Dendrometrijska obilježja stabala u Parku prirode Lonjsko polje na kojima se gnijezdi orao štekavac (Haliaetus albicilla)

Gajić, Lucija

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:479336

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ OPĆE ŠUMARSTVO

DENDROMETRIJSKA OBILJEŽJA STABALA U PARKU PRIRODE LONJSKO POLJE NA KOJIMA SE GNIJEZDI ORAO ŠTEKAVAC (*HALIAEETUS ALBICILLA)*

LUCIJA GAJIĆ

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2022.

PODATCI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za izmjeru i uređivanje šuma
Predmet:	Dendrometrija
Mentor:	Izv.prof.dr.sc. Ernest Goršić
Komentor:	Doc.dr.sc. Mario Ančić
Student:	Lucija Gajić
JMBAG:	0068233694
Akad. godina:	2021./2022.
Mjesto i datum obrane:	Zagreb, 9.9.2022.
Sadržaj rada:	Slika: 18 Tablica: 14 Navoda literature: 17
Sažetak:	Na uzorku od 25 stabala s gnijezdima orla štekavca (*H. albicilla)* u PP Lonjsko polje mjerio se prsni promjer, visina stabla, visina baze krošnje, visina najšireg dijela krošnje, širina krošnje na glavnim stranama svijeta te visina gnijezda na stablu. Usporedili su se parametri stabala na kojima je gnijezdo sa srednjim stablom za tu sastojinu prema podatcima iz Osnove gospodarenja. Cilj je bio utvrditi odabire li štekavac stabla iz dominantne etaže te koja je pozicija samog gnijezda unutar krošnje.

	IZJAVA **O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**	**OB FŠDT 05 07** Revizija: 2 Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristila drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 22.8.2022. godine

_____

vlastoručni potpis

Lucija Gajić

Ovaj rad ne bi bilo moguće napraviti bez suglasnosti i pomoći osoblja Parka prirode Lonjsko polje, stoga im ovim putem želim zahvaliti. Posebne zahvale idu Renatu Bukviću i Ines Miani na neumornom vođenju po šumskim bespućima i pomoći pri ispisivanju formulara, a najveća zahvala ide Maji Sabljak, bez čije velike pomoći i zalaganja za ovaj rad on jednostavno ne bi ni postojao. Hvala ti Majo na entuzijazmu i iskrenoj ljubavi prema šumi.

Hvala i mentoru izv.prof.dr.sc. Ernestu Goršiću na povjerenju s posuđivanjem mjerne opreme te sudjelovanju i pomoći u terenskom radu

SADRŽAJ

1. UVOD 1
1.1. Općeniti podatci o vrsti 1
1.2. Lonjsko polje – općenito o području 2
1.3. Dosadašnji podatci o gniježđenju 4
2. CILJ RADA 6
3. MATERIJALI I METODE 7
3.1. Odabir stabala 7
3.2. Dendrometrijska izmjera 9
3.3. Haglöf Vertex IV 9
3.4 Obrazac O-2 12
3.5. Analiza podataka 12
4. REZULTATI 14
4.1. Vrste stabala te njihovo stanje i pozicija u sastojini 14
4.2. Deskriptivna statistika 15
4.3. Širina krošnje na glavnim stranama svijeta 17
4.4. Korelacije među podatcima 18
4.5. Grafički prikazi *Box-whisker plot* i *Scatterplot* 19
4.6 T-testovi parova zavisnih uzoraka 21
4.7 Regresijska analiza – multivarijantna regresija 22
4.8. Usporedba prsnog promjera i visine stabla s podatcima iz O-2 23
4.8.1. Usporedba mjerenih prsnih promjera i srednjeg plošnog stabla 25
4.8.2. Usporedba mjerenih visina stabala i srednjeg sastojinskog stabla 26
5. RASPRAVA 27
6. ZAKLJUČAK 29
7. LITERATURA 30

1. UVOD

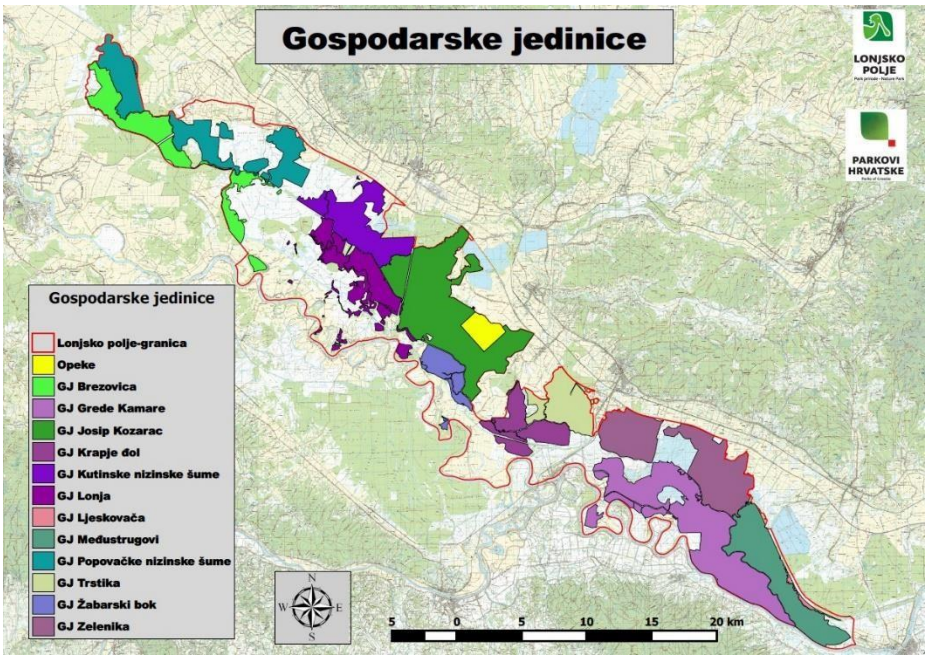
1.1. Općeniti podatci o vrsti

Orao štekavac (*Haliaeetus albicilla* Linneaus, 1758) najveća je ptica grabljivica Panonske nizine te jedina vrsta iz roda *Haliaeetus* koja se može pronaći u Europi. U Hrvatskoj je česta stanarica poplavnih dolina velikih rijeka (Drava, Dunav, Kupa, Sava) te nizinskih poplavnih šuma uz ribnjake. Procjenjuje se da je broj gnjezdećih jedinki u Europi između 10 400 i 14 600 s trendom rasta. Status ugroženosti na globalnoj razini je LC (Least Concern) (BirdLife International, 2022.). Što se tiče Hrvatske, procjenjuje se da je broj gnijezdećih parova između 135 i 155 (Crvena knjiga ptica, 2013.), no taj broj danas je zasigurno veći s obzirom na trend rasta populacije te prijelaz iz kategorije ugroženosti EN (Endangered) (Crvena knjiga ptica, 2003.) u VU (Vulnerable). Vrsta je proglašena strogo zaštićenom sukladno odredbama Zakona o zaštiti prirode (Narodne novine, 80/2013), a najveću prijetnju predstavljaju ljudske djelatnosti (šumskogospodarski radovi, isušivanje vodenih površina, krivolov). Gotovo pola hrvatske populacije štekavaca gnijezdi se u Parku prirode Kopački rit i Parku prirode Lonjsko polje, a ostale lokacije s većim brojem gnijezda su šume uz Ilovu i Lonju te pripadajuće ribnjake, Spačvanske šume, Pokupska depresija i dr. (Radović, Mikuska 2009.). Mogu doživjeti starost do 36 godina (ali u prirodi rijetko), a spolnu zrelost dostižu prosječno u petoj godini života kada biraju partnera i zauzimaju teritorij za gnježđenje (Radović, 2008.). Gnijezdo može dostići težinu od nekoliko stotina kilograma jer ga orlovi svake godine nadograđuju, stoga je vrlo važan odabir stabla na kojem će gnijezdo biti.

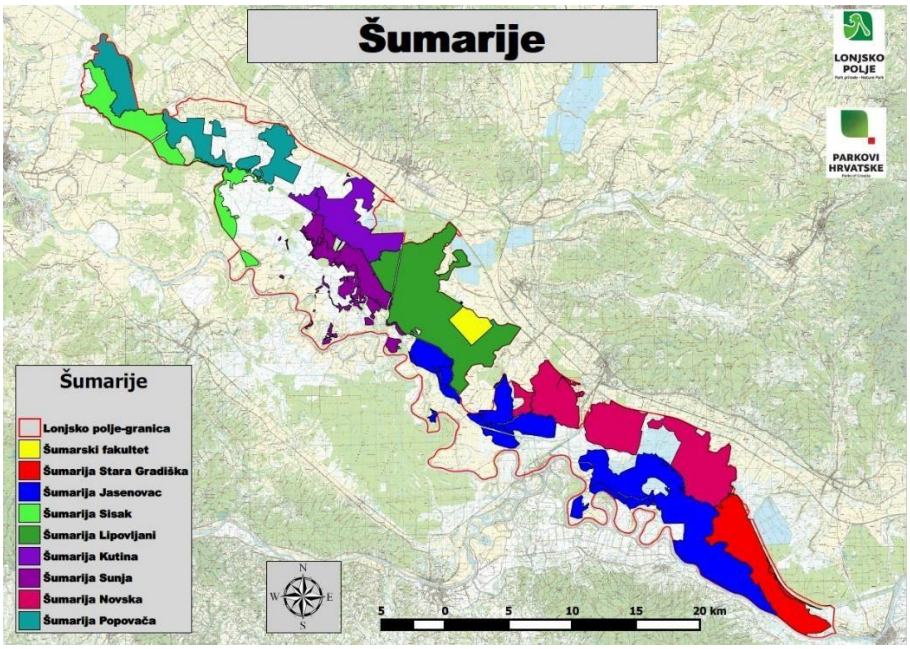
Slika 1. *Štekavac u letu (izvor: eBird.org)*

1.2. Lonjsko polje – općenito o području

Park prirode Lonjsko polje jedan je od 12 parkova prirode u Hrvatskoj te ujedno i najveće močvarno područje dunavskog porječja. Zauzima površinu od 50 650 ha prostirući se između gradova Siska i Nove Gradiške u aluvijalnoj ravnici srednjeg dijela toka rijeke Save. Čine ga tri polja: Lonjsko, Mokro i Poganovo. Zaštićeno je Ramsarskom konvencijom o močvarama od 3. veljače 1993. godine. (wikipedia) Dio je i Nacionalne ekološke mreže (HR 2000416) te europske ekološke mreže Natura 2000. Više od dvije trećine parka (67,7%, 35 002 ha) zauzimaju šume koje su podijeljene na 13 gospodarskih jedinica. Njima upravlja 8 šumarija - podružnica Uprava šuma Zagreb, Sisak i Nova Gradiška. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije upravlja jednom gospodarskom jedinicom (JUPP Lonjsko polje, 2008.).



Slika 2. *Podjela parka na gospodarske jedinice (izvor: PP Lonjsko polje)*



***Slika 3**. Podjela parka na šumarije (izvor: PP Lonjsko polje)*

Od biljnih šumskih zajednica najzastupljenije su šume poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucojo-Fraxinetum angustifoliae)* (23,7%, 12 116 ha), a ostale zastupljene zajednice su poplavne šume vrba (*Salicion-albae)*, šume crne johe s trušljikom (*Frangulo-alnetum glutinosae)*, šume hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae-Quercetum roboris)* te šume hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris)* (JUPP Lonjsko polje, 2008.).

Štekavci za gniježđenje trebaju velika i stara stabla (prosječni $d_{1,30}$ = 84 cm) koja mogu podržati veliki teret gnijezda (Radović, Mikuska, 2009.). Zato stare sastojine hrasta lužnjaka, poljskog jasena, vrba i topola predstavljaju idealne lokacije za gniježđenje.

1.3. Dosadašnji podatci o gniježđenju

Do sada je na cijelom području Lonjskog polja poznato 58 aktivnih gnijezda orla štekavca, no taj broj može biti i veći s obzirom na to da se Park rasprostire na velikom području, a neki dijelovi tog područja nisu lako dostupna. Također, velik broj saznanja o novim gnijezdima dolazi od strane zaposlenika Hrvatskih šuma koji uoče nova gnijezda tijekom obilaska sastojina. Iz tog razloga važna je suradnja i volja za komunikacijom između osoblja Parka i Hrvatskih šuma. Postojanje i aktivnost gnijezda utvrđuju se svake godine monitoringom koji se radi u dva vremenski odvojena obilaska gnijezda. Prvi obilazak provodi se između 15. ožujka i 15. travnja radi utvrđivanja aktivnosti gnijezda, a drugi obilazak između 15. svibnja i 15. lipnja radi utvrđivanja uspješnosti gnježđenja. Ako se obilaskom utvrdi da je gnijezdo neaktivno, svejedno ga je potrebno obilaziti sljedećih nekoliko godina jer jedan par štekavaca ponekad sagradi više gnijezda. Neka od tih gnijezda potpuno zapuste, ali se u neka od njih i vrate nakon nekoliko godina (Program monitoringa za štekavca, 2014.).

Slika 4. *Gnijezdo u prvom obilasku (izvor: PP LP)*

Slika 5. *Gnijezdo u drugom obilasku (izvor: PP LP)*

Ako gnijezdo ostane na stablu u sastojini do kraja ophodnje i oplodne sječe, Hrvatske šume dužne su ostaviti stablo s gnijezdom netaknutim zajedno sa svim stablima u radijusu 50 m od stabla s gnijezdom. Ta okolna stabla služe za zaštitu od vjetra, pretjeranog sunčevog svjetla te za bolju skrovitost samog gnijezda. Da tog zaštitnog pojasa nema, stablo s gnijezdom vrlo bi vjerojatno stradalo zbog izloženosti nepovoljnim vremenskim uvjetima, a moglo bi doći i do pada gnijezda sa stabla. Rušenje stabla s gnijezdom strogo je kažnjivo.

Slika 6. *Zaštitni prsten oko stabla s gnijezdom (izvor: PP Lonjsko polje)*

2. CILJ RADA

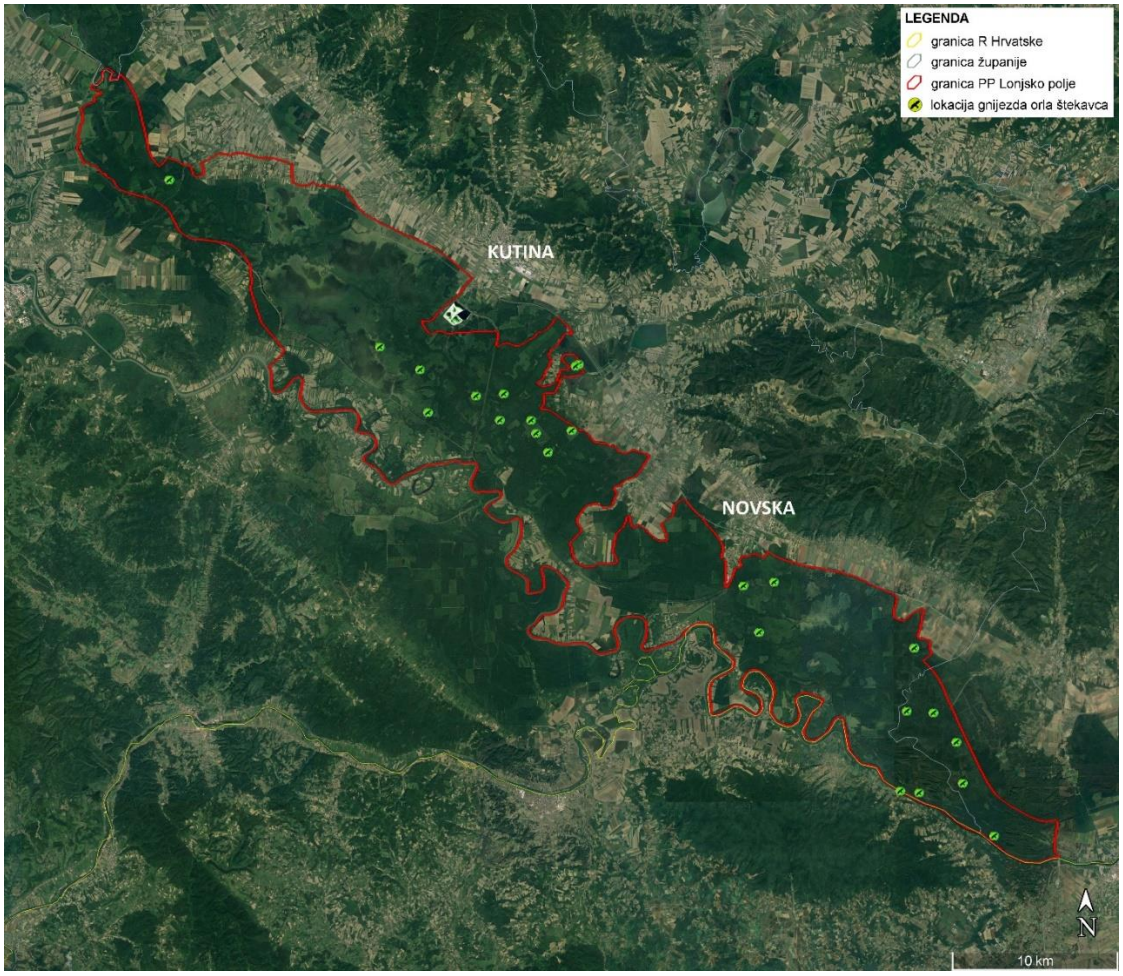
Cilj istraživanja bio je dobiti što jasniju sliku o tome kakva točno stabla orao štekavac bira za gniježđenje te koje su pravilnosti i uobičajenosti u tom odabiru, ako one uopće postoje. Poznato je da bira starija stabla velikog promjera (prosječni $d_{1,30}$ = 84 cm) (Radović, 2008.), no zanimalo nas je odabire li i krošnje određenog izgleda za gniježđenje te kakva je pozicija gnijezda unutar krošnje stabla. Pretpostavka je da bira stabla iz dominantne etaže. U tu svrhu korištene su dendrometrijske metode za izmjeru parametara stabala na kojima se gnijezdi štekavac.

Također, na temelju obrazaca O-2 iz osnove gospodarenja, uspoređeni su promjeri i visine srednjih sastojinskih stabala unutar odsjeka gdje se nalazi gnijezdo s podatcima dobivenim mjerenjem stabala na kojima su gnijezda. Analize podataka rađene su u programu *Statistica*.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. Odabir stabala

Od 12. do 25.5.2022. u pet terenskih obilazaka uz pomoć stručnog osoblja Parka izmjeren je uzorak od 25 stabala s aktivnim gnijezdima orla štekavca (slika 7.). Stabla s gnijezdima birana su slučajnim odabirom te se nalaze u sastojinama koje se razlikuju po starostima i ekološko gospodarskim tipovima. Stabla su označena kraticom gospodarske jedinice u kojoj se nalaze i rednim brojem gnijezda, a poredana su po redoslijedu mjerenja (tablica 1.)



Slika 7. *Karta s lokacijama mjerenih stabala*

Tablica 1. *Popis stabala s gnijezdima u uzorku*

IME TOČKE U GPS	UŠP	ŠUMARIJA	GJ
B1	Sisak	Sisak	Brezovica
M1	Nova Gradiška	Stara Gradiška	Međustrugovi
M2	Nova Gradiška	Stara Gradiška	Međustrugovi
M3	Nova Gradiška	Stara Gradiška	Međustrugovi
M4	Nova Gradiška	Stara Gradiška	Međustrugovi
M5	Nova Gradiška	Stara Gradiška	Međustrugovi
Z2	Nova Gradiška	Novska	Zelenika
Z3	Nova Gradiška	Novska	Zelenika
Z4	Nova Gradiška	Novska	Zelenika
Z5	Nova Gradiška	Novska	Zelenika
O1	Zagreb	Šumarski fakultet	Opeke
L2	Sisak	Sunja	Lonja
L4	Sisak	Sunja	Lonja
L5	Sisak	Sunja	Lonja
GK13	Nova Gradiška	Jasenovac	Grede Kamare
GK15	Nova Gradiška	Jasenovac	Grede Kamare
GK17	Nova Gradiška	Jasenovac	Grede Kamare
JK3	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac
JK5	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac
JK6	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac
JK7	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac
JK8	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac
JK9	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac
JK14	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac
JK15	Zagreb	Lipovljani	Josip Kozarac

3.2. Dendrometrijska izmjera

Svakom stablu u uzorku izmjeren je prsni promjer, visina stabla, visina baze krošnje, visina najšireg dijela krošnje, visina gnijezda te širine krošnje na glavim stranama svijeta. Prsni promjer izmjeren je mjernom vrpcom s π-podjelom s koje je direktno očitan promjer stabla.

3.3. Haglöf Vertex IV

Za mjerenje dendrometrijskih parametara primarno je korišten uređaj Vertex IV. Uređaj radi na ultrazvučnom principu i koristi se prvenstveno za mjerenje udaljenosti (horizontalne i po nagibu) te visina stabala, no njime se može mjeriti i vetikalne kutove (nagibe). Pri radu se koristi zajedno s transponderom koji se pričvrsti na stablo koje želimo izmjeriti. Vertex odašilje ultrazvučne valove, transponder ih prima te vraća natrag Vertexu koji na temelju vremena potrebnog za odašiljanje i primanje signala te vertikalnog kuta dobivenog pomoću žiroskopa izračunava horizontalnu udaljenost do objekta mjerenja. Velika prednost Vertaexa u odnosu optičke i laserske mjerne ueđaje je upravo u primjeni ultrazvuka za mjerenje koji prolazi kroz vegetaciju i nije u tolikoj mjeri opterećen direktnom vizurom prilikom određivanja udaljenosti objekta mjerenja.

Slika 8. *Vertex IV s transponderom (izvor: Indomultimeter)*

Postupak mjernja izvršen je tako da se mjeritelj udaljio od mjerenog stabla na udaljenost približnu visini stabla. Na taj način povećava se točnost mjerenjem instrumentom i također omogućuje da se jasnije vidi vrh stabla koje se mjeri. Širina krošnje na glavnim stranama svijeta također se mjerila Vertexom, ali u *distance measuring* modu. Glavne strane svijeta određene su pomoću Suunto busole. Za izmjere visina i udaljensti transponder je stavljan na prsnu visinu stabla. U obrascu u kojem su upisivani podatci izmjere za svako stablo upisana je i napomena o stanju, vrsti i poziciji pojedinog stabla s gnijezdom. (tablica 2.).

Za dendrometrijsku izmjeru idealno je vrijeme izvan vegetacijske sezone, no mjerenja za potrebe ovog rada odrađena su u svibnju kad je lisna masa bila već potpuno formirana. To je napravljeno tako zato što je tek tad bilo dozvoljeno prići stablima s gnijezdima. Naime, orao štekavac strogo je zaštićena vrsta i jako osjetljiv na uznemiravanje. Prema Nacionalnom programu monitoringa za štekavca (Mikuska, 2014.), u razdoblju od studenog do travnja gnijezdima nije dozvoljeno prići, a najosjetljivije je razdoblje inkubacije od kraja siječnja do ožujka. U svibnju su mladunci već skoro dovoljno odrasli da izlete iz gnijezda, zato im ova mjerenja stabala nisu predstavljala veliku prijetnju.

Tablica 2. *Popunjeni terenski obrazac*

rbr.	Naziv GPS točke	Promjer $_{1,3m}$	h baze krošnje (m)	h najšireg dijela krošnje (m)	širina krošnje (m)				h stabla (m)	h gnijezda (m)	vrsta stabla
					N	W	S	E			
1.	Z4	79,9	15,2	38	6,46	5,8	5,71	12,23	40,3	27,6	hrast
2.	Z3	103,1	5,7	12,9	5,35	6,29	6,56	5,5	33,3	26,2	hrast
3.	Z5	81,5	18,1	29,9	5,72	8,56	3,32	5,4	36,5	24,9	hrast
4.	Z2	113,9	17,4	20,3	8,39	9,31	8,57	6,88	38,4	23,5	hrast
5.	M4	68,4	22,7	36,2	4,38	8,96	5,43	5,29	42,5	28,5	hrast
6.	M5	76,5	18,6	27,2	6,01	8,09	9,27	7,03	38,6	25,5	hrast
7.	M3	83,8	18,8	31,6	9,85	5,06	5,66	9,58	41,2	31,1	jasen
8.	O1	58,4	24,1	32,1	4,43	2,56	1,51	2,68	37,1	25,9	hrast
9.	JK9	95,2	21,5	23,3	2,83	7,57	8,63	4,38	35,9	31,6	hrast
10.	JK7	92,9	13,2	26,2	5,08	7,9	7,88	9,62	32,7	23,3	hrast
11.	GK15	87,5	20,5	24,7	11,1	2,96	4,6	10,8	34	27,5	jasen
12.	GK13	96,3	21,3	29,5	5,7	6,3	7,9	8,5	48,3	33,4	hrast
13.	GK17	98,7	20,4	25,1	7,8	5	14,9	13,7	37,9	22,4	hrast
14.	M1	95	21,4	21,5	10,5	7,3	9,9	7,9	34,7	23,6	hrast
15.	M2	62,6	18,3	22	5	3,4	10,2	6,7	38,4	21,5	hrast
16.	JK6	108,2	19,7	31	5,25	5,78	6,28	3,91	42,9	32,9	jasen
17.	JK5	94,6	9,4	10,4	1,7	5,95	7,53	2,5	37,3	29,7	jasen
18.	JK3	98,3	25,9	37,7	2	3,07	4,58	4,13	46,8	27,9	bijela topola
19.	JK15	71,5	27,1	30,6	2,4	2,71	5,94	4,13	40,2	35,3	jasen
20.	JK14	63,6	26,4	38,3	0,95	5,9	3,88	1,28	44,5	27,5	jasen
21.	L5	81,2	18,6	20,5	3,8	5,6	5,8	4,7	34,1	19,8	hrast
22.	L4	57,4	15,9	21,9	4,1	5,5	7,3	4,9	37,8	21,2	jasen
23.	L2	97,8	22,1	24,8	11,4	15,3	7,2	9,1	35,8	26,4	hrast
24.	B1	102	8,6	10,6	6,46	5,77	6,36	6,45	31	24	hrast
25.	JK8	81,9	11,7	29,5	8,11	9,02	4,8	7,33	33	20,8	hrast

3.4. Obrazac O-2

Za usporedbu srednjih sastojinskih stabala sa stablima na kojima se gnijezdi orao štekavac u radu su korišteni podatci prsnog promjera srednjeg sastojinskog stabla i srednje sastojinske visine iz obrazaca O2 za pripadajući odsjek.Obrazac O-2 sastavni je dio osnove gospodarenja, a sadrži plan gospodarenja za jednodobnu sastojinu. Čine ga propisi postupaka gospodarenja za konkretnu sastojinu na temelju brojnih podataka o trenutnom stanju staništa i strukturi sastojine za određeno vremensko razdoblje (Čavlović, 2013.). U slučaju jednodobne sastojine, to razdoblje je 10 godina. Čine ga opći podatci o sastojini te opisni podatci staništa i sastojine

3.5. Analiza podataka

Mjereni parametri nakon završetka terenskog dijela rada uneseni su u program *Microsoft Excel* kako bi se mogli jednostavno analizirati i sortirati. Na temelju analiza u *Excelu* napravljeni su grafovi koji vrlo intuitivno prikazuju odnose mjerenih parametara. Nakon sortiranja podatci su uneseni u program *Statistica* gdje je napravljen deskriptivni prikaz podataka. Nakon toga napravljena je međusobna korelacija izmjerenih parametara te test parova i naposlijetku regresijska analiza. Podatci su prikazani *box-whisker* te *scatterplot* grafovima. Rezultati analize prikazani su tablično. Za usporedbu stabala sa gnijezdima i srednjih sastojinskih stabala napravljen je t-test između mjerenih prsnih promjera i visina stabala s prsnim promjerima i visinama srednjih sastojinskih stabala iz O-2. Svi testovi rađeni su uz razinu značajnosti od 5%. Za potrebu analize izračunat je i podatak polovice visine krošnje (h1/2) (tablica 3.) oduzimanjem vrijednosti visine baze krošnje od vrijednosti visine stabla te dijeljenjem dobivenog rezultata s 2. Ta podijeljena vrijednost pribrojila se visini baze krošnje.

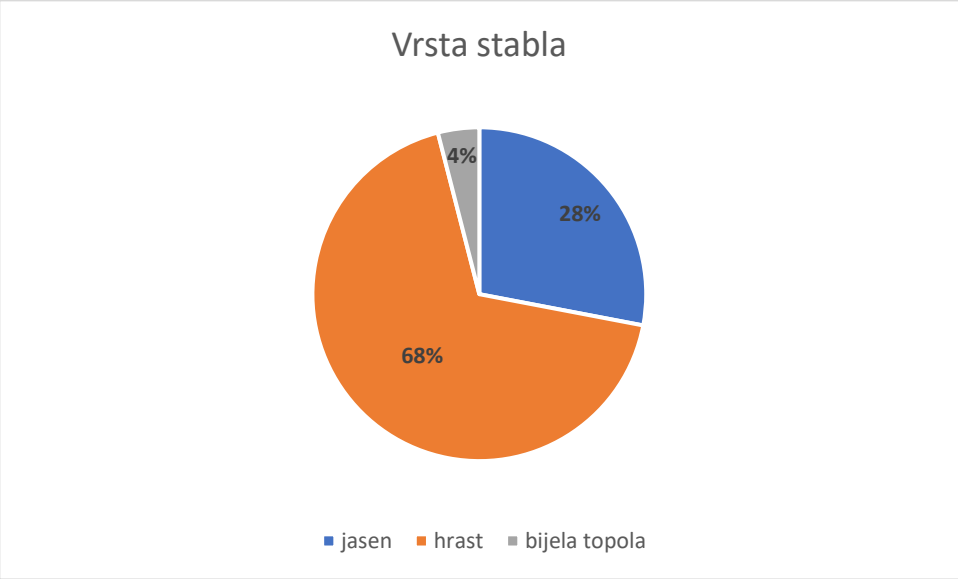
Tablica 3. *Izračunate vrijednosti visina polovice krošnje (h1/2k)*

Naziv GPS točke	h stabla (m)	h baze krošnje (m)	visina polovice krošnje (m)
Z4	40,3	15,2	27,75
Z3	33,3	5,7	19,5
Z5	36,5	18,1	27,3
Z2	38,4	17,4	27,9
M4	42,5	22,7	32,6
M5	38,6	18,6	28,6
M3	41,2	18,8	30
O1	37,1	24,1	30,6
JK9	35,9	21,5	28,7
JK7	32,7	13,2	22,95
GK15	34	20,5	27,25
GK13	48,3	21,3	34,8
GK17	37,9	20,4	29,15
M1	34,7	21,4	28,05
M2	38,4	18,3	28,35
JK6	42,9	19,7	31,3
JK5	37,3	9,4	23,35
JK3	46,8	25,9	36,35
JK15	40,2	27,1	33,65
JK14	44,5	26,4	35,45
L5	34,1	18,6	26,35
L4	37,8	15,9	26,85
L2	35,8	22,1	28,95
B1	31	8,6	19,8
JK8	33	11,7	10,65

4. REZULTATI

4.1. Vrste stabala te njihovo stanje i pozicija u sastojini

U ovom uzorku od 25 stabala 17 stabala bilo je hrast lužnjak (80%), 7 poljski jasen (16%) i jedno stablo bijela topola (4%).



Slika 9. *Grafički prikaz stabala u uzorku*

Popratni komentari u formularu koji smo vodili na terenu odnose se na stanje stabla s gnijezdom i njegovu poziciju u sastojini s obzirom na druga stabla. Komentari izražavaju subjektivni dojam mjeritelja i koristili su se uglavnom za pomoć pri obradi podataka.

4.2. Deskriptivna statistika

Rezultati deskriptivne statistike prikazani su u tablicama zasebno za hrast lužnjak (tablica 4.), poljski jasen (tablica 5.) te za sva stabla zajedno (tablica 6.). Za bijelu topolu podatci nisu zasebno obrađeni zato što postoji samo jedno stablo u uzorku. Za svaki mjereni parametar prikazani su deskriptivni pokazatelji aritmetičke sredine (*Mean*), medijana (*Median*), minimalne vrijednosti (*Minimum*), maksimalne vrijednosti (*Maximum*), standardna devijacija (*St.Dev*.), koeficijent varijacije (*Coef.Var*.) te standardna pogreška (*Standard Error*).

Prosječni prsni promjer za sva stabla (d1,3) iznosi 86,0 cm uz koeficijent varijacije 18,4%, dok je kod hrasta lužnjaka ta vrijednost veća i iznosi 87,3 cm uz koeficijent varijacije 17,5%. Minimalna vrijednost 57,4 cm zabilježena je kod poljskog jasena, a maksimalna 113,9 cm kod hrasta lužnjaka. Najviše stabala nalazilo se u debljinskom stupnju 92,5 cm (slika 10.).

Prosječna visina stabla (h) najveća je kod poljskog jasena i iznosi 39,7 m. Prosjek za sva stabla je 38,1 m uz koeficijent varijacije 11,6%. I minimalna i maksimalna vrijednost visine zabilježene su kod hrasta lužnjaka; minimalna je 31 m, a maksimalna 48,3 m. Visina stabla ujedno je i najmanje varijabilan parametar.

Prosječna visina baze krošnje (hbk) najveća je kod poljskog jasena i iznosi 19,7 m, dok je za sva stabla ta vrijednost 18,5 m uz koeficijent varijacije 29,7%. Minimalna vrijednost zabilježena je kod hrasta lužnjaka i iznosi 5,7 m, a maksimalna kod poljskog jasena s 27,1 m.

Prosječna visina najšireg dijela krošnje (hndk) najveća je kod poljskog jasena i iznosi 26,9 m, dok je za sva stabla ta vrijednost 26,2 m uz koeficijent varijacije 29,8%. I minimalna i maksimalna vrijednost zabilježene su kod hrasta lužnjaka; minimalna je 10,6 m, a maksimalna 38 m. Visina najšireg dijela krošnje ujedno je i najvarijabilniji parametar.

Prosječna visina polovice krošnje (h1/2k) najveća je kod poljskog jasena i iznosi 29,7 m, dok kod svih stabala ona iznosi 28,3 m uz koeficijent varijacije 15,6%. Minimalna vrijednost zabilježena je kod hrasta lužnjaka i iznosi 19,5 m, a maksimalna kod bijele topole i iznosi 36,4 m. Prosječna visina gnijezda (hg) najveća je kod poljskog jasena i iznosi 29,3 m, dok je za sva stabla ta vrijednost 26,5 m uz koeficijent varijacije 15,8%. Minimalna vrijednost je kod hrasta lužnjaka i iznosi 19,8 m, a maksimalna kod poljskog jasena i iznosi 35,3 m.

Može se primijetiti kako poljski jasen ima najveće prosječne vrijednosti za sve parametre, a hrast

lužnjak najveće maksimalne vrijednosti. Najviše su varijabilni visina baze krošnje i visina najšireg dijela krošnje (hndk = 29,8%, hbk = 29,7%).

Tablica 4. *Podatci za hrast lužnjak*

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)							
	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error
H d1,3	17	87,37059	92,90000	58,40000	113,9000	15,25081	17,45531	3,698865
H h	17	36,97059	36,50000	31,00000	48,3000	4,16004	11,25230	1,008959
H hbk	17	17,58235	18,60000	5,70000	24,1000	5,15391	29,31297	1,250007
H hndk	17	25,27059	25,10000	10,60000	38,0000	7,22277	28,58174	1,751780
H h1/2k	17	27,27647	28,05000	19,50000	34,8000	4,09772	15,02290	0,993842
H g	17	25,22941	24,90000	19,80000	33,4000	3,60984	14,30807	0,875515

Tablica 5. *Podatci za poljski jasen*

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)							
	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error
H d1,3	7	80,94286	83,80000	57,40000	108,2000	17,91106	22,12803	6,769746
H h	7	39,70000	40,20000	34,00000	44,5000	3,59722	9,06101	1,359622
H hbk	7	19,68571	19,70000	9,40000	27,1000	6,07767	30,87351	2,297144
H hndk	7	26,92857	30,60000	10,40000	38,3000	8,98735	33,37476	3,396897
H h1/2k	7	29,69286	30,00000	23,35000	35,4500	4,19845	14,13961	1,586867
H g	7	29,31429	29,70000	21,20000	35,3000	4,55428	15,53603	1,721354

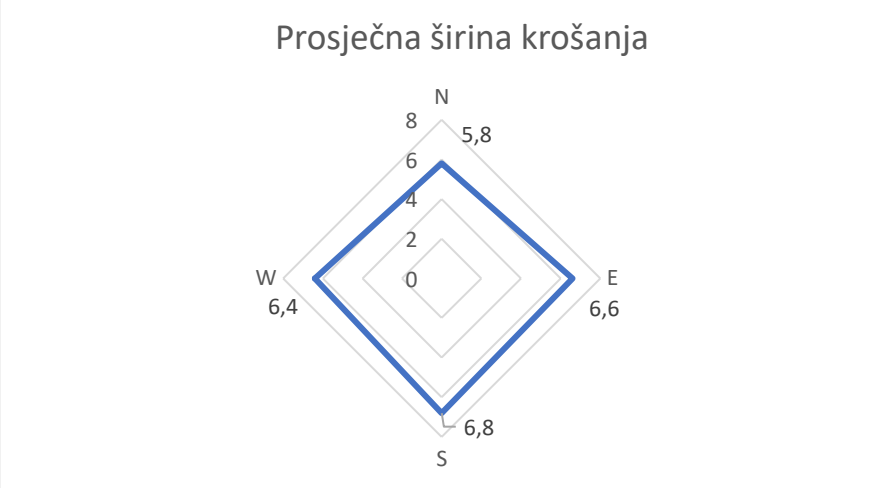
Tablica 6. *Podatci za sva stabla*

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet sva stabla.sta)							
	Valid N	Mean	Median	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error
d1,3	25	86,00800	87,50000	57,40000	113,9000	15,82256	18,39661	3,164511
h	25	38,12800	37,80000	31,00000	48,3000	4,42441	11,60411	0,884883
hbk	25	18,50400	18,80000	5,70000	27,1000	5,49829	29,71408	1,099659
hndk	25	26,23200	26,20000	10,40000	38,3000	7,82612	29,83424	1,565223
h1/2k	25	28,31600	28,35000	19,50000	36,3500	4,42817	15,63840	0,885634
hg	25	26,48000	26,20000	19,80000	35,3000	4,17223	15,75615	0,834446

Slika 10. *Grafički prikaz raspodjele stabala po debljinskim stupnjevima*

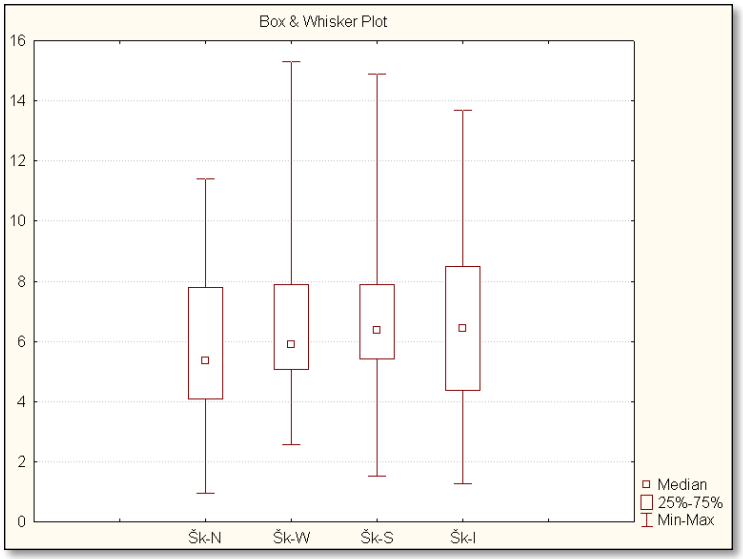
4.3. Širina krošnje na glavnim stranama svijeta

Prosječna širina sjeverne strane iznosi 5,8 m, istočne 6,6 m, južne 6,8 m, a zapadne 6,4 m. Na temelju prosječnih vrijednosti napravljen je *radar* graf kao približna projekcija prosječne krošnje.



Slika 11. *Grafički prikaz širina krošanja*

Na temelju svih podataka napravljen je *box-whisker* graf gdje se mogu vidjeti medijan, raspon vrijednosti 50% srednjih podataka te minimum i maksimum svih četiriju glavnih strana svijeta. Širine krošanja prikazane su na osi-x oznakama Šk-strana svijeta, a njihov raspon u metrima na osi-y (slika 12.). Najveći maksimum vrijednosti postignut je na zapadnoj strani svijeta, a najveća medijalna vrijednost na južnoj strani svijeta.



Slika 12. *Raspon širina krošanja*

4.4. Korelacije među podatcima

Kako bi se utvrdila povezanost izmjerenih varijabli, napravljene su korelacije između parametra visine gnijezda te parametara prsnog promjera, visine stabla, visine baze krošnje, visine najšireg dijela krošnje te visine polovice krošnje (tablica 7.). Sve su korelacije pozitivne, ali su statistički značajne za visinu stabla (r=0,57) i visinu polovice krošnje (r=0,51) pa je stoga fokus daljnjih analiza stavljen na njih.

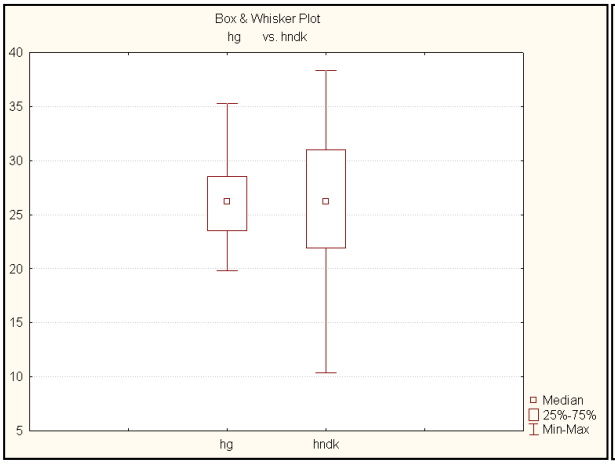
Tablica 7. *Korelacije između visine gnijezda i ostalih parametara*

Variable	Correlations (Spreadsheet sva stabla.sta) Marked correlations are significant at p < ,05000 N=25 (Casewise deletion of missing data)				
	d1,3	h	hbk	hndk	h1/2k
hg	0,15	0,57	0,36	0,31	0,51

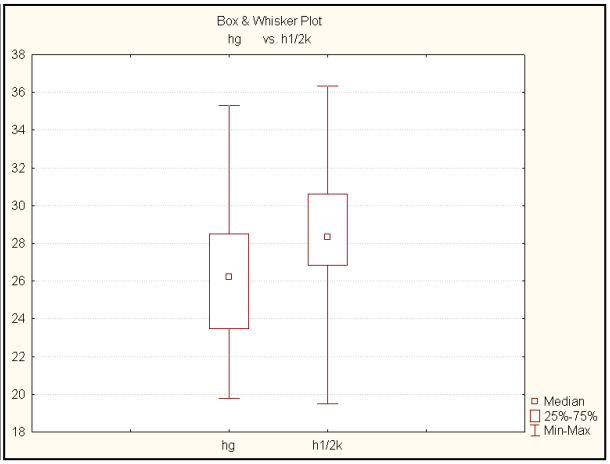
4.5. Grafički prikazi *Box-whisker plot* i *Scatterplot*

Box-whisker grafovi prikazuju raspone podataka mjerenih parametara s medijanom kao mjerom centralne tendencije. Ovdje su usporedno prikazani rasponi podataka visine gnijezda (hg) i visine najšireg dijela krošnje (hndk) (slika 13.) te visine gnijezda (hg) i visine polovice krošnje (h1/2k) (slika 14.). Medijalne vrijednosti visine gnijezda i visine najšireg dijela krošnje približno su jednake, ali visine najšireg dijela krošanja pokazuju veću varijabilnost. Medijalne vrijednosti visine polovice krošnje nešto su veće od vrijednosti visine gnijezda, ali pokazuju vrlo sličnu varijabilnost,.

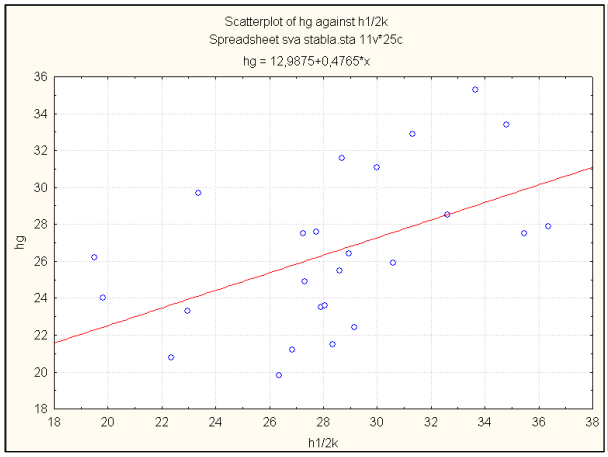
Scatterplot grafovi pronalaze približnu linearnu funkciju zavisne i nezavisne varijable na temelju pozicija podataka u koordinatnom sustavu. Zavisna varijabla (visina gnijezda – hg) prikazana je na y-osi, a nezavisne varijable (visina najšireg dijela krošnje – hndk i visina polovice krošnje - h1/2k) prikazane su na x-osi (slike 15. i 16.).



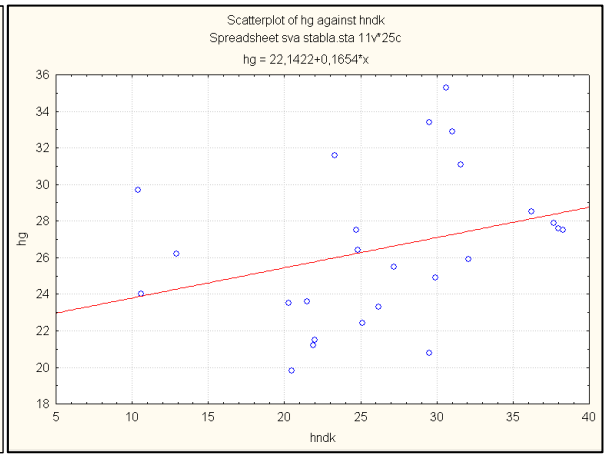
Slika 13. *Prikaz podataka hg i hndk*



Slika 14. *Prikaz podataka hg i h1/2k*



Slika 15. *Scatterplot funkcije ovisnosti hg o h1/2k*



Slika 16. *Scatterplot funkcije ovisnosti hg o hndk*

4.6. T-testovi parova zavisnih uzoraka

Za provođenje t-testa potrebno je znati aritmetičku sredinu (*Mean*), standardnu devijaciju (*St.Dv.)* te razliku vrijednosti standardnih devijacija oba parametra (*Diff.*). Možemo tvrditi da je razlika statistički značajna ako je p < 0,05 te su takvi podatci u tablici označeni crvenom bojom.

T-testom parova zavisnih uzoraka utvrdilo se da postoji statistički značajna razlika između visine gnijezda i visine polovice krošnje (p=0,04). Nema statistički značajne razlike između visine gnijezda i visine najšireg dijela krošnje (p=0,87) (sve tablica 8.).

Naknadnom provedbom t-testa između visine polovice krošnje i visine najšireg dijela krošnje također se utvrdilo da ne postoji statistički značajna razlika među njima (p=0,07) (tablica 9.).

Tablica 8. *T-test parova visine gnijezda i visine najšireg dijela krošnje te visine polovice krošnje*

Variable	T-test for Dependent Samples (Spreadsheet sva stabla.sta) Marked differences are significant at p < ,05000							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
hg	26,48000	4,172230						
hndk	26,23200	7,826117	25	0,24800	7,641941	0,16226	24	0,872458
hg	26,48000	4,172230						
h1/2k	28,31600	4,428170	25	-1,83600	4,281270	-2,14422	24	0,042351

Tablica 9. *T-test parova visine polovice krošnje i visine najšireg dijela krošnje*

Variable	T-test for Dependent Samples (Spreadsheet sva stabla.sta) Marked differences are significant at p < ,05000							
	Mean	Std.Dv.	N	Diff.	Std.Dv. Diff.	t	df	p
h1/2k	28,31600	4,428170						
hndk	26,23200	7,826117	25	2,084000	5,388988	1,933573	24	0,06504

4.7. Regresijska analiza – multivarijantna regresija

Na temelju rezultata korelacije i t-testa parova pristupilo se regresijskoj analizi. Visina gnijezda promatrana je kao zavisna varijabla u modelu. U tablici 10 i 11 prikazani su rezultati multivarijantne linearne regresije uz *backward stepwise* metodu. Kao nezavisne varijable korišteni su podatci prsnog promjera stabla, visine stabla, visine naširega dijela krošnje te visine polovice krošnje. Rezultati ukazuju da je najznačajniji parametar u modelu visina stabla iako je u tablici 9. vidljivo da objašnjenost modela (adjusted R^2) iznosi svega 0,291.

Tablica 10.

Effect	Parameter Estimates (Spreadsheet sva stabla.sta) Sigma-restricted parameterization										
	Comment (B/Z/P)	hg Param.	hg Std.Err	hg t	hg p	-95,00% Cnf.Lmt	+95,00% Cnf.Lmt	hg Beta (ß)	hg St.Err.ß	-95,00% Cnf.Lmt	+95,00% Cnf.Lmt
Intercept		6,120034	6,219080	0,984074	0,335319	-6,74511	18,98518				
d1,3	Pooled										
h		0,533990	0,162066	3,294883	0,003169	0,19873	0,86925	0,566266	0,171862	0,210742	0,921790
hndk	Pooled										
h1/2k	Pooled										

Tablica 11.

Dependnt Variable	Test of SS Whole Model vs. SS Residual (Spreadsheet sva stabla.sta)										
	Multiple R	Multiple R2	Adjusted R2	SS Model	df Model	MS Model	SS Residual	df Residual	MS Residual	F	p
hg	0,566266	0,320657	0,291121	133,9642	1	133,9642	283,8158	23	12,33982	10,85625	0,003169

4.8. Usporedba prsnog promjera i visine stabla s podatcima iz obrazaca O-2

Osam stabala nalazilo se u sastojinama starim između 3 i 13 godina prema posljednjoj osnovi gospodarenja. To su stabla ostavljena nakon dovršnog sijeka u sastojini zajedno sa stablima u zaštitnom prstenu. Kod takvih slučajeva trebalo se koristiti podatcima iz obrazaca O-2 u nekim od prethodnih osnova jer podataka iz aktualnih još nema jer se u sastojinama prvog dobnog razreda ne provodi izmjera. S obzirom na to da su osnove gospodarenja za pojedine odsjeke rađene prije naše izmjere, za relevantnu usporedbu s podatcima iz O-2 obrazaca trebalo je napraviti korekciju prsnog promjera na godinu izrade osnove gospodarenja.

Na temelju dostupnih podataka o debljinskom prirastu stabala hrasta lužnjaka u sedmom dobnom razredu utvrđeno je da stabla prosječno debljinski prirašćuju 5 mm godišnje. Korekcija je napravljena na način da se izračunao broj godina od izrade relevantne osnove gospodarenja do godine izmjere i taj broj se pomnožio s prosječnim godišnjim debljinskim prirastom stabala. Dobivena vrijednos debljnskog prirasta oduzela se od vrijednosti prsnog promera dobivenih izmjerom u 2022. godini. Za visinski prirast nije se radila korekcija zato što pomak visinske krivulje u starim sastojinama nije značajan. Podataka srednje sastojinske visine za sastojinu u kojoj je stablo L2 nije bilo u obrascu, stoga je za potrebe analize to stablo izbačeno.

Tablica 12 prikazuje izmjerene i reducirane vrijednosti prsnih promjera stabala.

Tablica 12. *Podatci s terena i iz O-2*

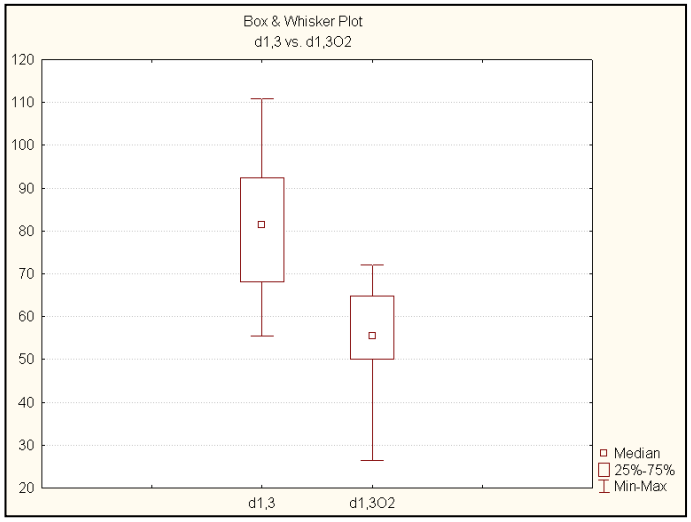
				id=5mm/god			
			MJERENJE NA TERENU			O-2	
	starost u osnovi	godina izrade osnove	d (cm)	d (cm) projekcija preračunata	h (m)	sred.plošno stablo, d (cm)	sred.sastojinska visina, h (m)
Zelenika4	120	2016	79,9	76,9	40,3	50	31
Zelenika3	132	1996	103,1	90,1	33,3	56	32
Zelenika5	132	2016	81,5	78,5	36,5	56	33
Zelenika2	125	2016	113,9	110,9	38,4	66	34
Međustrugovi4	132	2018	68,4	66,4	42,5	50,3	33,2
Međustrugovi5	126	2018	76,5	74,5	38,6	55,1	33,6
Međustrugovi3	131	2018	83,8	81,8	41,2	51,4	31,9
Opeke1	169	2018	58,4	56,4	37,1	68,09	38,6
Josip Kozarac9	150	2015	95,2	91,7	35,9	67,1	38,4
JosipKozarac7	4	2015	92,9	89,4	32,7	70,6	33,8
Grede Kamare 15	120	2016	87,5	84,5	34	53,1	32,2
Grede Kamare 13	135	2016	96,3	93,3	48,3	64,1	37,4
Grede Kamare 17	159	2016	98,7	95,7	37,9	64,5	37,4
Međustrugovi1	120	2018	95	93	34,7	55,8	33
Međustrugovi2	121	2018	62,6	60,6	38,4	56,4	33
Josip Kozarac6	125	2015	108,2	104,7	42,9	33,2	24,6
Josip Kozarac5	104	1995	94,6	81,1	37,3	36,3	27,6
Josip Kozarac3	95	1995	98,3	84,8	46,8	44,3	31,9
Josip Kozarac 15	116	2015	71,5	68	40,2	53,9	31,8
Josip Kozarac 14	116	2015	63,6	60,1	44,5	53,9	31,8
Lonja5	120	1999	81,2	69,7	34,1	65	31
Lonja4	145	2018	57,4	55,4	37,8	26,4	21
Josip Kozarac8	140	1995	81,9	68,4	33	46	29
Brezovica1	140	2017	102	99,5	31	72	32
Lonja2	3	2018	97,8	95,8	35,8	49,7	nema podataka

4.8.1. Usporedba prsnih promjera stabala s gnijezdom i srednjeg plošnog stabla

Napravljen je t-test nezavisnih uzoraka (N=24) između korigiranih prsnih promjera i srednjih plošnih stabala iz O-2 obrazaca. Prosječni korigirani prsni promjer stabala iznosi 80,6 cm, dok je taj prosjek za srednja plošnja stabla 54,8 cm. Ustanovljeno je da postoji statistički značajna razlika između mjerenih uzoraka i srednjih plošnih stabala (p=0,000000) (tablica 13.).
Raspon korigiranih prsnih promjera i srednjih plošnih stabala prikazan je *box-whisker* grafom (slika 17.).

Tablica 13. *T – test usporedbe mjerenih prsnih promjera i srednjeg sastojinskog stabla*

	T-test for Independent Samples (Spreadsheet1) Note: Variables were treated as independent samples										
Group 1 vs. Group 2	**Mean Group 1**	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
d1,3 vs. d1,3O2	80,64167	54,81250	6,543230	46	0,000000	24	24	15,39178	11,70779	1,728333	0,197056



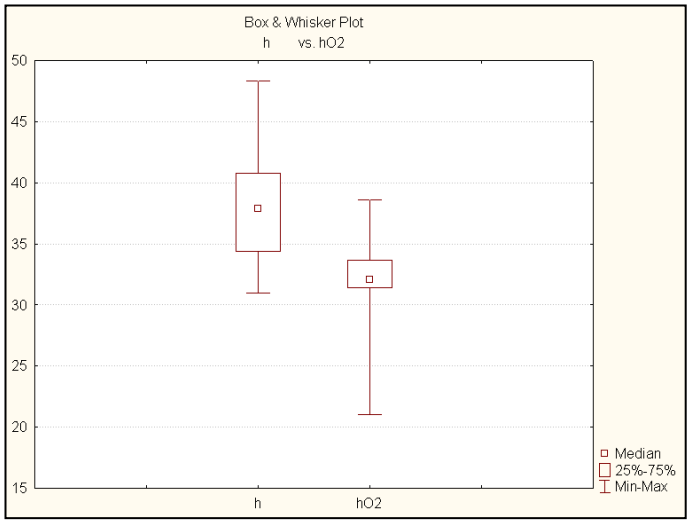
Slika 17. *Box-whisker graf usporedbe prsnih promjera*

4.8.2. Usporedba visina stabala s gnijezdom i srednjeg sastojinskog stabla

Napravljen je t-test nezavisnih uzoraka (N=24) između korigiranih visina stabala i srednjih sastojinskih stabala iz O-2 obrazaca. Prosječna visina korigiranih stabala iznosi 38,2 m, dok je taj prosjek za srednja sastojinska stabla 32,2 m. Ustanovljeno je da postoji statistički značajna razlika između mjerenih uzoraka i srednjih sastojinskih stabala (p=0,000012) (tablica 14.).
Raspon podataka korigiranih visina stabala i srednjih sastojinskih stabala prikazan je *box-whisker* grafom (slika 18.).

Tablica 14. T-test usporedbe mjerenih prsnih promjera sa srednjim sastojinskim stablom

	T-test for Independent Samples (Spreadsheet1) Note: Variables were treated as independent samples										
Group 1 vs. Group 2	**Mean Group 1**	Mean Group 2	t-value	df	p	Valid N Group 1	Valid N Group 2	Std.Dev. Group 1	Std.Dev. Group 2	F-ratio Variances	p Variances
h vs. hO2	38,22500	32,21667	4,910595	46	0,000012	24	24	4,492336	3,968426	1,281469	0,556848



Slika 18. *Box-whisker graf usporedbe visina stabala*

5. RASPRAVA

S obzirom na to da su dendrometrijski parametri stabala na kojima gnijezdi orao štekavac u Hrvatskoj slabo istraženi, rezultati dobiveni u ovom radu mogu pomoći u definiranju tih stabala. Prosječan prsni promjer istraživanih stabala (d=86 cm) te prosječna visina gnijezda na stablu (hg=26,5 m)gotovo se podudaraju s vrijednostima koje je objavila A. Radović 2008 (d=84 cm, hg=24,5 m). Na temelju tog istraživanja napravljeno je još nekoliko radova te i Program monitoringa orla štekavca. Ostali mjereni parametri (visina stabla, visina baze krošnje, visina najšireg dijela krošnje, širina krošnje na glavnim stranama svijeta) do sad nisu istraživani u Hrvatskoj i trenutno nema već postojećih podataka s kojima bismo mogli usporediti izmjerene rezultate.

Što se tiče vrsta stabala, i Radović (2008.) i Mikuska (2011.) primijetili su da štekavac najradije za gniježđenje bira hrast lužnjak, zatim poljski jasen te na kraju bijelu topolu. To potvrđuje i ovo istraživanje. Korelacija između visine gnijezda i visine stabla pokazala se značajna i u daljnjim analizama. Pozicija, odnosno visina gnijezda na stablu najbliža je vrijednosti visine najšireg dijela krošnje iako visina najšreg dijela krošnje dosta varira. To je donekle i logično jer štekavac svoje gnijezdo pozicionira u rašljama debljih grana. Interesantno je da se na stablima na kojima se gnijezdi orao štekavac visina polovice krošnje nalazi u pravilu nešto iznad visine najšireg dijela krošnje iako to nije statistički značajno. Za projekciju visine gnijezda na stablu najboljim se pokazao parametar visine stabla, no objašnjenost modela sugerira i na postojanje drugih parametara koji utječu na poziciju gnijeza na stablu.

Krošnje su u prosjeku najšire na južnoj strani svijeta, no to ne mora biti kriterij pri odabiru stabla za gniježđenje, već je najvjerojatnije povezano s osunčanosti krošnje i međusobnom kompeticijom stabala u sastojini. Trebalo bi napraviti dodatne izmjere kako bi se moglo utvrditi preferira li štekavac stabla s najširom krošnjom na određenoj strani svijeta. Usporedba podataka prsnog promjera i visine mjerenih stabala s podatcima srednjih stabala iz Osnove gospodarenja jasno pokazuju da štekavac preferira stabla iz dominantne etaže te da su mu najvažniji kriteriji za gniježđenje visina stabla i povezano s tim prsni promjer. Visina stabla i prsni promjer veći od prosjeka potrebni su kako bi stablo moglo izdržati teret gnijezda. Također, štekavac je velika ptica grabljivica koja treba imati mogućnost nesmetano slijetati na gnijezdo i imati preglednost nad okolišem.

Treba uzeti i u obzir mogućnost pogreške mjerenja. One mogu biti slučajne (neizbježne, svojstvene svakom mjerenju) i sistematske (najčešće pogreške instrumenta) (Pranjić, Lukić, 1997.). Terenska izmjera za ovaj rad napravljena je u vegetacijskoj sezoni, što je moglo utjecati na točnost rezultata. Prilikom izmjere nekih stabala Vertexom, zbog bujnog raslinja te slabe vidljivosti krošnje zbog okolnih stabala nije bilo moguće udaljiti se od mjerenog stabla na udaljenost približnu visini, a ponekad se trebalo udaljiti na udaljenost koja je bila izvan radnog dosega Vertexa.

6. ZAKLJUČAK

Što se tiče gniježđenja orla štekavca u Parku prirode Lonjsko polje, od vrsta stabala koje odabire najzastupljeniji je hrast lužnjak. Statistički se utvrdilo da su najvažniji prediktori na temelju kojih štekavac odabire stabla za gniježđenje visina stabla i njegov prsni promjer. Što je stablo više i deblje, vjerojatnije je da će ga štekavac odabrati. Visina gnijezda u krošnji u prosjeku je najbliža vrijednosti visine najšireg dijela krošnje, iako visina polovice krošnje nešto bolje korelira s visinom gnijezda. Najbolji statistički značajan prediktor visine gnijezda je visina stabla. Širinu krošnje na glavnim stranama svijeta potrebno je dodatno istražiti mjerenjem okolnih stabala u sastojini zajedno sa stablom na kojem je gnijezdo.

Dosadašnjih istraživanja o dendrometrijskim svojstvima stabala na kojima se gnijezdi orao štekavac vrlo je malo i nisu novijeg datuma, zato se nameće potreba za dodatnim istraživanjima na cijelom području gniježđenja u Hrvatskoj. Brojni su parametri koji se mogu istraživati i mnogi od njih izlaze iz okvira isključivo dendrometrijske izmjere. U svrhu što kvalitetnije zaštite štekavca bilo bi poželjno istražiti i utjecaj šumskogospodarskih radova na uspješnost gniježđenja.

LITERATURA:

Udruga Biom (2018) Ptice Hrvatske i Europe

BirdLife International (2022) Species factsheet: *Haliaeetus albicilla*

Čavlović, J. (2013) Osnove uređivanja šuma. Zagreb. Šumarski fakultet Zagreb

Mikuska T. (2011) Praćenje populacije štekavca Haliaeetus albicilla na području Parka prirode Lonjsko polje

Mikuska T. (2014), Državni zavod za zaštitu prirode Program monitoringa za štekavca,

Pranjić, A. & Lukić, N. (ur.) (1997) Izmjera šuma. Zagreb. Sveučilište u Zagrebu, Šumnarski fakultet. https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:128:397620

Radović, A. (2008) 'Značajke i održivost populacije orla štekavca (Haliaeetus albicilla L.) u Hrvatskoj', doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.Radović, A. & Mikuska, T. (2009) Population size, distribution and habitat selection of the whitetailed eagle Haliaeetus albicilla in the alluvial wetlands of Croatia. *Biologia (Bratislava)*, 64 (1), 156-164.

Radović, D. & Kralj, J. & Tutiš, V. & Ćiković, D. (2003) Crvena knjiga ugroženih ptica Hrvatske. Zagreb: Mnistarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, (monografija)

Tadić, V. (2014). 'ZAŠTITA POPULACIJE ORLA ŠTEKAVCA (Haliaeetusalbicilla L.) U ISTOČNOJ HRVATSKOJ', Undergraduate thesis, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, accessed 21 July 2022, https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:658505

Tutiš, V. & Kralj, J. & Radović, D. & Ćiković, D. & Barišić, S. (ur.) (2013) Crvena knjiga ptica Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 258 str.

Zakon o zaštiti prirode – NN80/13

interni dokumenti Javne ustanove Parka prirode Lonjsko polje

https://hr.wikipedia.org/wiki/Park_prirode_Lonjsko_polje