455, 495). Također među 30 stabala s najvećom visinom i 30 stabala s najranijim osržavanjem nalazi se 12 zajedničkih stabala (30, 46, 65, 93, 136, 173, 375, 387, 400, 454, 455, 495). Na kraju između 30 stabala s najvećim prsnim promjerom, najvećom visinom i najranijim osržavanjem nalazi se 8 zajedničkih stabala (30, 65, 136, 173, 375, 387, 455, 495).

Rezultati razlika između prosječnih vrijednosti analiziranih svojstava i prosječnih vrijednosti za 10 najboljih, 5 najboljih i jedno najbolje stablo prikazani su u tablicama 5-8.

Dobijeni rezultati pokazuju da je razlika između promjera najdebljeg stabla i prosječnog promjera svih stabala 12,2 cm (50,0%), odnosno 11,6 cm (47,5%) između prosječnog promjera za pet najdebljih stabala i prosječnog promjera svih stabala, te 10,61 cm (43,5%) između prosječnog promjera za deset najdebljih stabala i prosječnog promjera svih stabala.

Dobijeni rezultati pokazuju da je razlika između visine najvišeg stabla i prosječne visine svih stabala 5,1 m (23,3 %), odnosno 4,5 m (20,4 %) između prosječne visine za pet naj-

Tablica 5: Razlika u prsnim promjerima pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine**Table 5:** The difference in breast height diameters at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječan prsni promjer / Average diameter at breast height (cm)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (cm)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	24,4	–	–
10 najdebljih stabala 10 thickest trees	35,0	10,6	43,5
5 najdebljih stabala 5 thickest trees	36,0	11,6	47,5
Najdeblje stablo The thickest tree	36,6	12,2	50,0

Tablica 6: Razlika u visinama pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine**Table 6:** The difference in heights at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječna visina / Average height (m)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (m)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	21,9	–	–
10 najviših stabala 10 highest trees	26,1	4,2	19,0
5 najviših stabala 5 highest trees	26,4	4,5	20,4
Najviše stablo The highest tree	27,0	5,1	23,3

Tablica 7: Razlika u temeljnicama pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine

Table 7: The difference in basal area at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječna temeljnica / Average basal area (m ²)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (m ²)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	0,0385	–	–
10 najdebljih stabala 10 thickest trees	0,0783	0,0398	103,3
5 najdebljih stabala 5 thickest trees	0,0834	0,0449	116,6
Najdeblje stablo The thickest tree	0,0873	0,0488	126,7

Tablica 8: Razlika u zapreminama pri različitim intenzitetima selekcije 2020. godine

Table 8: The difference in volume at different selection intensities in 2020.

Intenzitet selekcije / Intensity of selection	Prosječni volumen / The average volume (m ³)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (m ³)	Razlika u odnosu na prosjek / The difference from the average (%)
Sva stabla na pokusnoj površini All trees on the plot	0,2940	–	–
10 najvoluminoznijih stabala 10 the most voluminous trees	0,6614	0,3674	124,9
5 najvoluminoznijih stabala 5 the most voluminous trees	0,7409	0,4468	152,0
Najvoluminoznije stablo The thickest tree	0,7567	0,4626	157,3

Tablica 9. Korelacije između svojstava ariša na pokusnoj površini u 2002. godini

Table 9. Correlations among larch traits in the experimental plot in 2002.

Svojstvo / Trait	Korelacije / Correlation	Prsni promjer / Breast height diameter 2002.	Visina / Height 2002.	Temeljnica / Basal area 2002.	Volumen / Volume 2002.
Prsni promjer / Breast height diameter 2002.	Pearson Correlation	1	0,853**	0,992**	0,976**
	Sig. (2-tailed)		0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Visina / Height 2002.	Pearson Correlation	0,853**	1	0,844**	0,879**
	Sig. (2-tailed)	0,000		0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Temeljnica / Basal area 2002.	Pearson Correlation	0,992**	0,844**	1	0,993**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000
	N	221	221	221	221
Volumen / Volume 2002.	Pearson Correlation	0,976**	0,879**	0,993**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	
	N	221	221	221	221

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

viših stabala i prosječne visine svih stabala, te 4,2 m (19,0%) između prosječne visine za deset najviših stabala i prosječne visine svih stabala.

Dobijene razlike u temeljnici su 0,0488 m² (126,7%) za jedno najdeblje stablo, odnosno 0,0449 m² (116,6%) za pet ili 0,0398 m² (103,3%) za deset najdebljih stabala.

Dobijene razlike u volumenu su 0,4626 m³ (157,3%) za jedno najvoluminoznije stablo, odnosno 0,4468 m³ (152,0%) za pet ili 0,3674 m³ (124,9%) za deset najvoluminoznijih stabala.

Rezultati za korelacije svojstava ariša na pokusnoj površini – Results for correlations of properties of larch on the experimental area

Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije svojstava u 2002. godini prikazani su u tablici 9.

Kao što pokazuju rezultati Pearsonovog koeficijenta u tablici 5, postoji visoka pozitivna korelacija između promjera i visine u 2002. godini, što znači da stabla s dobrim visinskim prirastom imaju i dobar debljinski prirast. Posljedično je statistički visoko značajna i korelacija između promjera

Tablica 10. Korelacije između svojstava ariša na pokusnoj površini u 2020. godini**Table 10.** Correlations among larch traits on the experimental plot in 2020.

Svojstvo / Trait	Korelacije / Correlation	Širina bjeljike / Sapwood width 2020.	Početak osržavanja / Beginning of coring	Prsni promjer / Breast height diameter 2020.	Promjer srži / Heartwood diameter 2020.	Visina / Height 2020.	Temeljnica / Basal area 2020.	Volume / Volume 2020.
Širina bjeljike / Sapwood width 2020.	Pearson Correlation	1	-0,227**	0,536**	0,447**	0,427**	0,433**	0,436**
	Sig. (2-tailed)		0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Početak osržavanja / Beginning of coring	Pearson Correlation	-0,227**	1	-0,554**	-0,560**	-0,414**	-0,546**	-0,526**
	Sig. (2-tailed)	0,001		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Prsni promjer / Breast height diameter 2020.	Pearson Correlation	0,536**	-0,554**	1	0,995**	0,776**	0,983**	0,967**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Promjer srži / Heartwood diameter 2020.	Pearson Correlation	0,447**	-0,560**	0,995**	1	0,771**	0,990**	0,972**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	222	222	222	222	222	222	222
Visina / Height 2020.	Pearson Correlation	0,427**	-0,414**	0,776**	0,771**	1	0,751**	0,813**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Temeljnica / Basal area 2020.	Pearson Correlation	0,433**	-0,546**	0,983**	0,990**	0,751**	1	0,990**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	221	221	221	221	221	221	221
Volume / Volume 2020.	Pearson Correlation	0,436**	-0,526**	0,967**	0,972**	0,813**	0,990**	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	221	221	221	221	221	221	221

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

i temeljnice i promjera i volumena, visine i temeljnice i visine i volumena, kao i između temeljnice i volumena.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije svojstava u 2020. godini prikazani su u tablici 10.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta u tablici 10 pokazuju da postoji negativna korelacija između početka osržavanja prema svim ostalim svojstvima, tj. promjeru, visini, temeljnici, volumenu, što znači da stabla koja rano počinju osr-

žavati (broj godina kad počinje osržavanje je manji) imaju dobar visinski i debljinski prirast (visine i promjeri su veći), a posljedično veću temeljnicu i volumen.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta korelacije svojstava ariša u 2002. i 2020. godini prikazani su u tablici 11.

Kako je vidljivo u tablici 11, postoji statistički značajna korelacija između vrijednosti svojstava u 2002. i 2020. godini na razini $p < 0,01$.

Tablica 11. Korelacije između svojstava ariša na pokusnoj površini između 2002. i 2020. godine**Table 11.** Correlations among larch traits on the experimental plot between 2002. and 2020.

Svojstvo / Trait	Korelacije / Correlations	Prsni promjer / Breast height diameter 2020.	Visina / Height 2020.	Temeljnica / Basal area 2020.	Volumen / Volume 2020.
Prsni promjer / Breast height diameter 2002.	Pearson Correlation	0,843**	0,671**	0,844**	0,832**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Visina / Height 2002.	Pearson Correlation	0,747**	0,734**	0,750**	0,770**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Temeljnica / Basal area 2002.	Pearson Correlation	0,841**	0,669**	0,856**	0,851**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221
Volumen / Volume 2002.	Pearson Correlation	0,839**	0,690**	0,862**	0,865**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000
	N	221	221	221	221

DISKUSIJA DISCUSSION

Rezultati ovog istraživanja svojstava rasta pokazali su da je u periodu između 2002. i 2020. godine došlo do preticanja stabala na pokusnoj površini. Pintarić (2000) u istraživanju uspijevanja provenijencija ariša u Bosni i Hercegovini, navodi da se razlike između provenijencija sa starošću smanjuju.

Rezultati istraživanja pokazali su statistički značajne korelacije između debljinskog i visinskog prirasta sa osržavanjem kao svojstvom koje se izuzetno cijeni, odnosno da stabla sa boljim prirastom imaju i veći kvalitet, odnosno ranije počinju osržavati, dok Pintarić (2000) navodi da provenijencije koje najbolje prirašćuju nisu najbolje po kvaliteti. Pozitivnu korelaciju između rasta i promjera srži (veća visina i veći promjer se javljaju istovremeno sa većim promjerom srži) utvrdili su kod primorskog bora (Pinto i sur., 2004; Knapic i Pereira, 2005), kod *Eucalyptus globulus* (Gominho i Pereira, 2000, 2005.) i kod *Larix decidua* Miller (Leibundgut, 1983, u: Knapic i dr. 2006).

Rezultati ovog istraživanja pokazali su da su stabla počela osržavati najranije sa 6 godina. Pojavu osržavanja ariša su istraživali Ballian i dr. (2009) na testu provenijencija ariša u Bosni i Hercegovini. Rezultati su pokazali da najranije osržavanje počinje kod provenijencije 59-2 s prosjekom 9,7 godina, a utvrđena je i individualnu varijabilnosti unutar pojedinih provenijencija, te da pojedine jedinke već u 4. godini osržavaju, što ostavlja veliku mogućnost za individualnu selekciju (Ballian i dr. 2009). Nawrot i dr. (2008) su također utvrdili korelacije između brzine formiranja srži i socijalnog položaja stabala u sastojini, starosti stabala, tipa šumskog staništa i visine stabala. Najveća korelacija utvrđena je između srži i radijusa stabla. Wang i dr. (2010) također su utvrdili korelacije između radijusa srži, širine bjeljike, površine bjeljike, volumen srži i bjeljike i prsnog promjera stabla ili promjera ksilema kod više vrsta drveća u Kini. Kvantitativni odnos srži i bjeljike u stablima drveća ovisi ponajprije o starosti stabala, klimatskim i zemljišnim uvjetima, visini na kojoj se analizirani presjek stabljike nalazi i veličini krošnje (Duda i Pazdrowski 1975, u Nawrot 2008). Pâques (2001) istraživao je genetsku varijabilnost za obim srži/bjeljike u ariša. Sadržaj srčevine i, u manjoj mjeri, bjeljike, bili su pozitivno povezani s rastom promjera Pâques (2001). Pâques (2001) navodi da pravilan odabir vrste (japanski naspram europskog ariša), porijekla (srednjoeuropske populacije ariša radije nego alpski) ili hibridnih potomaka ili klonova ariša mogu dovesti do značajnih kombiniranih genetskih dobitaka za oba svojstva, tj. sadržaj srži i rast. Pazdrowski i dr. (2007) utvrdili su pozitivnu korelaciju između udjela srži u stablu i promjera na prsnoj visini, kao i između udjela srži i visine stabala. U istraživanju alometrije srži i bjeljike kod sedam vrsta drveća u Kini uključujući dahurski ariš (*Larix gmelinii* Rupr), radijus srži, širina bjeljike, površina bjeljike, volumen srži i bjeljike bili su značajno korelirani sa prsnim promje-

rom stabla ili promjerom ksilema (Wang i dr. 2010). U Sloveniji su Zule i dr. (2015) istraživali sadržaj lipofilnih ekstraktivnih tvari u srži dva stabla europskog ariša i utvrdili su da se sadržaj ekstrakta heksana povećava s visinom stabla.

Europski ariš (*Larix decidua* Mill.) je vrsta koja rano dostiže kulminaciju svog prirasta u promjeru i dugo ga održava tvoreći sastojine s velikim obiljem vrijednih stabala visoke klase drveta (Chylarecki 2000, u Nawrot 2008).

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Dobijeni rezultati pokazuju razliku između prsnog promjera najdebljeg stabla i prosječnog prsnog promjera svih stabala od 12.2 cm, odnosno 11.58 cm između prosjeka pet najdebljih stabala i ukupnog prosjeka, te 10.61 cm između prosjeka deset najdebljih stabala i ukupnog prosjeka.

Razlika između visine najvišeg stabla i prosječne visine svih stabala iznosila je 5.1 m, odnosno 4.46 m između prosjeka pet najviših stabala i ukupnog prosjeka, te 4.15 m između prosjeka deset najviših stabala i ukupnog prosjeka.

Uz dodatno istraživanje nasljednosti svojstava visine i promjera ariša mogla bi se izračunati genetska dobit za svojstva visinu i promjer, te se preporučuje podizanje testa potomstva odabranih stabala.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta pokazuju da postoji visoka pozitivna korelacija između promjera i visine u 2002. godini, što znači da stabla sa dobrim visinskim prirastom imaju i dobar debljinski prirast. Posljedično je statistički visoko značajna i korelacija između promjera i temeljnice i promjera i volumena, visine i temeljnice i visine i volumena, kao i između temeljnice i volumena.

Rezultati Pearsonovog koeficijenta za svojstva ariša na pokusnoj površini u 2020. godini pokazuju da postoji negativna korelacija između početka osržavanja prema svim ostalim svojstvima, tj. promjeru, visini, temeljnici, volumenu, što znači da stabla koja rano počinju osržavati (broj godina kad počinje osržavanje je manji) imaju dobar visinski i debljinski prirast (visine i promjeri su veći), a posljedično veću temeljnicu i volumen. Ovo implicira da se na osnovi visinskog i debljinskog prirasta može pretpostaviti da će stabla biti dobro osržena, a što bi trebalo dodatno istražiti kroz test potomstva odabranih stabala.

LITERATURA REFERENCES

- Ballian, D., S., Gurda, A. Čabaravdić, A. Sulejmanović, 2009: Preliminarni rezultati osržavanja ariša (*Larix spp.*) na pokusnoj plohi Batalovo brdo kod Sarajeva. Naše šume 16-17, pp. 3-13, Sarajevo.
- Berthier S., A.D. Kokutse, A. Stokes, T. Fourcaud, 2001: Irregular heartwood formation in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.): consequences for biomechanical and hydraulic tree functioning.

- Annals of Botany, 87: 19–25. (u: Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański, 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.)
- Brus, R., 2012: Drevesne vrste na Slovenskem, dopolnjena izdanja Ljubljana, str. 46-47.
 - Chylarecki H., 2000: Modrzewie w Polsce. Dynamika wzrostu, rozwój i ekologia wybranych gatunków i ras. Warszawa, Bogucki Wydawnictwo Naukowe S.C. (u: Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański, 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.)
 - Duda J., W. Pazdrowski, 1975: Procentowy udział twardzieli i bielu w 100-letnich sosnach zwyczajnych (*Pinus sylvestris* L.) rosnących w różnych warunkach siedliskowych. Sylwan, 119, No. 11: 57–64. (u: Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.)
 - Gominho, J. H. Pereira, 2000: Variability of heartwood content in plantation growth *Eucalyptus globulus* Labill. Wood Fiber Sci. 32, 189 – 192.
 - Gominho, J. and Pereira, H. 2005. The influence of tree spacing in heartwood content in *Eucalyptus globulus* Labill. Wood Fibre Sci. 37, 582–590.
 - Gurda, S., 1999: Tehnologija drveta, Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 55-57.
 - Jovanović, B., 2000: Dendrologija, Naučna knjiga Beograd, str. 1-483.
 - Knapic, S., H. Pereira, 2005: Within-tree variation of heartwood and ring width in maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.). For. Ecol. Manage. 210, 81 – 89.
 - Knapic, S., F. Tavares, H. Pereira, 2006: Heartwood and sapwood variation in *Acacia melanoxylon* R. Br. trees in Portugal. Forestry, Vol. 79, No. 4, 2006. doi:10.1093/forestry/cpl010
 - Leibundgut, H., 1983: Untersuchungen verschiedener Provenanzen von *Larix decidua*. Schweiz. Z. Forstwes. 134, 61 – 62. (u Knapic, S., F. Tavares, H. Pereira, 2006: Heartwood and sapwood variation in *Acacia melanoxylon* R. Br. trees in Portugal. Forestry, Vol. 79, No. 4, 2006. doi:10.1093/forestry/cpl010)
 - Matras, J., L. Pâques, 2008: EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European Larch (*Larix decidua*). Bioversity International, Rome, Italy. 6 pages
 - Nawrot M., W. Pazdrowski, M. Szymański, 2008: Dynamics of heartwood formation and axial and radial distribution of sapwood and heartwood in stems of European larch (*Larix decidua* Mill.). J. For. Sci., 54: 409-417.
 - Necesany, V. 1965: Heartwood formation as a physiological ageing process, IUFRO (u: Gurda S., Dž. Sokolović, J. Knežević, S. Hajdarević, B. Kaščel, 2018: Utjecaj ekspozicije i taksacionih elemenata na razvoj neprave srži bukve u šumskom odjeljenju 36, GJ “Goleš Radalje”. Naše šume 50-51, pp. 13-22)
 - Pâques, L. E., 2001.: Genetic Control of Heartwood Content in Larch. Silvae Genetica 50, 2, pp. 69-75.
 - Pazdrowski, W., T. Jelonek, A. Tomczak, I. Stypuła, 2007: Proportion of Sapwood and Heartwood and Selected Biometric Features in Larch Trees (*Larix decidua* Mill.). Wood Research 52 (4): 2007 1-16
 - Pintarić, K. 2000: 30 godina istraživanja na arišu različitih provenijencija u Bosni. Š. list br. 3-4 CXXIV (2000), str. 143-156.
 - Pintarić, K. 2002: Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća, UŠIT-Sarajevo, pp. 221.
 - Pintarić, K., T. Mikić, M. Vučetić, 1990: Rezultati priraščivanja ariša različitih provenijencija u visinu i debljinu u starosti od 29 godina, Radovi Šumarskog fakulteta u Sarajevu.
 - Pintarić, K., N. Zekić, 1966: Prirast ariša raznih provenijencija na oglednim plohama na području FŠOD- Igman. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu. God. XI, knjiga 11, sv. 2, 17-45, Sarajevo.
 - Pinto I., H. Pereira, A. Usenius, 2004: Heartwood and sapwood development within maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) stems. Trees, 18: 284–294.
 - Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu, 2002: Prijedlog izvedbenog projekta za uređenje i gazdovanje sjemenskom sastojinom ariša Šumarstvo “Ribnica” Kakanj, GJ “Donja Ribnica – Zgošća” odjel 26. Sarajevo. pp 1-10.
 - Vidaković, M., J. Franjić, 2004: Golosjemenjače. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. str.823.
 - Wang, X., C. Wang, Q. Zhang, X. Quan, 2010: Heartwood and sapwood allometry of seven Chinese temperate tree species. Ann. For. Sci. 67, 410 (2010). <https://doi.org/10.1051/forest/2009131>.
 - Zule, J., K. Čufar, V. Tišler, 2015: Lipophilic Extractives in Heartwood of European Larch (*Larix decidua* Mill.). Drvna industrija, Vol. 66 No. 4, 2015. str. 305-313. <https://doi.org/10.5552/drind.2015.1442>

SUMMARY

Larch (*Larix decidua*) showed good growth and adaptability to ecological conditions in Bosnia and Herzegovina. The research aims to determine the variability of the morphological traits of larch in the seed stand near Kakanj, the variability at the beginning of heartwood formation, and correlations among these properties.

In the larch seed stand, established by seedlings 2+0 in 1979, an area of 0,45 hectares was set aside. The heights and breast height diameters of the trees on that area were measured in 2002 and 2020, and the basal area and volume were calculated. In 2020, the trees were drilled at breast height with a Presler drill to measure the proportion of heartwood. Average values of all properties for 2002 and 2020 were calculated. The ten, five and one best trees were selected according to the properties of breast height diameter, height, basal area, volume, and the intensities of selection for these traits were calculated. The Pearson correlation coefficient among all investigated traits were calculated.

The average breast height diameter of 41-year-old trees was 24,6 cm, average height 21,8 m, basal area 0.0499m^2 and volume 0.3745 m^3 (table 1), while in 2002. the average breast height diameter was 15,5 cm, height 18,2 m, basal area $0,020\text{ m}^2$, and volume $0,128\text{ m}^3$ (table 1). Between 2002 and 2020, there was an overtaking of trees in breast height diameter and height and thus the base and volume (table 2). The average larch tree starts heartwood formation at the age of 14 years (table 1). The earliest heartwood formation occurs in the sixth year (tree 495) and the latest in the 32nd year (table 4). Pearson coefficient showed a high positive correlation between breast height diameter and height in 2002 (table 9), which means that trees with a good height increase also have a good thickness increase. As a result, the correlation between breast height diameter and basal area and breast height diameter and volume, height and basal area, height and volume, and basal area and volume are statistically significant. Pearson's correlation coefficient for the year 2020 showed a negative correlation between the beginning of heartwood formation and all other traits (table 10), i.e., trees that formed heartwood earlier have higher values of growth traits.

The results will be used in the selection processes of larch individuals with good height and thickness growth and early heartwood formation.

KEY WORDS: European larch, morphological properties, core formation, selection