

# Izbor staništa primarnih i sekundarnih ptica dupljašica u poplavnim šumama uz rijeku Dravu, Hrvatska

---

Slatki, Mario

Doctoral thesis / Disertacija

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:153357>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

MARIO SLATKI

**IZBOR STANIŠTA PRIMARNIH I  
SEKUNDARNIH PTICA DUPLJAŠICA U  
POPLAVNIM ŠUMAMA UZ RIJEKU  
DRAVU, HRVATSKA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2021.



Sveučilište u Zagrebu

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

BIOLOŠKI ODSJEK

MARIO SLATKI

**IZBOR STANIŠTA PRIMARNIH I  
SEKUNDARNIH PTICA DUPLJAŠICA U  
POPLAVNIM ŠUMAMA UZ RIJEKU  
DRAVU, HRVATSKA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2021.



University of Zagreb

FACULTY OF SCIENCE

DIVISION OF BIOLOGY

MARIO SLATKI

**HABITAT SELECTION OF PRIMARY  
AND SECONDARY HOLE-NESTING  
BIRDS IN FLOODED FORESTS ALONG  
DRAVA RIVER, CROATIA**

DOCTORAL DISSERTATION

Zagreb, 2021.

Ovaj je doktorski rad izrađen u Zoologijskom zavodu Biološkoga odsjeka Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom doc. dr. sc. Jelene Kralj u sklopu Sveučilišnoga poslijediplomskog doktorskog studija Biologije Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## Informacije o mentoru

Ime i prezime mentora: Jelena Kralj

Matični broj znanstvenika: 188422

URL za web CROSBİ: <https://www.bib.irb.hr/pregled/znanstvenici/188422?autor=188422>

Mrežna stranica: [https://www.researchgate.net/profile/Jelena\\_Kralj](https://www.researchgate.net/profile/Jelena_Kralj)

Znanstveno zvanje: znanstvena savjetnica

Obrazovanje:

1991. Diplomirani inženjer biologije, PMF, Sveučilište u Zagrebu

1994. Magistar znanosti, polje Biologija, PMF, Sveučilište u Zagrebu

2000. Doktor znanosti, polje Biologija, PMF, Sveučilište u Zagrebu

Zaposlenje:

1992. – danas: Zavod za ornitologiju, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti

Mentorstva doktorskih studenata i poslijedoktoranata:

2011. – 2020. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu: 19 diplomanata, 3 doktoranda, mentor na još 3 doktorskih disertacija u izradi.

Znanstvena aktivnost: objavila je 54 znanstvena rada, 8 knjiga, 39 kongresnih priopćenja iz područja ornitologije.

Sudjelovanje na najvažnijim znanstvenim i stručnim projektima:

Voditeljica projekta „Očuvanje populacija čigri u porječju Save i Drave – ČIGRA”, Interreg Slovenija-Hrvatska (2017. – 2020.)

Voditeljica projekta „Monitoring selidbenih sustava i drugih aspekata ekologije divljih vrsta ptica u Hrvatskoj znanstvenim prstenovanjem ptica 2015. – 2017”. Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (2015. – 2017.)

Nastavna aktivnost:

Od akademske godine 2014./2015. predavač, a od 2016./2017. predavač i nositelj kolegija Ornitologija na diplomskom studiju Eksperimentalne biologije – modul Zoologija na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Aktivnost u međunarodnim konvencijama:

2018. – danas: koordinator *Eurasian Spoonbill international Expert Group*

2006. – 2012: regionalni predstavnik srednje Europe u Stručnom tijelu AEWA-e (*Technical Committee of the African-Eurasian Waterbirds Agreement*), predsjedavajuća od 2009. do 2012.

2001. – danas: predstavnik Hrvatske u znanstvenom tijelu Banske konvencije (*CMS Scientific Councilor*)

**Iskreno se zahvaljujem:**

- mentorici, doc. dr. sc. Jeleni Kralj na stručnom vodstvu, motivaciji, savjetovanju i pomoći tijekom cijeloga poslijediplomskog studija.
- članovima udruge BIOM na sjajnim terenima koji su mi pružili veliku mogućnost za osobno usavršavanje i učenje metoda iz prve ruke te na korisnim stručnim i prijateljskim savjetima.
- kolegama iz Druge gimnazije Varaždin na nesebičnoj podršci, brojnim zamjenama te na pomoći oko matematičkih, statističkih, geografskih, jezičnih i drugih nedoumica.
- djelatnicima Hrvatskih voda za brz pristup traženim informacijama i pomoć oko kartografskih prikaza.
- djelatnicima Hrvatskih šuma za brz pristup traženim informacijama iz šumskogospodarskih osnova te na velikoj pomoći i susretljivosti tijekom terenskih obilazaka.
- Tomislavu Glavašu na sjajnim fotografijama ptica.
- roditeljima Dragutinu i Dubravki na tome što su me naučili kako dobro odabrati i stajati iza svojih odabira.
- Marti Ceganec na lekturi.
- i najvažnije, mojoj maloj obitelji, Danijeli, Ivanu i Juraju na ogromnom razumijevanju, ljubavi i bezrezervnoj podršci. Zbog vas je sve ovo vrijedilo truda.



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Doktorski rad

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

### IZBOR STANIŠTA PRIMARNIH I SEKUNDARNIH PTICA DUPLJAŠICA U POPLAVNIM ŠUMAMA UZ RIJEKU DRAVU, HRVATSKA

MARIO SLATKI

#### Sažetak:

U sklopu doktorskoga rada istražena je korelacija između karakteristika zajednica primarnih i sekundarnih dupljašica te florističkih i strukturnih karakteristika staništa u nizinskim poplavnim šumama uz rijeku Dravu u Hrvatskoj. Standardna metoda prebrojavanja u točki korištena je za istraživanje zajednica ptica, a metoda kružnih ploha za istraživanje staništa na ukupno 66 točaka. Bazalna površina stabala korištena je kao indikator starosti i za klasifikaciju istraživanih točaka u četiri skupine prema dominantnoj vrsti stabla. Uočena je velika heterogenost staništa. Zabilježeno je ukupno 13 vrsta dupljašica (5 vrsta primarnih i 8 vrsta sekundarnih). Ustanovljeno je da broj vrsta ptica i brojnost populacija ptica dupljašica ovise i o strukturnom i florističkom sastavu šumskih zajednica. Starije šumske sastojine imale su veću raznolikost zajednica ptica i veću gustoću populacija. Ptice su preferirale miješane šume i šume tipa jasena, a florističke karakteristike su imale veći utjecaj na sastav zajednica sekundarnih dupljašica. Broj vrsta i brojnost sekundarnih dupljašica bili su pozitivno korelirani s brojem vrsta i brojnošću primarnih dupljašica. Rezultati rada mogu biti korišteni kao smjernica za održivo gospodarenje šumama.

**Rad sadrži:** 92 stranice, 24 slike, 17 tablica, 127 literaturnih navoda, jezik izvornika – hrvatski

**Ključne riječi:** zajednice ptica, dupljašice, struktura šumskoga staništa, starost šume

**Mentor:** doc. dr. sc. Jelena Kralj

**Ocjenjivači:** izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić

izv. prof. dr. sc. Marko Čaleta

doc. dr. sc. Alma Mikuška

**Zamjena:** prof. dr. sc. Davor Zanella

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

University of Zagreb

Doctoral thesis

Faculty of Science

Division of Biology

## **HABITAT SELECTION OF PRIMARY AND SECONDARY HOLE-NESTING BIRDS IN FLOODED FORESTS ALONG DRAVA RIVER, CROATIA**

MARIO SLATKI

### **Summary:**

In this doctoral thesis, correlation between primary and secondary hole-nesters community characteristics and floristic and structural characteristics of their habitat was studied in riverine forest stands near river Drava in Croatia. The standard point count method was used to study bird communities, and the circular plot method was used to study habitats at a total of 66 points. The basal surface of the trees was used as an indicator of age, but also to classify the investigated points into four groups according to the dominant tree type. Forest habitat was found to be very heterogeneous. A total of 13 bird species were recorded (5 primary and 8 secondary hole-nesters). Results showed that the number of bird species as well as their abundance depend on both structural and floristic composition of forest communities. Older forest stands had a greater diversity of bird communities and higher population density. Birds selected mixed and ash forest, and floristic characteristics had greater impact on the composition of secondary hole-nesters. The number of species and abundance of secondary hole-nesters were positively correlated with the number of species and the size of the populations of primary hole-nesters. The results of this thesis can be used as a guideline for sustainable forest management.

**Thesis contains:** 92 pages, 24 figures, 17 tables, 127 references, original in Croatian

**Key words:** bird community, hole-nesters, forest habitat structure, forest age

**Supervisor:** assist. prof. Jelena Kralj, PhD

**Rewievers:** assoc. prof. Perica Mustafić, PhD

assoc. prof. Marko Čaleta, PhD

assist. prof. Alma Mikuška, PhD

**Substitute:** prof. Davor Zanella, PhD

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
1.1. Cilj rada .....	3
1.2. Hipoteze .....	4
2. LITERATURNI PREGLED .....	5
2.1. Zajednice ptica .....	5
2.2. Ptice dupljašice.....	6
2.3. Karakteristike poplavnih šuma u Hrvatskoj .....	7
2.3.1. Položaj i zastupljenost.....	7
2.3.2. Klima.....	11
2.3.3. Fiziografske značajke tla, pedogenetski i geografski odnosi .....	12
2.3.4. Flora i vegetacija .....	14
2.3.5. Gospodarenje šumama .....	18
2.3.6. Značenje poplavnih šuma.....	21
3. MATERIJALI I METODE .....	24
3.1. Područje istraživanja .....	24
3.1.1. Varaždinske nizinske šume .....	26
3.1.2. Pažut.....	26
3.1.3. Repaš i Gabajeva greda.....	28
3.1.4. Đurđevačke nizinske šume.....	29
3.2. Metode istraživanja .....	30
3.2.1. Metode istraživanja ornitofaune.....	30
3.2.2. Metode istraživanja staništa .....	31
3.2.3. Metode obrade podataka .....	33
4. REZULTATI.....	36
4.1. Zajednice ptica dupljašica .....	36

---

4.2. Struktura staništa .....	48
4.3. Izbor staništa prema strukturnim i florističkim karakteristikama .....	56
5. RASPRAVA.....	62
5.1. Zajednice ptica dupljašica .....	62
5.2. Značajke staništa poplavnih šuma uz rijeku Dravu.....	66
5.3. Izbor staništa primarnih i sekundarnih dupljašica.....	67
5.4. Gospodarenje šumama .....	70
5.5. Metodološki aspekti .....	74
6. ZAKLJUČAK .....	78
7. LITERATURA.....	80
8. ŽIVOTOPIS .....	91

## **POPIS SLIKA I TABLICA**

**Slika 1.** Poplavna područja nizinske Hrvatske

**Slika 2.** Područja za prihvat velikih voda i nizinske retencije nizinske Hrvatske

**Slika 3.** NATURA 2000 ekološka mreža - područja u Republici Hrvatskoj važna za očuvanje divljih ptica

**Slika 4.** Položaj istraživanih područja

**Slika 5.** Varaždinske nizinske šume

**Slika 6.** Pažut

**Slika 7.** Repaš

**Slika 8.** Gabajeva greda

**Slika 9.** Đurđevačke nizinske šume

**Slika 10.** Udio vrsta ptica dupljašica zabilježenih na istraživanom području

**Slika 11.** Primarne dupljašice zabilježene na istraživanom području

**Slika 12.** Sekundarne dupljašice zabilježene na istraživanom području

**Slika 13.** Prosječna brojnost parova primarnih dupljašica u različitim tipovima šuma

**Slika 14.** Prosječna brojnost parova sekundarnih dupljašica u različitim tipovima šuma

**Slika 15.** Prosječna brojnost parova primarnih dupljašica u šumama različite starosti

**Slika 16.** Prosječna brojnost parova sekundarnih dupljašica u šumama različite starosti

**Slika 17.** Prosječna brojnost parova primarnih i sekundarnih dupljašica u različitim tipovima šuma

**Slika 18.** Prosječna brojnost parova primarnih i sekundarnih dupljašica u šumama različite starosti

**Slika 19.** Udio brojnosti parova dupljašica prema supstratu hranjenja

**Slika 20.** Udio brojnosti vrsta dupljašica prema supstratu hranjenja

**Slika 21.** Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti dupljašica u različitim tipovima šuma

**Slika 22.** Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti dupljašica u sastojinama različitih apsolutnih starosti

**Slika 23.** Udio vrsta stabala po broju zabilježenih jedinki na istraživanom području

**Slika 24.** Prosječna starost različitih tipova šuma na istraživanom području

**Tablica 1.** Površine šuma vlažnih staništa (ha) na područjima pojedinih uprava šuma

**Tablica 2.** Kategorije (razredi) stabala prema prsnom promjeru

**Tablica 3.** Popis vegetacijskih i ornitoloških varijabli uključenih u analizu

**Tablica 4.** Razdioba zabilježenih vrsta prema gniježđenju i supstratu hranjenja

**Tablica 5.** Raspodjela istraživanih vrsta izražena kao broj parova na pojedinim lokacijama

**Tablica 6.** Spearman-rank korelacija između broja parova i vrsta primarnih i sekundarnih dupljašica

**Tablica 7.** Prosječna površina istraživanih odsjeka po tipu šume

**Tablica 8.** Vegetacijska struktura staništa po stanišnim tipovima (tip šume)

**Tablica 9.** Analiza glavnih komponenti s 28 nezavisnih varijabli staništa

**Tablica 10.** Spearman-rank korelacija između glavnih komponenti i broja parova te broja vrsta dupljašica

**Tablica 11.** Spearman-rank korelacija između glavnih komponenti i broja parova koji se hrane na deblu i u krošnji

**Tablica 12.** Standardizirani selekcijski indeksi pojedinih vrsta dupljašica za staništa određenoga tipa

**Tablica 13.** Standardizirani selekcijski indeksi pojedinih vrsta dupljašica za staništa različite starosti

**Tablica 14.** Standardizirani selekcijski indeksi primarnih i sekundarnih dupljašica za staništa različitoga tipa

**Tablica 15.** Standardizirani selekcijski indeksi primarnih i sekundarnih dupljašica za staništa različite starosti

**Tablica 16.** Standardizirani selekcijski indeksi dupljašica koje se hrane na deblu i u krošnji za staništa različitoga tipa

**Tablica 17.** Standardizirani selekcijski indeksi dupljašica koje se hrane na deblu i u krošnji za staništa različite starosti

## 1. UVOD

Šumsko stanište možemo definirati kao sustav u kojem su stabla drvenastoga bilja dovoljno blizu da mogu formirati zatvorenu i neprekinutu krošnjju (Shugart, 1990.). Za ptice predstavlja najbogatije stanište jer njegova slojevitost i kompleksnost (slojevi krošnji, grane, debla, grmlje, tlo) pružaju brojne ekološke niše dobro opskrbljene kukcima, cvijećem i plodovima. Šumskim pticama smatramo sve vrste koje su ograničene na šumsko stanište, ovisne o njemu ili čije je središte distribucije šuma (Keast, 1990.). Analiza biogeografije šumskih zajednica pokazuje da su zoogeografska područja vrlo raznolika u pogledu bioraznolikosti ptica. Tako su tropske kišne šume karakteristične po najvećem broju vrsta, dok je područje zapadnoga palearktika, u koji spada i Europa, jedno od svojstava ptica najsiromašnijih područja (Karr, 1990a., Keast, 1990.). Smatra se da je uzrok tome dinamičan povijesni razvoj zajednica listopadnih šuma. One su se pojavile već u razdoblju rane krede kao odgovor na sušna razdoblja u područjima oko tropske zone i razvijale se podjednako u umjerenom pojasu Sjeverne Amerike, Europe i Azije sve do pleistocena. Tada se snižava temperatura, kontinenti se polako razdvajaju vodom ili ledom i događa se nekoliko velikih glacijacija tijekom kojih se listopadne šume, a s njima i šumske zajednice ptica, potiskuju južnije. To je uzrokovalo specifične obrasce specijacije ptica, ali i razlike u biogeografskom smislu i na razini zajednica ptica između zapadnog palearktika i ostalih područja (Hino, 1990.).

Zbog zemljopisnoga položaja teritorijem Republike Hrvatske prolazi fitogeografska granica između eurosibirsko-sjevernoameričke i mediteranske šumske regije. Zbog dobro razvijene orografije šumska vegetacija dalje se diferencira na više vertikalnih vegetacijskih pojaseva, a oni se raščlanjuju na horizontalne vegetacijske zone. Detaljni sintaksonomski pregled šumskih zajednica Hrvatske kao i njihove opise daju Rauš i sur. (1992.). Prema tom pregledu istraživano područje spada u europsku subregiju eurosibirsko-sjevernoameričke šumske regije i nalazi se unutar panonske i subpanonske vegetacijske zone europsko-planarnoga vegetacijskog pojasa (vidi i Trinajstić, 1998.).

U dolinama velikih rijeka, poput Save, Drave i Dunava u Hrvatskoj, u prostorima redovito izloženim vlaženju (poplavama, oborinskom i podzemnom vodom) nastali su različiti šumski ekosustavi koji se danas izmjenjuju s močvarama i vlažnim livadama tradicionalnoga agrara. Ti se ekosustavi nazivaju poplavne šume i sastoje se od higrofitskoga drveća poput vrba (*Salix sp.*), topola (*Populus sp.*), crne joha (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), poljskoga javora (*Fraxinus angustifolia* Vahl), treperavoga brijesta (*Ulmus laevis* Pall.) i hrasta lužnjaka (*Quercus robur*

L.), higrofita u sloju grmlja te pravih hidrofita u prijelaznim staništima između šume i močvare (Prpić i sur., 2005.).

Šume za ptice predstavljaju stanište, tj. prostor za život, zaklon, mjesto za prehranu i gniježđenje, a njihova obilježja variraju sezonski i iz godine u godinu. Najvažniji atributi staništa pritom su struktura, floristički sastav, hrana i dinamika staništa te oni uvelike utječu na preživljavanje, reprodukciju, bogatstvo vrsta i brojnost pojedinih vrsta ptica (Karr, 1990b.). Trenutačna raspodjela i raznolikost ptica rezultat su brojnih geoloških događaja u prošlosti te promjena klime i vegetacije. Budući da su ptice šumskih staništa usko vezane uz vegetaciju, evolucija današnje faune ptica šumskih staništa zasigurno je posljedica te uske povezanosti i složenih međudjelovanja između ptica i biljaka (Blondel, 1990.).

U istraživanjima zajednica šumskih ptica često se raspravlja o tome imaju li floristička ili strukturalna obilježja staništa bitniji utjecaj na sastav zajednica ptica (Blondel i sur., 1973., MacArthur i MacArthur, 1961., Moskat, 1988.). Novija istraživanja odnosa šumskih ptica i njihovoga staništa pokazuju da su i strukturalna i floristička sastavnica vrlo važne ako želimo objasniti distribuciju ptica u različitim šumskim staništima (Hewson i sur., 2011.). Kirin i sur. (2011.) slične rezultate dobili su istraživanjima u Hrvatskoj. Uočeno je da odabir staništa kod šumskih ptica ovisi i o florističkim i o strukturalnim karakteristikama.

U zajednicama šumskih ptica dupljašice predstavljaju vrlo važnu sastavnicu. Iako se mogu gniježđiti na različitim mjestima (zemlja, pukotine stijena, zgrade), većina ih koristi duplje u stablima. Razlikujemo primarne dupljašice poput djetlovki, koje kljunom samostalno dube duplju u stablu, i sekundarne dupljašice koje ne mogu samostalno izdubiti duplju za gniježđenje. Zbog toga ovise o postojećim dupljama koje su načinili djetlići ili su nastale raspadanjem drveta pod utjecajem gljiva (Newton, 1994.). Djetlovke duplje većinom rade u raspadajućem ili mrtvom drveću (Ćiković i sur., 2014.), stoga se brojnost i raznolikost dupljašica povećava sa starosti šuma (Camprodon i sur., 2008., Haapanen, 1965.). Naravno, zbog specifičnoga načina gniježđenja i odabira staništa povezanoga s istim (vidi Ćiković i sur., 2014., Dolenc i sur., 2008., Dolenc, 2009., Kralj i sur., 2009., Matthysen i Adriaensen, 1998., Mikusiński i sur., 2001., Pakkalaa i sur., 2018. i dr.), ptice dupljašice imaju vrlo važnu ulogu u održavanju šumskih ekosustava.

Podaci o odabiru staništa ptica mogu biti vrlo značajni modifikator načina upravljanja šumama. Brojna istraživanja pokazuju da se rezultati istraživanja zajednica ptica u nizinskim šumama mogu iskoristiti u preporukama za održivo gospodarenje šumama (Fuller, 1990., Garmendia i sur., 2006., Wübbenhorst i Südbeck, 2001.). Dupljašice poput djetlića posebno se ističu kao



dobri pokazatelji kvalitete staništa (Kajtoch i sur., 2015., Mikusiński i sur., 2001., Wübbenhorst i Südbeck, 2001.). Konkretnije, istraživanje koje su proveli Schulze i sur. (2019.) pokazalo je da promjene u upravljanju šumama mogu značajno utjecati na bioraznolikost ptica, posebice specijalista. Upravo zbog toga trebali bismo značajno poboljšati naše razumijevanje načina na koji korištenje i upravljanje staništima utječe na prirodne procese. To može biti posebno važno za velike nizinske šume uz rijeke na koje ljudi utječu već stoljećima (Prpić i Milković, 2005.). De Zan i sur. (2017.) pokazali su da varijable povezane sa strukturom fragmenata bukovih šuma poput broja velikoga drveća, raznolikosti otkinutih velikih grana i brojnosti mrtvoga drveća pozitivno utječu na prisutnost i brojnost ptica dupljašica. Nadalje, raznolikost mrtvoga drveća značajan je resurs za prehranu, ali i gniježđenje dupljašica. Zbog svega navedenoga raznolikost zajednica ptica može biti dobar argument za primjenu načela održivosti kod upravljanja okolišem (Kubalikova i sur., 2019.).

Istraživanja zajednica ptica šumskih staništa u Hrvatskoj dosad su bila ograničena na sastojine hrasta lužnjaka u nizinskom području te planinske šume (Kirin i sur., 2011., Kralj, 2000.). U zajednicama nizinskih šuma, osim dominantnoga hrasta lužnjaka, još uvijek su očuvane šume jasena, johe, topole i vrbe koje su obuhvaćene istraživanjima poplavnih šuma Baranje (Rucner i Rucner, 1970.). Poplavne šume pripadaju subpanonskoj i panonskoj vegetacijskoj zoni (Trinajstić, 1998.). Budući da su u tim zonama dominantne šume hrasta lužnjaka, meke bjelogorične vrste poput vrbe, topole i johe te poljski jasen zauzimaju manje površine. Osim toga, sastojine tih vrsta često su vrlo fragmentirane. Budući da su u Hrvatskoj podaci o izboru staništa ptica nepotpuni, odlučio sam istražiti upravo značajke zajednica ove skupine ptica u dosad neistraženim i fragmentiranim poplavnim šumama uz rijeku Dravu. Smatram da ću time doprinijeti stvaranju potpunije slike o ornitofauni Hrvatske, ali i o stanju i održivosti poplavnih šuma.

## **1.1. CILJ RADA**

Ovo istraživanje uključuje ptice dupljašice poplavnih šuma uz rijeku Dravu u Hrvatskoj. Glavni cilj istraživanja je odrediti korelaciju između sastava zajednica primarnih i sekundarnih ptica dupljašica te strukturnih i florističkih obilježja njihovoga staništa. Budući da su ptice, poglavito dupljašice, dobar pokazatelj očuvanosti prirodnih šumskih staništa, rezultati istraživanja doprinijet će razumijevanju općenitoga stanja šumskih staništa u Hrvatskoj. To može ukazati na prednosti i nedostatke sadašnjega modela gospodarenja šumama i doprinijeti stvaranju budućih, održivih modela upravljanja. Osim toga, rezultati objedinjeni sa sličnim istraživanjima

u nizinskim šumama hrasta lužnjaka te gorskim i planinskim šumama dat će jasniju sliku o stanju zajednica šumskih ptica u Hrvatskoj i njihovoj ovisnosti o svojstvima šuma.

Specifični ciljevi istraživanja su:

- analizirati sastav zajednica primarnih i sekundarnih ptica dupljašica na plohama unutar poplavnih šuma u kojima dominiraju jasen, joha, topola i vrba
- analizirati strukturne i florističke karakteristike staništa ptica na plohama unutar poplavnih šuma u kojima dominiraju jasen, joha, topola i vrba
- utvrditi kakve su korelacije između karakteristika zajednica ptica i njihovoga staništa
- usporediti brojnost vrsta i parova primarnih i sekundarnih dupljašica

U svrhu postizanja navedenih ciljeva, u poplavnim šumama johe, topole, jasena i vrbe uz rijeku Dravu u Varaždinskoj, Međimurskoj i Koprivničko-križevačkoj županiji, detaljno su istražene zajednice ptica dupljašica standardnom metodom prebrojavanja u točki (Bibby i sur., 1992.) te florističke i strukturne karakteristike staništa metodom kružnih ploha (Cyr i Oelke, 1976., James i Shugart, 1970.). Statistička analiza uključivala je analizu glavnih komponenti, Spearmanovu korelaciju, Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti te indeks selekcije (Krebs, 2009.).

## **1.2. HIPOTEZE**

Broj vrsta ptica i kvantitativni sastav populacija ptica dupljašica u poplavnim šumama Hrvatske ovise o strukturnom sastavu šumskih zajednica, tj. strukturno različita staništa pokazivat će najveću razliku u broju vrsta i broju parova pojedine vrste.

Starije šumske sastojine imat će veću raznolikost zajednica ptica (veći broj vrsta) i veću gustoću populacija.

Broj vrsta i veličina populacija sekundarnih dupljašica bit će pozitivno korelirani s brojem vrsta i veličinom populacija primarnih dupljašica.

## 2. LITERATURNI PREGLED

### 2.1. ZAJEDNICE PTICA

Fauna ptica počinje se razvijati u ranom tercijaru, a glavna vrsta je razvijena u miocenu, prije 30 – 40 milijuna godina (Blondel, 1990.). Fosilni nalazi poznati su od eocena. Međutim, zbog slabe fosilizacije pneumatičnih kostiju ptica, za razumijevanje povijesti biogeografije ptica od velikoga su značaja objašnjavanje događaja poput kontinentalnoga drifta i razvoj paleontologije ptica u novije vrijeme (Keast, 1990.). Smatra se da je zlatno doba razvoja ptica bio miocen s preko 10 000 različitih vrsta (Blondel, 1990.).

Postoji više različitih definicija zajednica ptica i one ovise o istraživaču. Budući da smo u ekologiji životinja suočeni s istraživanjem mobilnih i bihevioralno vrlo raznolikih vrsta, najčešće ističemo važnost interakcija i funkcionalnih odnosa među vrstama (Wiens, 1992.). Ovdje ću iskoristiti definiciju koju je postavio Schoener (1986.): zajednice ptica su skupine vrsta koje zajedno žive na nekom području i povezuje ih zajedničko stanište, izvor hrane i sl. Određene su prostorno i vremenski, ali kroz te dvije dimenzije mogu se i mijenjati. Karakterizira ih bioraznolikost (bogatstvo vrsta), ali i odnosi među vrstama od kojih neke mogu biti više ili manje zastupljene, tj. dominantne.

Whittaker (1972.) ističe kako treba razlikovati dva tipa bioraznolikosti. Alfa raznolikost odnosi se na brojnost vrsta na određenom području, dok beta raznolikost predstavlja prostornu varijabilnost u raznolikosti, npr. varijabilnost između različitih tipova staništa ili područja. Bioraznolikost najčešće izražavamo pomoću indeksa raznolikosti. U ovom radu korišten je Shannon-Wienerov indeks raznolikosti.

Raznolikost ptičjih zajednica ovisi o brojnim obilježjima staništa koji se vrlo intenzivno isprepliću. Struktura staništa, osobito struktura vegetacije, određuje broj i kvalitetu ekoloških niša koje ptice mogu koristiti. Floristički sastav utječe na brojnost i distribuciju ptica jer morfologija i struktura listova, plodova i kore uvelike utječu na njihov odabir staništa. To možemo povezati i s dostupnosti i tipom hrane. Naposljetku, staništa se mogu mijenjati, pa je i njihova dinamika važan čimbenik (Karr, 1990b.). Pritom neke populacije ptica pokazuju veliku, a neke manju varijabilnost. Iako se vrlo često traži odgovor na pitanje jesu li zajednice ptica na razini staništa stabilne, Karr (1990b.) se zalaže za istraživanje uvjeta u kojima su pojedine populacije i vrste stabilne, umjesto da se bavimo imaginarnom i nedorečenom kategorijom „stabilnosti zajednica“.

Zbog svoje velike pokretljivosti ptice stanište odabiru aktivno na temelju brojnih vizualnih, kemijskih i auditivnih obilježja (Karr, 1990b.). Izbor staništa kod ptica zbiva se po tzv. razinama (eng. *scale*) i to od viših prema nižim. To znači da ptica prvo odabire područje na kojem će gnijezditi (geografski položaj, tip staništa te sam teritorij para). Na tim većim razinama najvažniju ulogu igraju parametri vezani uz vegetaciju. S druge strane, najmanja razina je izbor uže lokacije gniježđenja i tu najvažniju ulogu imaju obilježja vezana uz položaj gnijezda (Burkhardt i sur., 1998.). Od prije navedenih obilježja staništa, najčešće se istražuje utjecaj strukturnih i florističkih značajki na izbor staništa od strane ptica. Rezultati su raznoliki. Neki autori smatraju da su za gniježđenje šumskih ptica, posebice insektivornih, važnije strukturne značajke poput slojevitosti, visine i opsega stabala, pokrovnosti i sl. (Blondel i sur. 1973., MacArthur i MacArthur, 1961.). Drugi smatraju da veće značenje imaju floristički atributi kao što su udio vrsta drveća i njihova raznolikost (Moskat, 1988.). Naravno, postoje istraživanja odnosa šumskih ptica i njihovoga staništa koja pokazuju da su i strukturna i floristička komponenta vrlo važne ako želimo objasniti distribuciju ptica u različitim šumskim staništima (Hewson i sur., 2011., Kirin i sur., 2011.). Uloga ovih istraživanja velika je jer se mogu primijeniti kod upravljanja šumama. Naravno, ne treba zanemariti činjenicu da na odabir staništa utječu i drugi čimbenici poput raspoloživosti hrane, predatora i sl. te da ova istraživanja ne daju odgovore na pitanja o samom procesu izbora staništa. Osim toga, obrasci korištenja staništa variraju između vrsta, ali i unutar vrste kroz vrijeme (Karr, 1990b.).

## 2.2. PTICE DUPLJAŠICE

U ovom istraživanju naglasak je na specifičnoj skupini ptica koje se gnijezde u dupljama – dupljašice. Razlikujemo primarne i sekundarne dupljašice. Primarne dupljašice su ptice koje same dube rupu (npr. djetlići i žune). Najčešće to rade u deblu drveća na oštećenjima nastalim otkidanjem grana ili u njihovoj blizini, a načinjene duplje mogu trajati i više od 20 godina (Ćiković i sur., 2014., Wesołowski, 2011.). Sekundarne dupljašice (npr. sjenice, čvorci, brgljezi, muharice) nastanjuju gotove duplje u drveću, najčešće napuštene duplje primarnih dupljašica (Newton, 1994.). Iako su duplje vrlo često dostupne u prirodi, pa je za takav tip gniježđenja potreban minimum napora kod gradnje, unutar duplje potrebno je izgraditi gnijezdo koje omogućuje lakše čuvanje jaja i njihovu inkubaciju (Moss, 2003.). Gniježđenje u dupljama čini gnijezda sigurnijima, ali istovremeno dovodi do jake konkurencije među dupljašicama koje se gnijezde na istom području. Navedeno je uzrokovalo evoluciju brojnih prilagodbi ponašanja i općenito biologije ptica dupljašica poput poligamije, promjena u obojenosti jaja, specifičnoga šištanja kod glasanja, duljih perioda inkubacije i sl. (von Haartman, 1957.).

U šumskim staništima nedostatak duplji za gniježđenje je najvažniji čimbenik koji ograničava brojnost ptica dupljašica. Zbog toga manipulacija takvim staništima može dovesti do značajnih promjena u lokalnim gustoćama populacija dupljašica (Newton, 1994.). Iako suvremeni modeli gospodarenja šumama počivaju na tipološkoj osnovi i istraživanjima šumarskih stručnjaka i znanstvenika (Meštrović i sur., 1992.), još uvijek uključuju intenzivnu sječu, transport i iskorištavanje drvne mase, posebice starih drva te prilagođavanje prirodnih šumskih staništa eksploataciji od strane čovjeka (Krpan, 1992.). Njega šuma u Hrvatskoj predviđa prorede od srednje dobi pa sve do zrelosti šuma, oplodne sječe, trijebljenje i čišćenje (Matić i Skenderović, 1992.) te uklanjanje starih, fiziološki zrelih stabala kao i čišćenje od starih, trulih stabala i grmlja. Stara stabla su važna staništa brojnim životinjskim vrstama koja prema Konvenciji o biološkoj raznolikosti (Rio de Janeiro, 1992.) znatno dopunjuju bioraznolikost poplavnih šuma (Getz, 2005.).

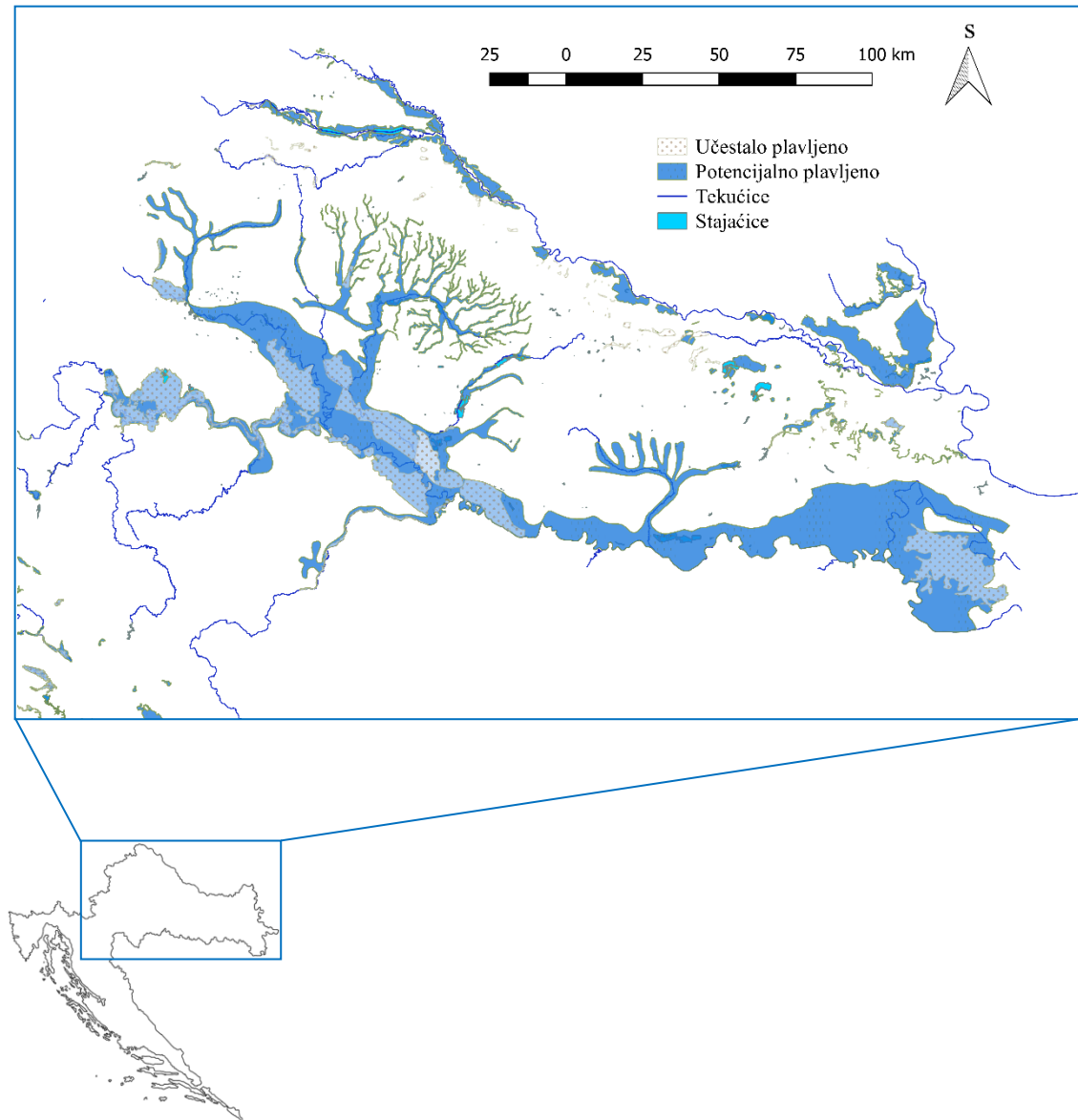
Iz perspektive gospodarenja šumama, značenje dupljašica je veliko. Primarne dupljašice često se spominju kao tzv. „ključne vrste” (eng. *keystone species*) ili „kišobran vrste” (eng. *umbrella species*). Ključnim vrstama smatraju se one koje imaju izraziti učinak na postojanost svih ostalih vrsta (Bond, 1994.), a kišobran vrste su one čije očuvanje ima zaštitni učinak za brojne druge koje se pojavljuju s njima na istom području (Barua, 2011., Fleishman i sur., 2001.). Tako su npr. Mikusiński i sur. (2001.) istraživali povezanost raznolikosti ptica (specijalisti i generalisti šume) s raznolikošću i prisutnošću djetlovki u Poljskoj. Rezultati su pokazali da je broj vrsta šumskih ptica pozitivno koreliran s bogatstvom vrsta djetlovki, tj. da broj vrsta roda *Picidae* može biti dobar pokazatelj raznolikosti šumskih vrsta ptica. Posebice važne vrste su troprsti djetlić (*Picoides tridactylus* (Linnaeus, 1758)) i planinski djetlić (*Dendrocopos leucotos* (Bechstein, 1803)) čija istovremena prisutnost ukazuje na mali stupanj degradacije staništa. Zbog toga su u Europi djetlovke dobre indikator vrste za očuvanost staništa na regionalnoj i lokalnoj razini (Mikusiński i sur., 2001.).

## **2.3. KARAKTERISTIKE POPLAVNIH ŠUMA U HRVATSKOJ**

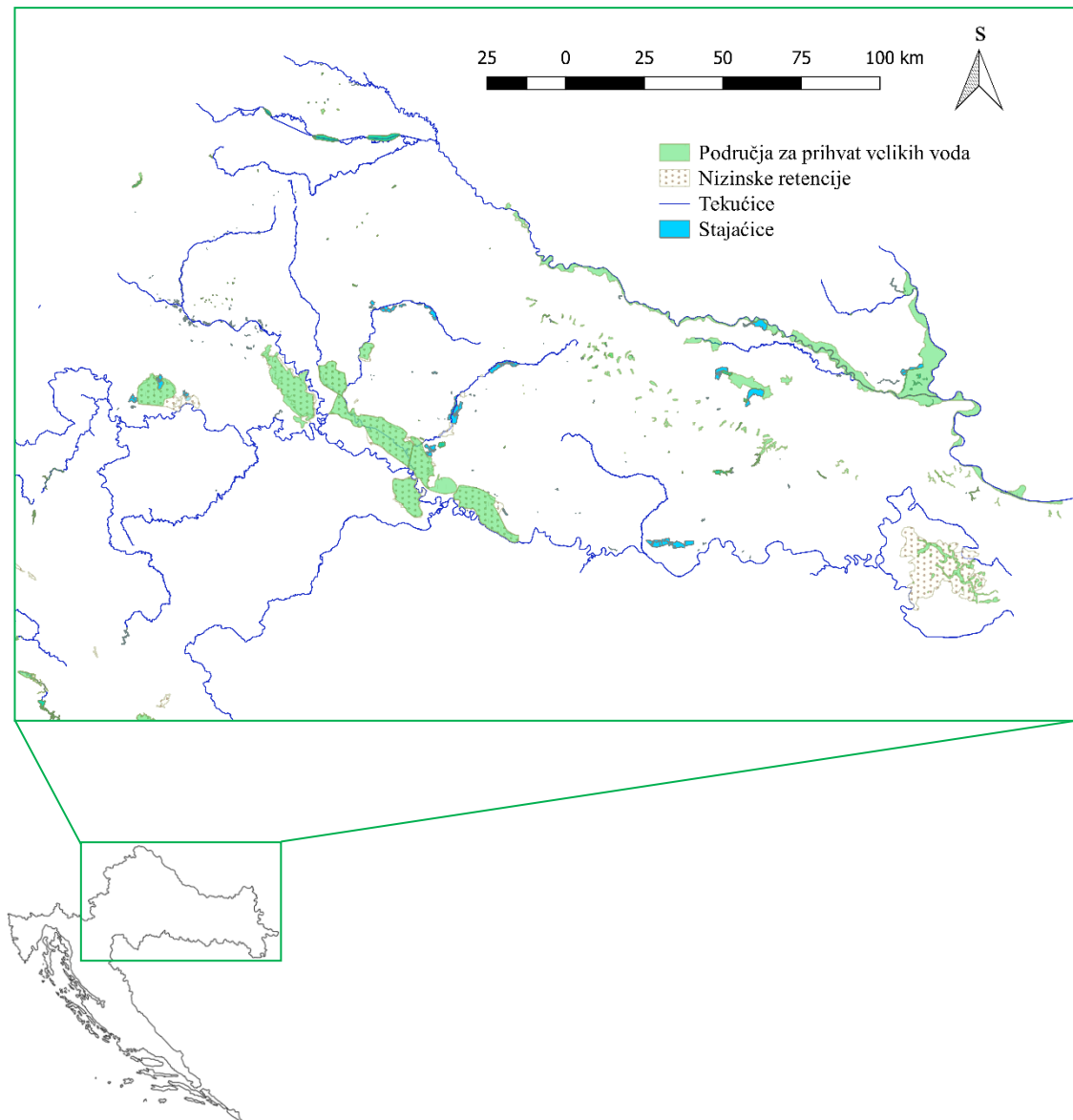
### **2.3.1. POLOŽAJ I ZASTUPLJENOST**

Voda je najznačajniji čimbenik u razvoju šumske vegetacije, a posebno važnu ulogu ima u formiranju šuma vlažnih staništa u kojima je dolazak karakterističnih vrsta drveća tijesno povezan s režimom plavljenja i količinom vode. Poplavnim područjima smatraju se niska, učestalo plavljena područja uz obalu, obično u neposrednoj blizini rijeke, ali i u udaljenijim prostorima riječne doline (slike 1. i 2.). Najniži dijelovi riječne doline su močvare u kojima se

voda zadržava tijekom čitave godine. Preko 67 000 ha vlažnih staništa u Hrvatskoj obraslo je šumama koje čini meka bjelogorica (vrba, topola, joha), poljski jasen i umjetno podignute sastojine euroameričkih topola (Prpić i Milković, 2005.). U tablici 1. je prikaz površina šuma vlažnih staništa.



**Slika 1.** Poplavna područja nizinske Hrvatske (izvor podataka: Hrvatske vode)



**Slika 2.** Područja za prihvat velikih voda i nizinske retencije nizinske Hrvatske (izvor podataka: Hrvatske vode)

**Tablica 1.** Površine šuma vlažnih staništa (ha) na područjima pojedinih uprava šuma

Vrsta drveća	Bijela vrba	Domaće topole	Crna joha	Poljski jasen	EA topole	Ukupno
Uprava šuma						
Vinkovci	715	1	103	3856	1419	6094
Osijek	5351	2713	58	1188	8755	18065
Našice	464	337	72	2606	818	4297
Bjelovar	183	37	1181	1473	120	2994
Koprivnica	3372	2174	3933	2028	1136	12643
Zagreb	399	101	1419	4421	1006	7346
Sisak			532	5418	43	5993
Karlovac			462	539	48	1049
N. Gradiška	64		352	8219	354	8989
Ukupno (ha)	10548	5363	8112	29748	13699	67470

Izvor: Prpić B, Milković I (2005) *Rasprostranjenost poplavnih šuma u prošlosti i danas*. U: Vukelić J (ur.) *Poplavne šume u Hrvatskoj*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 23–28.

Najviše šuma poljskoga jasena nalazi se u poplavnom području rijeke Save i njenih pritoka gdje tvore biljnu zajednicu poljskoga jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glav. 1959). Najzastupljenije su u Lonjskom i Mokrom polju, Spačvi, Pokuplju i Turopoljskom lugu. Bijela vrba obrasta unutrašnjost sprudova i riječnih otoka koji su intenzivno plavljeni tijekom više mjeseci, a visina vode doseže 4 m. Sastavni je dio zajednice šuma bijele vrbe s bročikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 1973) i šuma bijele vrbe i crne topole (*Salici albae-Populetum nigrae* Tx. 1931). Najviše ih ima u Podravini i Podunavlju (Kopački rit, Vukovarske dunavske ade, Varaždinske, Ludbreške, Suhopoljske, Slatinske, Miholjačke, Valpovačke i Osječke podravske šume). Crna joha dolazi na povremeno plavljenim i vrlo vlažnim nizinskim staništima s visokom razinom podzemne vode gdje čini nekoliko zajednica: šuma crne joha s dugoklasim šašem (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae* W. Koch 1926), šuma crne joha s trušljikom (*Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968), šuma crne joha i poljskoga jasena sa sremzom (*Pruno-Fraxinetum* Oberdorfer 1953). Najveće sastojine crne joha nalaze se u Podravini (Đurđevačke nizinske šume), a zastupljene su i u Posavini i Pokuplju.



Bijela i crna topola obrastaju više položaje riječnih otoka i priobalja na mjestima rjeđih i kratkotrajnih poplava, tvoreći šumu bijele i crne topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 1952). Značajnije površine nalazimo u gospodarskim jedinicama Jagodnjačke šume, Tikveške podunavske šume, Torjanačke šume, Kopačke podunavske šume, Donje Međimurje, Ludbreške podravske šume i Varaždinske podravske šume. Sastojine euroameričkih topola (plantaže i kulture) nalaze se pretežno u Baranji, Podravini i Podunavlju (Prpić i Milković, 2005.).

### 2.3.2. KLIMA

Klima je dugoročni oblik vremena i predstavlja prosječno stanje vremena za duže razdoblje. Klasifikacijom klime bavili su se mnogi znanstvenici, a dvije najčešće korištene su Köppenova (1918. i 1936.) i Thornwaitova (1948.). Budući da je nastala uvažavanjem odnosa klime i vegetacije, ovdje će biti korištena Köppenova klasifikacija. Za granice klimatskih tipova odabrane su numeričke vrijednosti temperature i oborina (Seletković i Katušin, 1992.). Klimatske prilike poplavnih šuma u Hrvatskoj prikazane su na temelju klimatskih podataka Državnoga hidrometeorološkog zavoda iz Zagreba s osam meteoroloških postaja: Varaždin, Đurđevac, Miholjac, Valpovo, Osijek, Ilok, Gradište i Opeke kod Lipovljana. Kontinentalna Hrvatska u kojoj se razvijaju poplavne šume ima umjereno toplu kišnu klimu koju obilježava raznolikost vremenskih situacija te su česte i intenzivne promjene vremena tijekom godine. Cijelo područje poplavnih šuma možemo podijeliti na dva tipa klime prema Köppenovoj razdiobi. Zapadni dio nizinskoga područja Posavine i Podravine obilježava tip Cfbw"x" i obuhvaća cijelo područje istraživanja. Istočni dio nizinskoga područja Posavine, Podravine i Podunavlja obilježava tip klime Cfbw"x". Granica tih dvaju područja je linija Virovitica – Daruvar (Seletković i Tikvić, 2005.).

Tip klime Cfbw"x" je umjereno topla kišna klima s jednolikom količinom oborina kroz godinu. Srednja godišnja količina oborina je 869 mm, a srednja temperatura 10,3 °C. Maksimum oborina javlja se u proljeće (svibanj) i kasno ljeto (srpanj ili kolovoz), između njih javlja se sušno razdoblje. Najsušni dio godine je hladno godišnje doba. Temperatura najhladnijega mjeseca kreće se iznad -3 °C, a ljeta su svježija sa srednjom temperaturom najtoplijega mjeseca ispod 22 °C. Tip klime Cfbw"x" je umjereno topla kišna klima bez sušnoga razdoblja s jednolikom količinom oborina kroz godinu. Srednja godišnja količina oborina je 700 mm, a srednja temperatura 10,6 °C. Najsušni dio godine također pada u hladno godišnje doba. Idući na istok, pojačava se oborinski maksimum toploga dijela godine (Seletković i Katušin, 1992.).

U šumskim ekosustavima presudan ekološki čimbenik je voda, a pojavljuje se kao oborinska, poplavna i podzemna. Visina i trajanje poplavnih voda u poplavnim šumama Hrvatske su presudni za opstanak vegetacije u proljeće, dok oborinska i podzemna voda često imaju presudnu ulogu ljeti (Seletković i Tikvić, 2005.). Osim toga, na razvoj šumskoga drveća koje se odlikuje dugim razvojnim ciklusima uvelike utječu i promjene klimatskih čimbenika. Taj utjecaj može biti povoljan i nepovoljan. Povoljan utjecaj očituje se povećanjem količine oborina i temperature zraka što može dovesti do povećanja prirasta stabala. Negativan utjecaj su ekstremne temperature zraka, duga sušna razdoblja i jaki vjetrovi koji štetno utječu na sve tipove šuma, pa tako i na poplavne. Za Hrvatsku se u sljedećih 100 godina predviđa porast temperature zraka te porast količina oborine u nizinskom području. To će svakako utjecati i na sastav šumskih ekosustava (Seletković i Tikvić, 2005.).

### **2.3.3. FIZIOGRAFSKE ZNAČAJKE TLA, PEDOGENETSKI I GEOGRAFSKI ODNOSI**

Hrvatske poplavne šume rasprostranjene su u poplavnim ravninama Dunava, Save i Drave te njihovih pritoka. Pedogeneza tih područja najviše ovisi o reljefu i vodotocima, a obilježena je povećanom akumulacijom materijala koji se prenosi vodom i nastao je usitnjavanjem, transportom i distribucijom materijala poput mehaničkih (valjanih i lebdećih) čestica. Isto tako, na pedogenezu utječe i obogaćenost vode solima poput karbonata (Pernar i Bakšić, 2005.). Za Savu i Dravu karakteristično je da potiskuju ušća svojih pritoka u nizvodnom smjeru. Na taj način bogatijim nanosima izdižu korito i odvajaju rubna poplavna područja (Roglić, 1975.). Pritom poplavna područja Podravine imaju znatno drugačiji postanak tla od Posavine. Zbog alpskoga nivalno-glacijalnog karaktera i jakih vodnih valova u pleistocenu Drava je nosila velike količine vučenoga i suspendiranog nanosa. U njemu se izmjenjuju proslojci, od šljunka do gline. Podinu čine mlade tercijarne naslage (pjeskoviti i glinoviti lapor te belvederski šljunci), prijelaz prema kvartarnim taložinama određen je slojem gline i glinovitoga praha s proslojcima treseta, a najstariji dio kvartara čine naslage šljunka s pijeskom. One su se osobito obilno akumulirale u srednjem pleistocenu i čine brojne šljunčane prudove u koritu i poloju rijeke (Pernar i Bakšić, 2005.). Recentna poplavna područja Drave razlikuju se, ovisno o dijelu toka koji promatramo. Tako se u gornjoj Podravini javljaju uglavnom šljunkovite ili šljunkovito-pjeskovite akumulacije ispresijecane meandrima i rukavcima, u srednjoj Podravini dolazi do zastoja površinskih voda pa se javlja obilnija produkcija organske tvari i pedosfera se humizira, a nizvodno susrećemo ostatke bazenskoga prostora u dravskom zaobalju s prostranim močvarnim i poplavnim pojasom (Pernar i Bakšić, 2005.).

Prema hijerarhijskoj ljestvici pedološke klasifikacije (Mayer, 1992.) tla poplavnih šuma ubrajaju se u tzv. hidromorfna tla. To su povremeno ili trajno prekomjerno vlažena tla, uz zasićenja pora vodom, raznim kombinacijama stagnirajuće površinske, poplavne i podzemne vode. Općenito, u nizinskim šumama Posavine, Podravine i Pokuplja najzastupljenija su močvarna glejna (euglejna) tla s podtipovima različitoga vodnog režima. Kod epigleja zamočvarivanje izaziva površinska voda, kod hipogleja podzemna, a kod amfigleja kombinirano vlaženje površinskim i podzemnim vodama. Uže zone uz riječne tokove zauzimaju aluvijalna tla (fluvisoli) i fluvijalna livadna (humofluvisoli) te livadna semiglejna (semigleji) i pseudoglej-glej tla (Mayer, 1992.).

Osim toga, postanak i fiziografija poplavnih šuma ovise o dva tipa vlaženja: aluvijalni tip (pedogeneza najviše ovisi o prenošenju i naplavlivanju riječnih taložina) i glejni tip (pedogenezu određuje hidrogenizacija pri čemu je voda medij u kojem se vrše kemijski procesi). U poplavnom području Drave prevladava aluvijalni tip. U uvjetima takvog postanka osnovni tip tla je fluvisol. Riječ je o nerazvijenom hidromorfnom tlu koje čini recentne riječne nanose, s povremenom akumulacijom organske tvari zbog biološke aktivnosti u površinskom dijelu najmlađih slojeva. Fluvisol je u donjoj Podravini zastupljen kao pjeskoviti i ilovasto-pjeskoviti, karbonatni ili fluvisol na fosilnom tlu, a u gornjoj Podravini pretežno ima pjeskovitu ili glinastu teksturu (Pernar i Bakšić, 2005.).

Tla šumskih ekosustava Republike Hrvatske dijele se u devet pedotematskih cjelina sa specifičnim vegetacijskim pokrovom, od kojih su tri važne za istraživano područje (prema Mayer, 1992.):

1. Tla povrh aluvijalnih nanosa uz glavne rijeke i pritoke sjeverne Hrvatske – poplavne zone, karakteristična tla fluvisoli i humofluvisoli (pretežno karbonatni), obrasla šumskim zajednicama vrba, topola, joha te kulturama euroameričkih topola
2. Tla bazenskih dijelova Posavine, Podravine i Pokuplja i bočnih nizina – edafsko-ekološke sredine, tla močvarna amfiglejna i epiglejna, uspijeva šuma hrasta lužnjaka, šuma poljskoga jasena i šuma crne joha
3. Pseudogleji i pseudoglejna tla nizinskih mikrouzvisina, pleistocenskih terasa i pribrežja – najrašireniji u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, najčešće tlo je pseudoglej na zaravnima pleistocenskih terasa, obrastao šumom hrasta lužnjaka i običnoga graba (s bukvom ili bez nje)

Važno je naglasiti da na hidrološka obilježja veliki utjecaj ima i ljudska djelatnost. U tom smislu na istraživanom području najznačajnije su hidroakumulacije na Dravi u Austriji, Sloveniji i Hrvatskoj te izgradnja vodnih stepenica koje su drastično utjecale na promjenu hidroloških odnosa i pedogenetskih uvjeta u ekosustavima poplavnih područja (Pernar i Bakšić, 2005.).

#### 2.3.4. FLORA I VEGETACIJA

Šume u čijem razvoju dominantnu ulogu igra voda možemo podijeliti na poplavne šume (razvijaju se pod utjecajem poplavne vode) i močvarne šume (razvijaju se u sukcesijskom nizu na močvarnim staništima sa stagnirajućom vodom). Oštra granica između ta dva tipa šume ne postoji, ali najčešće je određuje prosječna razina poplavne i podzemne vode. Pojedine biljne vrste razvijaju se u sklopu oba tipa šuma i s obzirom na ekologiju pretežno su higrofiti, dijelom hidrofiti i manjim dijelom mezofiti (Trinajstić i sur., 2005.).

Prema fitogeografskom raščlanjenju klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske istraživano područje pripada subpanonskoj i panonskoj vegetacijskoj zoni (Rauš i sur., 1992., Trinajstić, 1998.).

Sistematika poplavnih šuma preuzeta je iz Vukelić i Baričević (2005.) i prikazana je na temelju većine citiranih autora u tri razreda, tri reda i četiri sveze. Kratko je opisano jedanaest asocijacija koje se pojavljuju na istraživanom području. Nazivi biljaka usklađeni su s Domac (1994.) i s *Flora Croatica Database* (<https://hirc.botanic.hr/fcd/>).

Razred: *Salicetea purpureae* Moor 1958

Red: *Salicetalia purpureae* Moor 1958

Sveza: *Salicion albae* Soó 1940

Asocijacija: *Salicetum triandrae* Malcuit 1929

Asocijacija: *Salicetum purpureae* Wendlelberger-Zelenika 1952

Asocijacija: *Salicetum albae* Issler 1926

Asocijacija: *Salici albae-Populetum nigrae* Tüxen 1931

Asocijacija: *Populetum nigro-albae* Slavnić 1952

Razred: *Alnetea glutinosae* Braun-Blanquet et Tüxen 1943

Red: *Alnetalia glutinosae* Tüxen 1937

Sveza: *Alnion Glutinosae* Malcuit 1929

Asocijacija: *Carici elongatae-Alnetum glutinosae* W. Koch 1926

Asocijacija: *Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968

Asocijacija: *Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glavač 1959

Asocijacija: *Pruno-Fraxinetum* Oberdorfer 1953

Sveza: *Alno-Quercion roboris* I. Horvat (1937) 1938

Asocijacija: *Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952

Razred: *Quercio-Fagetea* Braun-Blanquet et Vlieger in Vlieger 1937

Red: *Fagetalia sylvaticae* Pawlowski in Pawlowski et al. 1928

Sveza: *Alnion incanae* Pawlowski in Pawlowski et al. 1928

Asocijacija: *Alnetum incanae* Luedi 1921

### **Šuma bademaste vrbe (*Salicetum triandrae* Malcuit 1929)**

Razvija se na najnižim dijelovima sprudova, ada i rtova s kojih se voda povlači najkasnije. Tla su aluvijalna, karbonatna, najmlađe razvijena. Bademasta vrba (*Salix triandra* L.) ima veliki reprodukcijски potencijal s optimalnom fazom razvoja od četvrte do osme godine, ali zajednica nema velike gospodarske vrijednosti. Za sloj drveća karakteristične su vrste bademasta vrba i bijela vrba (*Salix alba* L.), a u prizemnom sloju paskvica (*Solanum dulcamara* L.), kruti šaš (*Carex elata* All.), modrosiva kupina (*Rubus caesius* L.), cretna broćika (*Galium palustre* L.), močvarni čistac (*Stachys palustris* L.) i dr. Sloj grmlja nije razvijen.

### **Rakitov šibljak (*Salicetum purpureae* Wendleberger-Zelenika 1952)**

Razvija se na plitkim i nerazvijenim aluvijalno-karbonatnim tlima s velikom količinom hranjiva i tvori graničnu zajednicu prema močvari. Fragmentarno je rasprostranjena i prijelaznoga karaktera prema razvijenijim oblicima šumske vegetacije. Čini ga sloj grmlja koji se sastoji od vrbe rakite (*Salix purpurea* L.) i pepeljaste vrbe (*Salix cinerea* L.). Prizemni sloj ima veliku pokrovnost i osim dominantne vrbe rakite najčešće ga čine vrste poput vrbolike mlječike (*Euphorbia salicifolia* Host), žute perunike (*Iris pseudacorus* L.), krutog šaša, modrosive kupine i puzajućeg petoprsta (*Potentilla reptans* L.).

### **Šuma bijele vrbe (*Salicetum albae* Issler 1926)**

Zauzima nizine na nerazvijenim, aluvijalnim karbonatnim tlima s vrlo čestim poplavama (3 – 5 mjeseci). Sadrži veliku količinu organske tvari koju donose stalne poplave i ne može se potpuno razgraditi. Prepoznatljiva je po stablima bijele vrbe koja su iskrivljena djelovanjem leda zimi. U slabo razvijenom sloju grmlja, osim bijele vrbe, dominira modrosiva kupina. Istu vrstu nalazimo i u prizemnom sloju u kojem dominira močvarna broćika, a dolaze i vrste paskvica, kruti šaš, vodena metvica (*Mentha aquatica* L.) i dr.

### **Šuma bijele vrbe i crne topole (*Salici albae-Populetum nigrae* Tüxen 1931)**

Uspijeva u uvjetima kraćih i rjeđih poplava od šume bijele vrbe s broćikom na srednjim položajima dunavskih otoka i priobalja te središnjim položajima Podravine. U sloju drveća prevladavaju bijela vrba i crna topola (*Populus nigra* L.), a u područjima bez periodičnih poplava i bijela topola (*Populus alba* L.). U sloju grmlja česte su vrste iz sloja drveća, ali dolaze i peterovratni glog (*Crataegus pentagyna* Willd.), jednokratni glog (*Crataegus monogyna* Jacq.), obična udikovina (*Viburnum opulus* L.) i bijeli dud (*Morus alba* L.). U prizemnom sloju nalazimo karakteristične hidrofitne paskvicu, kruti šaš, i običnu vlasnjaču (*Poa trivialis* L.), ali i biljke manje vlažnih staništa poput obične vučje noge (*Lycopus europaeus* L.) i čekinjaste broćike (*Galium aparine* L.).

### **Šuma bijele i crne topole (*Populetum nigro-albae* Slavnić 1952)**

Zauzima više položaje dravskih terasa na mjestima rjeđih i kraćih poplava. Raste na recentnim aluvijalnim tlima praškasto-pjeskovitoga sastava gdje se ubrzano stvara humus (tla vrlo bogata hranjivima). U sloju drveća dominantne vrste su crna topola i bijela topola, ali često se javljaju i poljski jasen, treperavi brijest i lužnjak. Dobro je razvijen sloj grmlja s vrstama iz sloja drveća, a dodatno česte su i svibovina (*Cornus sanguinea* L.), peterovratni glog, trušljika (*Frangula alnus* Mill.) i dr. Zbog višega položaja sa sušim tlom u prizemnom sloju česta je vrsta razmaknuti šaš (*Carex remota* L.). Uz nju javljaju se i trodijelni dvozub (*Bidens tripartitus* L.), ljetni drijemovac (*Leucojum aestivum* L.), modrosiva kupina, čekinjasta broćika i dr.

### **Šuma crne joha s dugoklasim šašem (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae* W. Koch 1926)**

Reliktna zajednica podravskoga dijela Hrvatske. Raste na tresetnim i bazama bogatim, humusno glejnim tlima koja su zasićena vodom i nastala pod utjecajem podzemne vode. U sloju drveća prevladava crna joha, a uz nju na višim terenima poljski jasen i lužnjak. U sloju grmlja obilno rastu trušljika, svibovina, obična udikovina, sremza (*Prunus padus* L.) i druge, a u

prizemnom sloju obična vučja noga, hmelj (*Humulus lupulus* L.), izduženi šaš (*Carex elongata* L.), puzavi žabnjak (*Ranunculus repens* L.), žuta perunika i dr.

### **Šuma crne johe s trušljikom (*Frangulo-Alnetum glutinosae* Rauš 1968)**

Razvijena u Podravini, Podunavlju, Pokuplju i cijelom hrvatskom dijelu Posavine u mozaičnom rasporedu na manjim površinama (najčešće stara korita vodotoka, zibovi i rjeđe močvare). Raste na mineralno-močvarno glejnim tlima glinatoga mehaničkog sastava koje su dobro opskrbljene humusom, slabije dušikom i fosforom i bez karbonata. U sloju drveća prevladava crna joha, a javljaju se i treperavi brijest i lužnjak. U slabije razvijenom sloju grmlja, osim vrsta iz sloja drveća, dolaze trušljika, obična udikovina i pepeljasta vrba. U prizemnom sloju razlikujemo dvije strukturne jedinice: uz čunjaste pridanke stabala crne johe rastu mezofitske tresetna paprat (*Dryopteris carthusiana* (Vill.) H. P. Fuchs), čvorasti gavez (*Symphytum tuberosum* L.), puzava dobričica (*Glechoma hederacea* L.), modrosiva kupina te poneka mahovina, a na samom tlu hidrofitske cretna broćika, močvarni čistac, žuta perunika, podvodna vodena leća (*Lemna trisulca* L.), ljubičasti gavez (*Symphytum officinale* L.) i mnoge druge.

### **Šuma poljskoga jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoio-Fraxinetum angustifoliae* Glavač 1959)**

Rasprostire se na glinenim aluvijalnim terenima u plićim depresijama gdje tvori barsku granicu šume. Raste na euglejnim (amfiglejnim) tlima bazične do kisele reakcije. Na takvom terenu poljski jasen nema konkurencije i tvori monotipske sastojine s rijetkim primjesama treperavoga brijesta i lužnjaka. Sloj grmlja je slabije razvijen, a uglavnom ga tvore biljke iz sloja drveća u obliku grma. Prizemni sloj vrlo je razvijen i tvori ga velik broj vrsta: mjehurasti šaš (*Carex vesicaria* L.), kruti šaš, cretna broćika, paskvica, štalalj (*Rumex sanguineus* L.), močvarni čistac, žuta perunika, obična vlasnjača i dr.

### **Šuma crne johe i poljskoga jasena sa sremzom (*Pruno-Fraxinetum Oberdorfer* 1953)**

Široko rasprostranjena u srednjoj i sjevernoj Europi, a u Hrvatskoj zastupljena u Podravini kod Đurđevca te na manjim površinama u okolini Varaždina, Čakovca i Kotoribe. Raste u reljefnim depresijama izvan dohvata poplavne vode i s visokom razinom podzemne vode na humusno-glejnim tlima od kojih najveće površine zauzima njihov degradacijski stadij, zasmeđeno glejno tlo. Osim dominantne crne johe, u sloju drveća mjestimično rastu poljski jasen, lužnjak, javor klen (*Acer campestre* L.) i obični grab (*Carpinus betulus* L.). U sloju grmlja obilno raste modrosiva kupina, crna bazga (*Sambucus nigra* L.), crveni glog (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC.), svibovina, jednokratni glog i dr. U prizemnom sloju veliku pokrovnost imaju vodeni

papar (*Polygonum hydropiper* L.), blijedožućkasti šaš (*Carex brizoides* L.), obična vlasnjača, bršljan (*Hedera helix* L.), šumski kopitnjak (*Asarum europaeum* L.), pravi blaženak (*Geum urbanum* L.) i dr.

### **Šuma veza i poljskoga jasena (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slavnić 1952)**

Zajednica tvrdih listača na najvišim položajima poplavnih područja uz velike rijeke. Izložena je periodičnim poplavama pa se razvija na dva tipa hidromorfni aluvijalnih tla: slabo razvijenim, umjereno glejnim i razvijenijim, duboko oglejanim. Nadovezuje se izravno na šume topole, a u sloju drveća dominiraju brijest (vez), lužnjak i poljski jasen. Sloj grmlja mjestimice je veoma gust i tvore ga vrste kao svibovina, obična udikovina i žestik (*Acer tataricum* L.). U prizemnom sloju dolaze neke drvenaste vrste poput treperavoga brijesta, a uz njih i modrosiva kupina, vodeni papar, dvodomna kopriva (*Urtica dioica* L.), puzava dobričica i dr.

### **Šuma sive joha (*Alnetum incanae* Luedi 1921)**

Središte rasprostranjenosti je uglavnom u predalpskim prostorima. U nizinskim područjima rijeka iz alpskoga sliva razvijaju se kao pionirske zajednice trajnoga stadija i nastaju sukcesijom na staništima rakitovih sastojina, uskolisnih vrba i bijele vrbe. Raste na prozračnim i humusnim tlima. U Hrvatskoj je nalazimo uz cijeli dravski tok. U sloju drveća prevladava bijela joha (*Alnus incana* (L.) Moench) uz primjese bijele vrbe. U sloju grmlja važne su vrste ograničene na nizinske dijelove toka: svibovina, modrosiva kupina i sremza. U prizemnom sloju najvažnija je zimsko preslica (*Equisetum hyemale* L.), zatim podagrasti jarčevac (*Aegopodium podagraria* L.), dvodomni odoljen (*Valeriana dioica* L.), puzavi žabnjak, močvarna kaljužnica (*Caltha palustris* L.) i dr.

### **2.3.5. GOSPODARENJE ŠUMAMA**

Uređivanje šuma u Hrvatskoj datira još od prvih aktivnosti čovjeka u šumi, a razvijalo se s razvojem civilizacije. Prve pisane dokumente iz naših krajeva nalazimo u statutima nekih gradova iz 13. stoljeća (Korčula, Trogir, Dubrovnik, Split i dr.). Valja napomenuti da su ti statuti imali snagu zakonskih odredbi (Meštrović i sur., 1992.). U kasnijim stoljećima javljaju se brojne zakonske uredbe o gospodarenju šumama. Posebice zanimljiva je „Zakonska uredba o šumama“ koju je 1769. godine izdala Marija Terezija i čiji je jedan dio propisivao ophodnje za pojedinu vrstu drva (npr. 200 godina za hrast, 100 – 150 za javor, 30 – 50 za topolu, lipu i brijest, 40 – 50 za joku i sl.). Isto tako, propisana je i razdioba šuma na godišnje sječine što je značilo da šumu treba podijeliti na onoliko sječina koliko ophodnja ima godina i svake godine sijeći jednu od njih (Meštrović i sur., 1992.). Suvremeno uređivanje šuma regulirano je



Zakonom o šumama iz kojega proizlaze šumskogospodarski planovi (temeljni dokumenti za gospodarenje i korištenje šuma i šumskih zemljišta na području Republike Hrvatske) – NN 68/18, 115/18, 98/19 i na temelju kojega se donosi „Pravilnik o uređivanju šuma“. Prema tom pravilniku šumskogospodarsko područje dijeli se na gospodarske jedinice, a za svaku gospodarsku jedinicu izrađuje se šumskogospodarski plan. Gospodarska jedinica se dijeli na odjele i odsjeke. Osim toga, pravilnikom se razvrstavaju šume i šumska zemljišta, određuju uređajni razredi te određuju ciljevi i način gospodarenja. Prema cilju gospodarenja šumama određuje se ophodnja za glavne vrste drveća:

- lužnjak i crnika – 140 godina
- kitnjak i medunac – 120 godina
- obična bukva i gorski javor – 100 godina
- cer, poljski i obični jasen – 80 godina
- obični grab i crna joha – 70 godina
- crni grab, bjelograbić i divlja trešnja – 60 godina
- lipa – 50 godina
- kesten i breza – 40 godina
- domaće topole i vrbe – 40 godina
- jela – 100 godina
- smreka, crni i obični bor, pinijski – 80 godina
- alepski i primorski bor – 60 godina

Ophodnja predstavlja broj godina koji prođe od nicanja biljaka na nekoj površini do zrelosti sastojine pri kojoj je ostvaren cilj gospodarenja. Nakon postizanja toga cilja većinom dolazi do sječe svih stabala na istoj površini i ponovne obnove. Važno je napomenuti da su suvremenom uređivanju šuma na tipološkoj osnovi prethodila temeljita i opsežna istraživanja šumarskih stručnjaka i znanstvenika. Zato se u uređivanju i gospodarenju šumama primjenjuju sljedeće jedinice tipološke klasifikacije (Meštrović i sur., 1992.):

1. **područje** – geografska cjelina karakterističnih makroklimatskih i geografskih obilježja; u RH postoje tri: Dinarsko područje, Panonsko područje, Eumediteransko i submediteransko područje (označavaju se rimskim brojevima)
2. **zona** – cjelina sličnih ekoloških i gospodarskih karakteristika (označava se velikim slovom)
3. **tip** – osnovna jedinica, podrazumijeva određenu površinu šuma ili šumskoga zemljišta sličnih ekoloških i gospodarskih obilježja o kojima ovisi način gospodarenja; utvrđuje

se na temelju geološke podloge, vrste tla, šumske zajednice te uzgojnih karakteristika, proizvodnih mogućnosti i vrijednosti sastojina

4. **podtip** – izdvaja se od tipa ukoliko postoji razlika u načinu gospodarenja s obzirom na neke od ekoloških karakteristika

U Republici Hrvatskoj utvrđeno je 79 ekološko-gospodarskih tipova i podtipova. Međutim, od 1995. uređivanje šuma se provodi prema odredbama Pravilnika o uređivanju šuma iz 1994. godine (NN 52/1994). Uvedene su promjene koje se odnose na metode izmjere šuma, prostorno uređivanje, razvrstavanje šuma i šumskih zemljišta i određivanje načina gospodarenja, a prvi puta se uvodi obveza vrednovanja i procjene općekorisnih funkcija šuma čime se načelo višenamjenskoga gospodarenja ugrađuje u procese planiranja i gospodarenja šumama. Taj pravilnik propisuje da se cilj i način gospodarenja utvrđuje po uređajnim razredima, a ne više po ekološko-gospodarskim tipovima. U ovom istraživanju ciljane su gospodarske šume određene kao uređajni razred poljski jasen, crna joha, obična vrba i domaća topola, bez obzira na to jesu li one jednodobne, preborne ili raznodobne (prema načinu gospodarenja) te sjemenjače ili panjače (prema postanku).

Poplavne šume Hrvatske uglavnom se održavaju prirodnim pomlađivanjem, i to generativno (sjemenom) te rjeđe vegetativno (izbojcima i izdancima). Umjetno pomlađivanje vrši se sadnjom sadnica, sjetvom sjemena ili sadnjom dijelova biljke (motke, reznice, korijen i sl.) Pritom valja imati na umu da postoje razlike između pojedinih šumskih sastojina, stoga njemu treba prilagoditi sinekološkim, sastojinskim i gospodarskim prilikama (Anić i sur., 2005b.). Kod pomlađivanja se zato uzima u obzir vegetativna regenerativna sposobnost biljaka, karakteristike sjemena, vrsta tla, razdoblje, intenzitet i trajanje poplava i sl. Sastojine poplavnoga područja uz rijeku Dravu tvore vrste drveća vrlo široke ekološke valencije glede čimbenika koji su odlučujući za njihovo pomlađivanje i uspijevanje na određenim staništima. Zbog toga ih karakterizira stalna heliofilnost, brza ontogeneza, rana kulminacija prirasta, rani nastup fertiliteta, kratak životni vijek, razmjerno mala sposobnost akumulacije, bogata i česta frutifikacija, vrlo lako rasprostriranje sjemena nadaleko te laka vegetativna generacija. Iz perspektive uzgoja šuma, navedena svojstva daju im prednost u odnosima s glavnim vrstama drveća, posebice s obzirom na pomlađivanje i rast u prvim godinama života (Anić i sur., 2005a.). Zbog toga su i ophodnije za te vrste drveća znatno manje u odnosu na hrast lužnjak koji je prostorno dominantna vrsta poplavnih šuma u Hrvatskoj.

Velike rijeke i njihove nizine oduvijek su privlačile čovjeka, a zanimanje je posebice poraslo razvitkom poljoprivrede. Budući da su poplave čovjeku bile velika zapreka u razvoju

poljodjelstva, industrije i urbanizacije, poduzimani su intenzivni zahvati da bi se izbjegle poplave (reguliranje rijeka, protupoplavni nasipi i sl.). Često ne uzimajući u obzir dugoročne posljedice za šumske ekosustave, daljnjim tehnološkim razvojem omogućeni su i provedeni brojni vodotehnički zahvati koji su se iz godine u godinu intenzivirali. Na njih su posebno osjetljive upravo poplavne šume (Prpić, 2005.). Na ugroženost ekosustava na poplavnim područjima Save i Drave od međunarodnoga značenja upozorava i Schneider-Jacoby (2006.). Ističe kako su od najveće opasnosti za Dravu i Savu plovidba i različiti vidovi vodnog gospodarstva, hidroelektrane i sl. Isti autor posebno naglašava i važnost brojnih ptica kao indikatora vrijednosti aluvijalnih vlažnih staništa (žličarka, *Platalea leucorodia* Linnaeus, 1758, patka njorka, *Aythya nyroca* (Güldenstädt, 1770) i dr.). Posljedice vodotehničkih zahvata na poplavne šume su brojne: presijecanjem meandara smanjuje se retencijska sposobnost rijeke i snižava dno korita čime pada razina podzemne vode u poplavnim šumama; izgradnjom nasipa sprečavaju se poplave čime se mijenja sastav šuma; izgradnjom vodnih stepenica i akumulacijskih jezera za potrebe hidroelektrana mijenja se razina podzemnih voda; izgradnjom plovničkih kanala zbog presijecanja prirodnih meandara otvaraju se vodonosni slojevi podzemnih voda što uzrokuje zamočvarivanje ili pad podzemnih voda, a ujedno i ubrzava tok vode i pojačava eroziju; eksploatacija šljunka i pijeska produbljuje dno i snižava razine podzemnih voda što uzrokuje sušenje drveća ovisnoga o njima (Prpić, 2005., Schneider-Jacoby, 2006.). Sušenje i propadanje šuma, danas vrlo prisutno na europskim prostorima, dobrim dijelom je uzrokovano uzgojem slabo otpornih, ali gospodarski interesantnih šuma (Matić i Skenderović, 1992.).

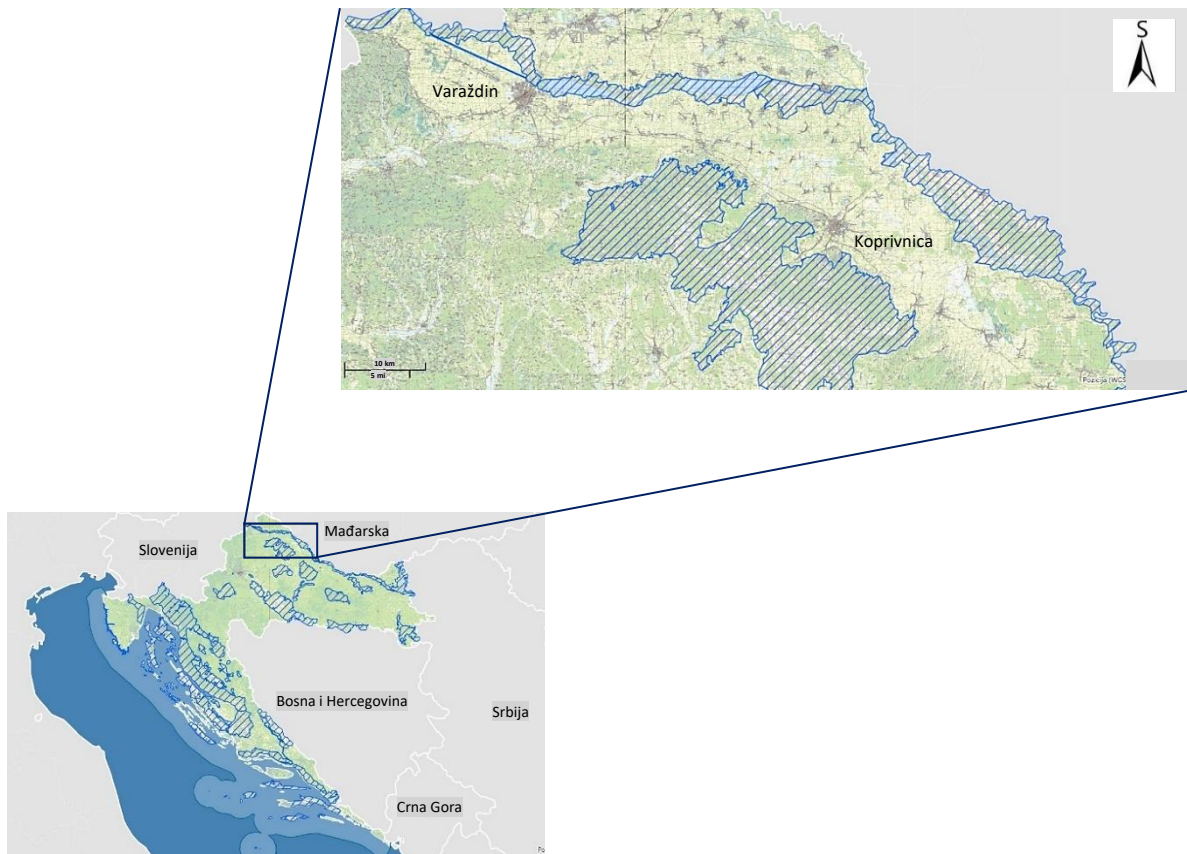
Radi važnosti poplavnih šuma i općenito riječnih staništa 10. veljače 2011. godine, tri godine nakon proglašenja preventivne zaštite, Uredbom je proglašen Regionalni park Mura-Drava na području pet hrvatskih županija (NN 22/2011). To je prvi regionalni park u Hrvatskoj odnosno prvo zaštićeno područje proglašeno u toj kategoriji, a njime danas upravlja pet županijskih javnih ustanova za zaštitu prirode koje djeluju uzduž rijeka Mure i Drave. Obuhvaća i dio poplavnih šuma koje su istraživane u ovom radu.

### **2.3.6. ZNAČENJE POPLAVNIH ŠUMA**

Poplavne šume svojom općom vrijednošću premašuju ostale šume. Glavna općekorisna funkcija je povoljan utjecaj na poplavnu i oborinsku vodu koja se u živom šumskom tlu na više načina pročišćava i pitka ulazi u podzemne tokove i izvorišta. Osim toga, šume zadržavanjem vode u retencijskim prostorima sprečavaju poplave, a i vrlo su bogate biljnim i životinjskim vrstama pa daju velik doprinos biološkoj raznolikosti. Posebnu vrijednost imaju i u estetskom,

rekreativnom, turističkom i zdravstvenom smislu. Nadalje, u gospodarskom smislu važna je i vrijednost sirovina koje se crpe iz poplavnih šuma. Vrijednost općekorisnih funkcija poplavnih šuma u RH iznosi 5,43 milijarde eura, a vrijednost drva 0,94 milijarde eura. To znači da je opća korist 5,78 puta veća od sirovinsko-energetske (izračun na temelju vrednovanja prema podzakonskom aktu Zakona o šumama Republike Hrvatske, NN 52/90 i 121/97, Prpić i sur., 2005.). Mitsch i sur. (2015.) posebno ističu važnost poplavnih šuma na globalnoj razini: ribarstvo, proizvodnja treseta, hrane i drvene mase, ublažavanje posljedica poplava i oluja, pohranjivanje ugljika, poboljšanje kvalitete voda, održavanje prirodnih staništa za rijetke vrste, ekoturizam i dr.

U kontekstu biološke raznolikosti poplavne šume su među najbogatijim i najkompleksnijim ekosustavima u Europi. Životinjski svijet ovih šuma pripada srednjoeuropskoj fauni Panonske nizine i njegova opstojnost uvelike ovisi o stabilnosti klimatsko-ekoloških čimbenika u poplavnim šumama. U ovoj problematici posebno su važna pojedina stara stabla, staništa brojnim životinjskim vrstama koja prema Konvenciji o biološkoj raznolikosti (Rio de Janeiro, 1992.) znatno dopunjuju bioraznolikost poplavnih šuma (Getz, 2005.). Tu možemo svrstati i ptice dupljašice. Velik dio područja poplavnih šuma uz rijeku Dravu spada pod NATURA 2000 ekološku mrežu kojom se osigurava provedba EU Direktive o očuvanju divljih ptica - *DIRECTIVE 2009/147/EC* (slika 3.). Usprkos vrlo bogatoj ornitofauni, mali je broj vrsta koje su specijalisti nizinskih šuma. Među vrstama dupljašica kojima su ova staništa osobito važna možemo istaknuti crvenoglavoga djetlića (*Leiopicus medius* Linnaeus, 1758) i bjelovratu muharicu (*Ficedula albicollis* Temminck, 1815) (Tucker i Evans 1997.), a od ostalih vrsta štekavca (*Haliaeetus albicilla* (Linnaeus, 1758)) i crnu rodu (*Ciconia nigra* (Linnaeus, 1758)).

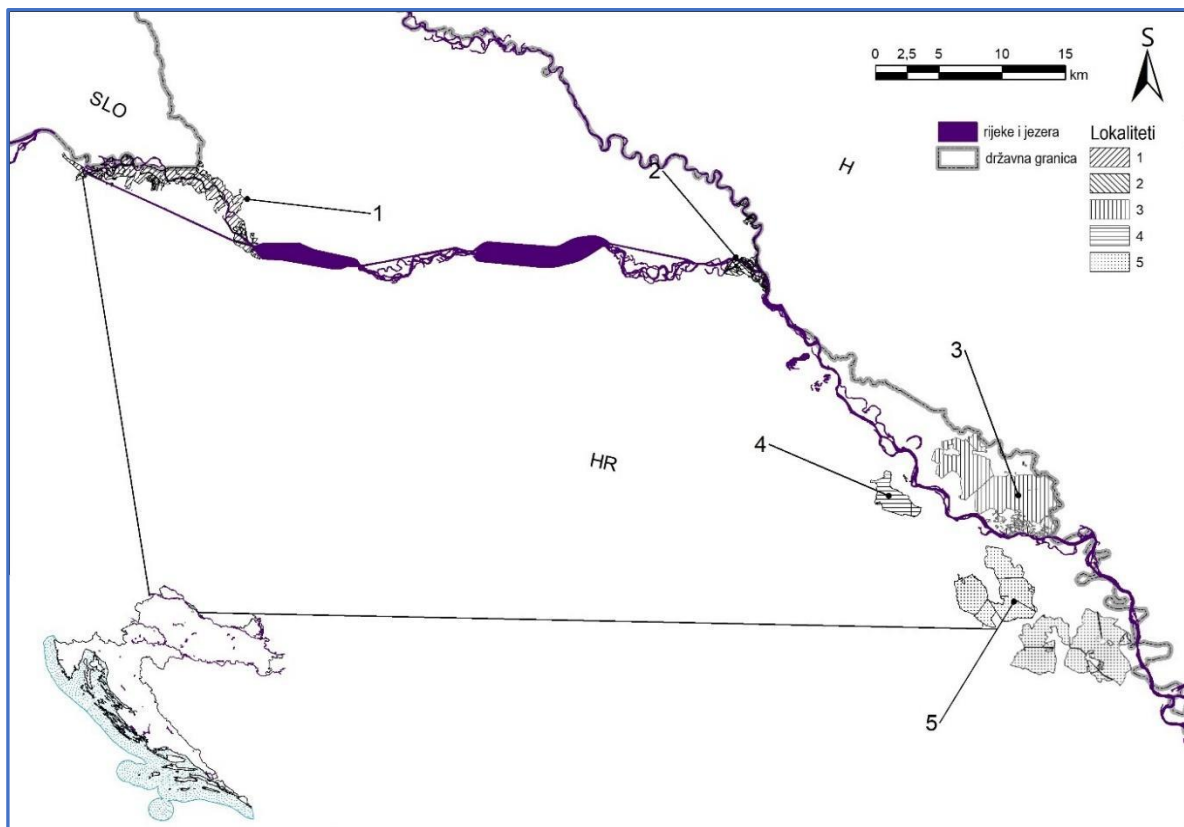


**Slika 3.** NATURA 2000 ekološka mreža – područja u Republici Hrvatskoj važna za očuvanje divljih ptica (označeno plavim crtama); preuzeto i prilagođeno s <http://www.bioportal.hr/gis/>

### **3. MATERIJALI I METODE**

#### **3.1. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA**

Terensko istraživanje provedeno je od veljače do svibnja 2016., 2017., 2018. i 2019. godine na pet lokaliteta u Varaždinskoj, Međimurskoj i Koprivničko-križevačkoj županiji (slika 4.). Sa svrhom preciznoga određivanja područja istraživanja 2015. i 2016. godine provedeno je preliminarno istraživanje potencijalnih lokacija. U širem smislu kao područje istraživanja određene su poplavne nizinske šume uz Dravu, a u užem smislu lokacije na kojima prevladavaju tipične vrste poplavnih područja – joha, topola, jasen i vrba. Iz šumskogospodarskih planova, tj. gospodarskih osnova za područja od interesa prikupljeni su podaci o apsolutnoj starosti, većinskom pokrovu drveća i grmlja, prosječnoj visini stabala te namjeni i planovima za održavanje svakoga odsjeka na istraživanim lokalitetima. Prema okvirnim lokacijama određenim pomoću karata provedeni su terenski obilasci na odjelima od interesa i utvrđeno je stvarno stanje, prohodnost i dostupnost te su na temelju njih određene konačne lokacije pojedinih točaka i obilježene GPS koordinatama. Prebrojavanje je provedeno na 17 točaka na lokaciji Varaždinske nizinske šume, na tri točke na lokaciji Pažut, na devet točaka na lokaciji Repaš, na osam točaka na lokaciji Gabajeva greda i na 29 točaka na lokaciji Đurđevačke nizinske šume.



**Slika 4.** Položaj istraživanih područja: 1 – Varaždinske nizinske šume; 2 – Lokalitet Pažut; 3 – Šuma Repaš sjeverno od Drave, 4 – Kompleks Gabajeva greda jugozapadno od Drave, 5 – Đurđevačke nizinske šume



### 3.1.1. VARAŽDINSKE NIZINSKE ŠUME

Lokalitet obuhvaća poplavnu šumu uz rijeku Dravu od graničnoga prijelaza Dubrava Križovljanska prema Republici Sloveniji do grada Varaždina na istoku (slika 4., lokalitet 1;  $16^{\circ} 19' N 46^{\circ} 38' E$  –  $16^{\circ} 33' N 46^{\circ} 34' E$ ). Šuma se nalazi uz ostatak staroga toka rijeke sjeverno od derivacijskoga kanala koji povezuje dva jezera i izgrađen je za potrebe hidroelektrane. Dio se nalazi u gospodarskoj jedinici Varaždinske podravske šume, a dio sjeverno od Drave kod Varaždina smješten je u Međimurskoj županiji i spada pod gospodarsku jedinicu Donje Međimurje. Osim dominantnoga hrasta lužnjaka, u fragmentima između njega rasprostranjene su uglavnom sastojine bijele i crne topole te bijele vrbe (Prpić i Milković, 2005.).



Slika 5. Varaždinske nizinske šume; fotografije: M. Slatki

### 3.1.2. PAŽUT

Šuma se nalazi u sutoku dviju velikih rijeka – Drave i Mure (slika 4., lokalitet 2;  $16^{\circ} 82' N 46^{\circ} 31' E$  –  $16^{\circ} 88' N 46^{\circ} 30' E$ ). Iako zemljopisno predstavlja najistočniju točku Međimurja, zapravo se nalazi u općini Legrad u Koprivničko-križevačkoj županiji. Drava i Mura s pritokom



Rakovicom imaju veliku ulogu u oblikovanju vegetacije pa prevladavaju ritske zajednice koje podnose česte poplave i visoku razinu podzemne vode. Zbog intenzivne ispaše u prošlosti od autohtone vegetacije preostale su šumske površine između rijeke Drave i nasipa uz nju te pojas uz Muru i njezin nasip. Zajednice koje se razvijaju zbog heterogenosti staništa prekrivaju manje površine te se često pojavljuju kao fragmenti, jedna unutar druge: rakitov šibljak, šuma bijele vrbe, šuma bijele vrbe i crne topole, šuma crne i bijele topole i šuma crne johe s trušljikom (Španjol i Vukelić, 2005.). U sklopu šume nalazi se i ornitološki rezervat Veliki Pažut. Lokalitet spada pod gospodarsku jedinicu Koprivničke nizinske šume.



**Slika 6.** Pažut; fotografije: M. Slatki



### 3.1.3. REPAŠ I GABAJEVA GREDA

Dva lokaliteta se nalaze na području gospodarske jedinice Repaš-Gabajeva greda. Cijela gospodarska jedinica nalazi se unutar granica Koprivničko-križevačke županije, obuhvaćena je općinama Gola, Hlebine, Molve i Novo Virje te je čine tri odvojene šumske cjeline. Reljef je uvjetovan blizinom rijeke Drave. Ona je značajnije plavila i meandrirala ovim područjem prije regulacije vodotoka. Osim dominantnoga hrasta lužnjaka, u fragmentima između njega rasprostranjene su uglavnom sastojine poljskoga jasena i crne johe (Prpić i Milković, 2005.). Jedan lokalitet istraživanja smješten je u prostranoj šumi Repaš sjeverno od Drave (slika 4., lokalitet 3; 17° 06' N 46° 18' E – 17° 17' N 46° 13' E), a drugi u kompleksu Gabajeva greda zapadno od prometnice Gola-Molve (slika 4., lokalitet 4; 16° 99' N 46° 15' E – 17° 04' N 46° 13' E).



Slika 7. Repaš; fotografije: M. Slatki





**Slika 8.** Gabajeva greda; fotografije: M. Slatki

#### **3.1.4. ĐURĐEVAČKE NIZINSKE ŠUME**

Lokalitet se nalazi na području prostrane šume u sklopu gospodarske jedinice Đurđevačke nizinske šume (slika 4., lokalitet 5;  $17^{\circ} 11' N 46^{\circ} 10' E$  –  $17^{\circ} 25' N 46^{\circ} 00' E$ ). Nalazi se u nizinskom dijelu Podravine, između Đurđevca i rijeke Drave, a sastoji se od pet međusobno odvojenih šumskih cjelina. Osim dominantnoga hrasta lužnjaka, vrlo su rasprostranjene sastojine crne johe koje zauzimaju velike površine te mjestimično sastojine poljskoga jasena (Prpić i Milković, 2005.). U sklopu šume, u blizini mjesta Kalinovac, nalazi se rezervat šumske vegetacije Crni jarci. Vegetacijsko obilježje rezervata je šuma crne johe sa stablima starosti 90 – 95 godina (Španjol i Vukelić, 2005.).





**Slika 9.** Đurđevačke nizinske šume; fotografije: M. Slatki

## **3.2. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **3.2.1. METODE ISTRAŽIVANJA ORNITOFAUNE**

Istraživanje zajednica ptica provedeno je standardnom metodom prebrojavanja u točki (Bibby i sur., 1992.). Prebrojavanje je provedeno na 66 točaka međusobno udaljenim minimalno 300 m. Točke su bile postavljene najmanje 300 m od rubova šume, prometnica i vodenih površina kako bi se izbjegao rubni efekt. Budući da su šumske plohe mjestimično prekinute prosjekama koje olakšavaju održavanje šuma, one su karakterizirane kao rub šume samo ukoliko su bile dovoljno široke da se iznad njih ne formira neprekinuta krošnja. Na svakoj točki prebrojavanje je provedeno pet puta tijekom sezone gniježđenja kako bi se pokrila najveća aktivnost svih ptica od interesa i to u periodu od izlaska sunca do tri sata nakon toga. Prebrojavanje nije provedeno po vjetru, kiši, magli ni za vrijeme jake naoblake. Sve navedeno moglo bi utjecati na aktivnost ptica i/ili na mogućnost opažanja što bi utjecalo na rezultate. Nakon dolaska na točku prebrojavanja uslijedile su dvije minute mirnoga spontanog promatranja kako bi se omogućilo prilagođavanje ptica na promatrača. Nakon toga, protokol se razlikuje za primarne i sekundarne dupljašice. Za vrijeme prvoga i drugog prebrojavanja očekivana je najveća aktivnost primarnih dupljašica pa je prije samoga prebrojavanja korišten tihi vab. Učinkovitost vaba dokazana je za

više vrsta djetlića koji su vrlo često skriveni i oprezni u blizini čovjeka (vidi Ćiković i sur., 2015., Michalzuk i Michalzuk, 2006.). Za vab je korištena snimka u trajanju od otprilike dvije minute koja je sadržavala kombinaciju teritorijalnoga bubnjanja i glasanja odraslih jedinki svih pet očekivanih vrsta počevši od najmanje do najveće. Snimka je reproducirana pomoću digitalnog uređaja za reprodukciju mp3 zapisa spojenog na megafon snage 25 W. Glasnoća reprodukcije prethodno je baždarena tako da je ljudsko uho čuje na udaljenosti od najviše 100 metara kako bi se izbjeglo privlačenje jedinki s drugih točaka prebrojavanja. Nakon vaba uslijedio je period od 5 minuta za vrijeme kojega je bilježena aktivnost svih ptica. Vrijeme i broj prebrojavanja u sezoni određen je prema preporukama Sorace i sur. (2000.). Za vrijeme trećega, četvrtog i petog prebrojavanja nije korišten vab, već je nakon dolaska i dvije minute prilagodbe odmah započeto prebrojavanje ptica u trajanju od pet minuta. Svaki mužjak koji pjeva i/ili iskazuje teritorijalno ponašanje bilježen je kao jedan par. Isto tako, u slučaju da mužjak nije opažen, ženka, grupa mladih ili aktivno gnijezdo interpretirani su kao par. Ptice su bilježene u dva pojasa: na udaljenost manjoj ili jednakoj (unutarnji pojas) i većoj (vanjski pojas) od 50 m od točke promatranja. U kvantitativne analize uključene su samo ptice iz unutarnjega pojasa. Tijekom prebrojavanja korišten je digitalni snimač *Zoom H5* za stvaranje zvučnih zapisa visoke rezolucije (wav. format datoteke, učestalost uzorkovanja 44 100 Hz, dubina 24 bita). Na temelju snimki s prebrojavanja provedena je determinacija vrsta sličnoga pjeva (npr. sjenice i puzavci). Determinacija je vršena iz snimki po sluhu i analizom sonograma u programu Raven Pro 1.6. (*Center for Conservation Bioacoustics*, 2019.).

Nomeklatura i popis vrsta ptica usklađeni su s *HBW and BirdLife Taxonomic Checklist v.5* (2020.) i Rječnikom standardnih hrvatskih ptičjih naziva (Zavod za ornitologiju HAZU, 2018.).

### 3.2.2. METODE ISTRAŽIVANJA STANIŠTA

Za uzorkovanje staništa korištena je metoda kružnih ploha (Cyr i Oelke, 1976., James i Shugart, 1970.). Zbog izražene vertikalne slojevitosti, pojedini slojevi vegetacije određeni su kao:

- a) prizemni sloj – sva vegetacija do visine 1 m
- b) sloj grmlja – raslinje više od 1 m prsnoga promjera manjeg od 7,5 cm
- c) sloj drveća – drvenasto raslinje prsnoga promjera jednakog ili većeg od 7,5 cm

Plohe za uzorkovanje određene su tako da se njihovo središte poklapalo s mjestom početnoga stajanja promatrača za vrijeme prebrojavanja u točki. Površina plohe iznosila je 0,04 ha ( $r = 11,28$  m). Radijus plohe izmjeren je precizno laserskim daljinomjerom *Bosch* (0,15 – 20 m,  $\pm 3$  mm). Za svako stablo na plohi određena je vrsta i izmjeren prsni promjer pomoću baždarenoga

drvenog ravnala, a zatim su stabla razvrstana u devet razreda (tablica 2.). Za svaki razred izračunata je bazalna površina množenjem broja stabala pojedine vrste s faktorima koje su odredili Cyr i Oelke (1976.). Kako bi se odredila relativna starost stabala na plohi ukupna bazalna površina podijeljena je s brojem stabala. Apsolutna starost određena je prema starosti odsjeka na kojoj je smještena ploha iz osnova gospodarenja za pojedinu gospodarsku jedinicu i prema njoj su plohe podijeljene u četiri kategorije: < 40 godina, 40 – 59 godina, 60 – 79 godina i  $\geq$  80 godina. Površina istraživanih odsjeka određena je također iz osnova gospodarenja za pojedinu gospodarsku jedinicu. Podaci za stabla iz skupina S, A i B objedinjena su kao „mala stabla“, a od C do G kao „velika stabla“. Dodatno, udio bazalne površine pojedine vrste korišten je za podjelu ploha s dominantnom topolom (*Populus sp.*), crnom johom i poljskim jasenom. Plohe na kojima je više od 60 % bazalne površine zauzimala pojedina vrsta određene su kao tipovi topole, johe ili jasena, a plohe bez dominacije određene vrste određene su kao miješani tip. Pokrovnost prizemnoga sloja određena je pomoću kartonskoga cilindra s okomito učvršćenim nitima na jednom kraju. Uzduž četiri manja transekta unutar plohe (S, I, J, Z) ukupno je napravljeno 20 očitavanja promatranjem tla okomito kroz cilindar s ispruženom rukom. Bilježen je pozitivan ili negativan nalaz, ovisno o tome vidi li se na mjestu križanja vegetacija ili ne. Rezultati su izraženi u postocima. Na isti način određena je i pokrovnost krošnje, s time da je kroz cilindar okomito promatrana krošnja. Pokrovnost grmlja određena je u postocima, aproksimativno promatranjem detaljnih fotografija načinjenih iz središta plohe i svrstana u jednu od četiri kategorije: 0 – 25 %, 26 – 50 %, 51 – 75 %, 76 – 100 %. Na svakoj plohi određen je broj i prsni promjer mrtvih stabala. Dominantni oblik prizemnoga sloja razvrstan je u dvije kategorije: širokolisno i uskolisno bilje.

**Tablica 2.** Kategorije (razredi) stabala prema prsnom promjeru

KATEGORIJA (RAZRED)	PRJNI PROMJER/cm
S	< 7,5
A	7,5 – 15
B	15 – 23
C	23 – 38
D	38 – 53
E	53 – 68
F	68 – 84
G	84 – 101
H	> 101

### 3.2.3. METODE OBRADJE PODATAKA

Za analizu zajednica ptica korišten je Shannon-Wienerov indeks raznolikosti. Vrijednosti tog indeksa proporcionalne su broju vrsta u zajednici i ujednačenosti rasporeda jedinki među vrstama i računa se prema formuli:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (p_i)(\ln p_i)$$

- $H'$  – vrijednost Shannon-Wienerovoga indeksa raznolikosti
- $p_i$  – proporcija  $i$ -te vrste u ukupnom broju jedinki
- $S$  – broj vrsta u zajednici

Vrste ptica dupljašica podijeljene su u kategorije prema supstratu hranjenja i prema gniježđenju:

#### A) hranjenje

- (k) – hrane se u krošnji (na lišću grmlja ili drveća)
- (d) – hrane se na kori (deblu) drveća
- (t) – hrane se na tlu
- (z) – hrane se u zraku

#### B) gniježđenje

- (p) – primarne dupljašice
- (s) – sekundarne dupljašice

Shapiro-Wilks test korišten je za provjeru normalnosti distribucije varijabli. Budući da varijable uglavnom nisu pokazale normalnu distribuciju, korištene su neparametrijske metode. Provedena je analiza glavnih komponenti (PCA) s 28 neovisnih strukturnih i florističkih varijabli staništa. Varijable su prikazane u tablici 3., a obuhvaćaju relativan broj stabala, bazalnu površinu dominantnih vrsta, broj stabala i vrsta po plohi, broj i udio malih i velikih stabala, apsolutnu starost odsjeka te pokrovnost krošnje, prizemnoga sloja i grmlja. Faktorska opterećenja (*factor loadings*) veća od [0,7] smatrana su značajnim, a istaknuta su i blaga opterećenja između [0,5] i [0,7].

Između glavnih komponenti dobivenih PCA analizom i ornitoloških varijabli provedena je neparametrijska Spearman Rank korelacija. Provedena je i analiza selekcijskih indeksa pojedinih vrsta i skupina ptica (prema supstratu hranjenja i gniježđenju) za tipove i apsolutnu starost šume (Krebs, 1999.). Značajnost selekcije je testirana hi-kvadrat testom. U toj analizi kao očekivane vrijednosti određeni su udjeli tipova šuma prema dominantnoj vrsti stabala i

apsolutnoj starosti dostupnih na istraživanom području. Standardizirani selekcijski indeks izračunat je prema Manly i sur. (1993.):

$$B_i = \frac{\hat{w}_i}{\sum_{i=1}^n \hat{w}_i}$$

- $B_i$  – vrijednost standardiziranoga selekcijskog indeksa za vrstu  $i$
- $w_i$  – udio korištenih staništa za vrstu  $i$

Selekcijski indeksi iznad 1/broj resursa, ili 0,25 u ovom slučaju, ukazuju na sklonost, dok oni ispod te vrijednosti označavaju izbjegavanje. Vjerojatnost dobivena testom nul-hipoteze o slučajnoj selektivnosti ispod 0,05 smatrana je značajnom. Granice pouzdanosti od 95 % s Bonferronijevom korekcijom korištene su za testiranje značajnosti selekcije za svaki tip staništa i starosnu kategoriju. Za granice pouzdanosti između vrijednosti za dva tipa staništa koje se nisu preklapale smatrano je da su neovisno odabrane i te su razlike testirane na značajnost selekcije.

Statističke analize provedene su programima Microsoft® Excel® za Office 365 MSO, Past v.3.14., STATISTICA v.8.0. (StatSoft, 2007.) i Ecological Methodology v.7.0 (Krebs, 2009.).



**Tablica 3.** Popis vegetacijskih i ornitoloških varijabli uključenih u analizu

<b>ORNITOLOŠKE VARIJABLE</b>	<b>VEGETACIJSKE VARIJABLE</b>
broj parova sive žune	udio broja stabala topole
broj parova crne žune	udio broja stabala bijele vrbe
broj parova crvenoglavoga djetlića	udio broja stabala crne johe
broj parova maloga djetlića	udio broja stabala hrasta lužnjaka
broj parova velikoga djetlića	udio broja stabala poljskoga jasena
broj parova crnoglave sjenice	udio broja stabala običnoga graba
broj parova plavetne sjenice	udio broja stabala brijesta
broj parova velike sjenice	udio broja stabala javora klena
broj parova dugokljunoga puzavca	ukupan broj stabala po točki
broj parova kratkokljunoga puzavca	ukupan broj vrsta stabala po točki
broj parova brgljeza	apsolutna starost šume
broj parova čvorka	broj malih stabala (S – B)
broj parova bjelovrate muharice	udio malih stabala (S – B)
broj parova primarnih dupljašica	broj velikih stabala (C – G)
broj vrsta primarnih dupljašica	udio velikih stabala (C – G)
broj parova sekundarnih dupljašica	prosječna temeljnica
broj vrsta sekundarnih dupljašica	broj mrtvih stabala
ukupan broj parova	pokrovnost sloja grmlja
ukupan broj vrsta	pokrovnost prizemnoga sloja
broj parova koji se hrane u krošnji	pokrovnost krošnji
broj parova koji se hrane na deblu	udio temeljnice topole
broj parova koji se hrane na tlu	udio temeljnice bijele vrbe
broj parova koji se hrane u zraku	udio temeljnice crne johe
	udio temeljnice hrasta lužnjaka
	udio temeljnice poljskoga jasena
	udio temeljnice običnoga graba
	udio temeljnice brijesta
	udio temeljnice javora klena

## 4. REZULTATI

### 4.1. ZAJEDNICE PTICA DUPLJAŠICA

Na istraživanom području ukupno je zabilježeno 13 vrsta dupljašica (slike 10., 11. i 12.) od čega 5 vrsta primarnih i 8 vrsta sekundarnih (tablica 5.). Grafovi na slikama od 13. do 16. pokazuju raspodjelu pojedinih vrsta primarnih i sekundarnih dupljašica u različitim tipovima šuma te u različitim starosnim kategorijama. Objedinjeni podaci za primarne i sekundarne dupljašice prikazani su na slikama 17. i 18.

Sistematski popis zabilježenih vrsta:

*Picus canus* Gmelin, 1788, siva žuna (slika 11.a) – zabilježena je na lokacijama Pažut, Repaš i Đurđevačke nizinske šume te je zastupljena s relativno malim brojem parova (2,67 %). Zabilježena je u svim tipovima šuma (slika 13.). Nešto veći broj parova zabilježen je u sastojinama starijim od 60 godina (slika 15.).

*Dryocopus martius* (Linnaeus, 1758), crna žuna (slika 11.b) – iako viđena na brojnim lokacijama u području istraživanja, ali izvan točaka prebrojavanja, zabilježena je s 2 para samo na lokaciji Đurđevačke nizinske šume.

*Leiopicus medius* (Linnaeus, 1758), crvenoglavi djetlić (slika 11.e) – zabilježen je na lokacijama Varaždinske nizinske šume, Repaš te Đurđevačke nizinske šume. Zastupljen je s malim brojem parova (3,00 %). Zabilježen je u svim tipovima šuma (slika 13.). Najveći broj parova zabilježen je u najstarijim sastojinama (slika 15.).

*Dryobates minor* (Linnaeus, 1758), mali djetlić (slika 11.d) – zabilježen je na svim istraživanim lokacijama, ali s malim brojem parova (2,33 %). Zabilježen je u svim tipovima šume (slika 13.). Nije zabilježen u najmlađim šumama te je najbrojniji u najstarijim sastojinama (slika 15.).

*Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758), veliki djetlić (slika 11.c) – najčešća zabilježena vrsta (25 % od ukupno zabilježenih parova), zabilježen je na svim lokacijama i u svim tipovima šuma s najvećim brojem parova u mješovitom tipu (slika 13.). U starijim sastojinama zabilježen je najveći broj parova (slika 15.).

*Poecile palustris* (Linnaeus, 1758), crnoglava sjenica (slika 12.c) – zabilježena je na svim istraživanim lokacijama, ali s relativno malim brojem parova (4,33 %). Najveći broj parova zabilježen je u mješovitom tipu te je zastupljena u šumama svih starosnih kategorija (slike 14. i 16.).

*Cyanistes caeruleus* (Linnaeus, 1758), plavetna sjenica (slika 12.b) – zabilježena je na svim istraživanim lokacijama (8,33 % od ukupno zabilježenih parova). Dolazi u svim tipovima šume, ali broj zabilježenih parova povećava se sa starosti šume (slike 14. i 16.). Nije zabilježena u najmlađim sastojinama.

*Parus major* Linnaeus, 1758, velika sjenica (slika 12.a) – najčešća zabilježena vrsta sekundarne dupljašice i najbrojnija od svih sjenica (slika 8.), zabilježena je na svim lokacijama. Zastupljena je u svim starosnim kategorijama (slika 16.). Nešto veći broj parova zabilježen je u miješanim šumama, a najmanji u šumama johe (slika 14.).

*Certhia brachydactyla* Brehm, 1820, dugokljuni puzavac (slika 12.f) – zabilježen je na lokacijama Varaždinske nizinske šume, Gabajeva greda i Đurđevačke nizinske te je zastupljen s malim brojem parova (2,67 %). Zastupljen je u svim tipovima šuma (slika 14.) i svim starosnim kategorijama (slika 16.).

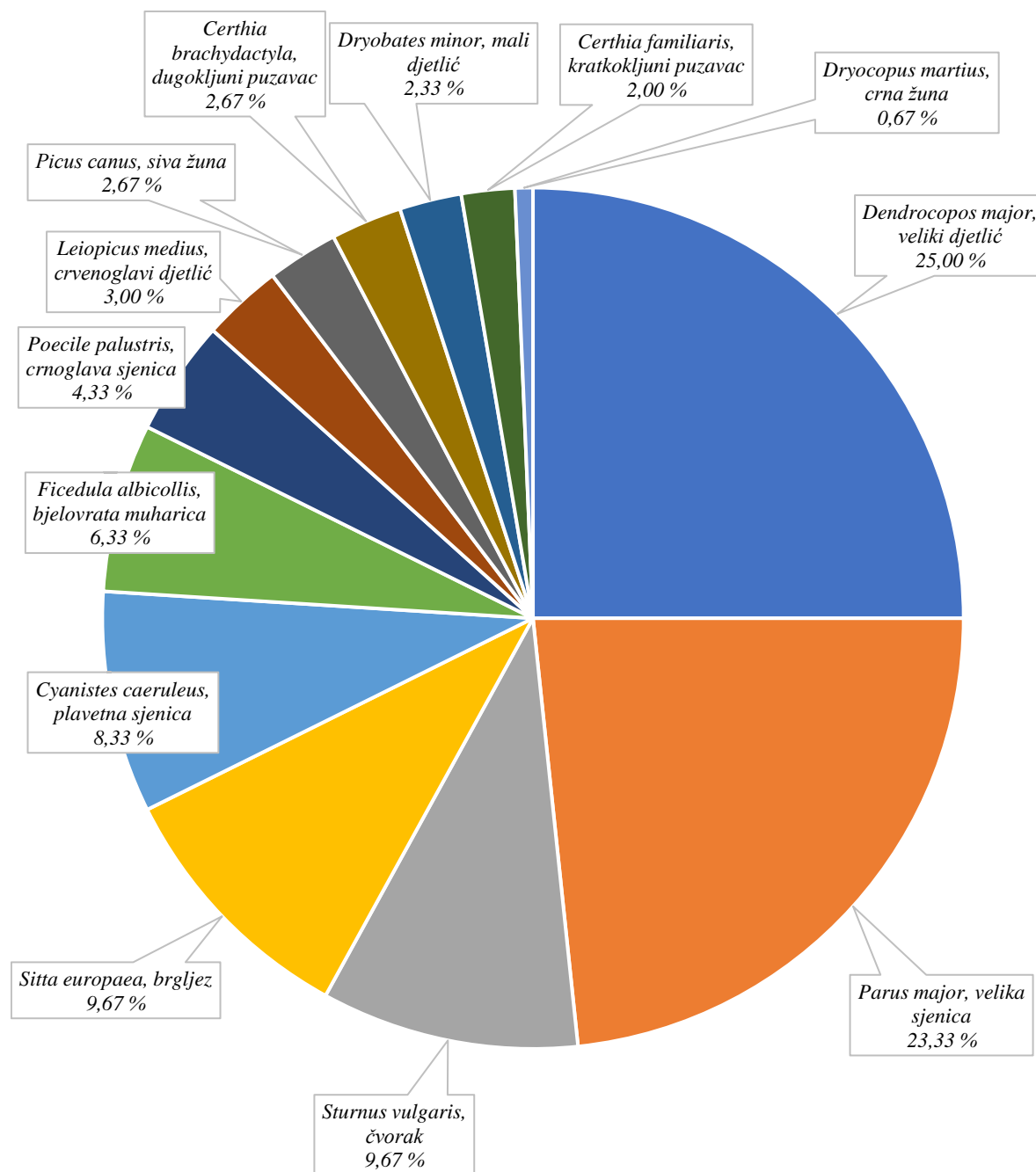
*Certhia familiaris* Linnaeus, 1758, kratkokljuni puzavac (slika 12.d) – zabilježen je na lokacijama Repaš i Đurđevačke nizinske šume te je zastupljen s malim brojem parova (2,00 %). Nije zastupljen na najmlađim sastojinama i u šumama tipa topola (slike 14. i 16.).

*Sitta europaea* Linnaeus, 1758, brgljez (slika 12.h) – vrlo je čest i zabilježen na svim lokacijama. Zabilježen je u svim tipovima šume s nešto manjih brojem parova u tipu johe (slika 14.). Broj zabilježenih parova povećava se sa starosti šume (slika 16.).

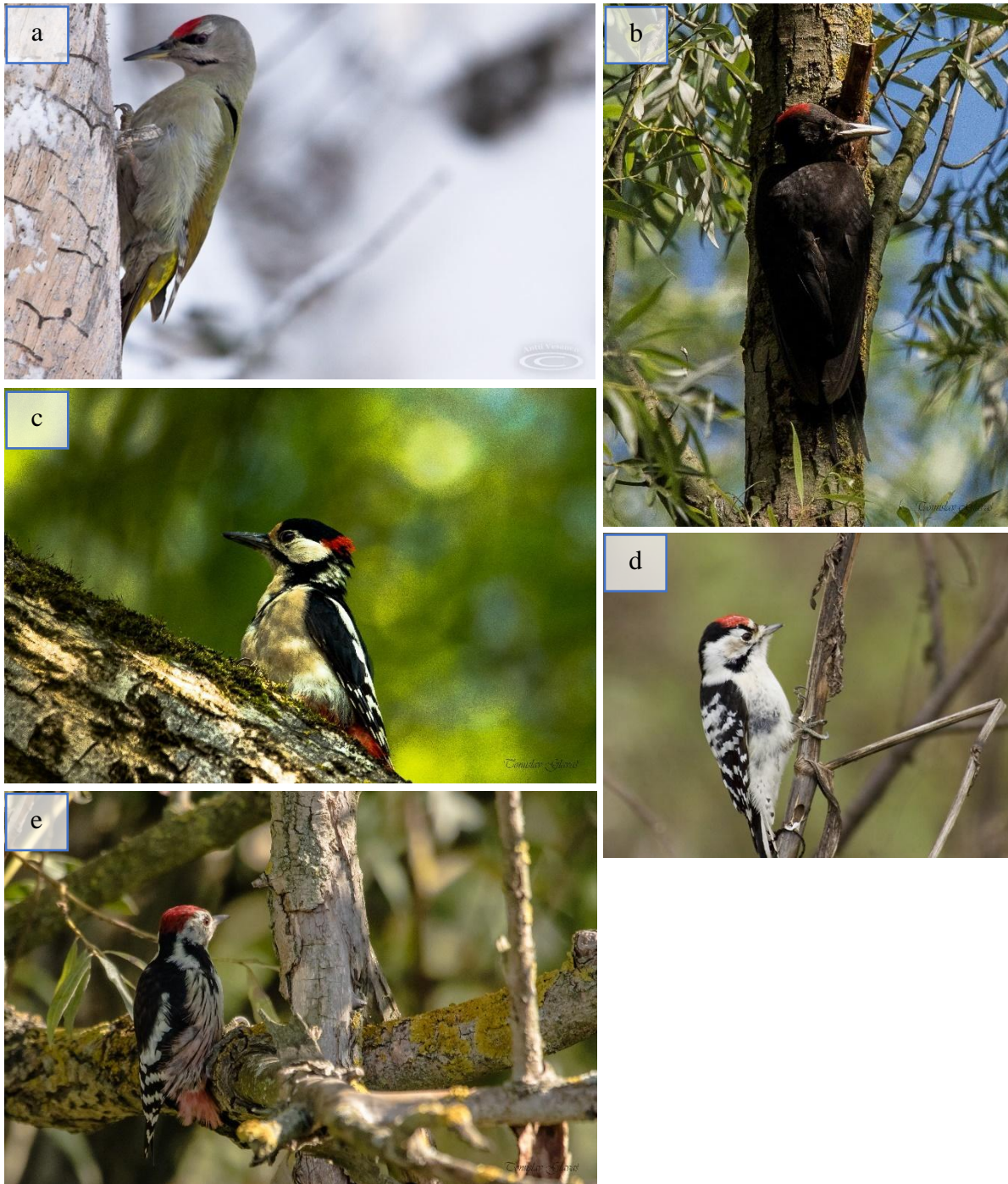
*Sturnus vulgaris* Linnaeus, 1758, čvorak (slika 12.g) – vrlo je čest i zabilježen na svim lokacijama. Zabilježen je u svim tipovima šume s većim brojem parova u tipu jasen i mješovitom tipu (slika 14.). Broj zabilježenih parova povećava se sa starosti šume (slika 16.).

*Ficedula albicollis* (Temminck, 1815), bjelovrata muharica (slika 12.e) – zabilježena je na lokacijama Repaš, Gabajeva greda i Đurđevačke nizinske šume te je zastupljena s 6,33 % zabilježenih parova. Od tipova šuma nije zabilježena jedino u tipu topola, a najveći broj parova zabilježen je u tipu jasena (slika 14.) i u najstarijim šumama (slika 16.).

Značajnost odabira testirana je standardiziranim selekcijskim indeksom (poglavlje 4.3.).



**Slika 10.** Udio vrsta ptica dupljašica zabilježenih na istraživanom području

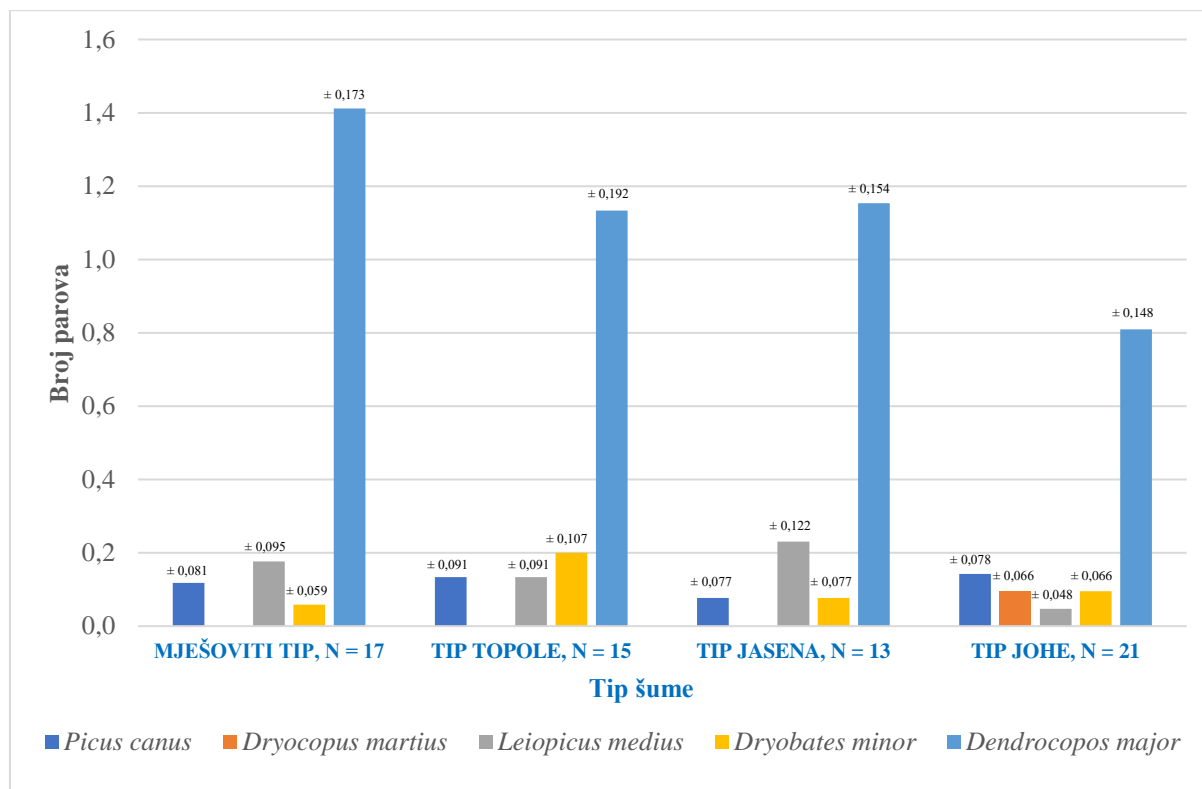


**Slika 11.** Primarne dupljašice zabilježene na istraživanom području; a – siva žuna, b – crna žuna, c – veliki djetlić, d – mali djetlić, e – crvenoglavi djetlić; fotografije b, c i d: Tomislav Glavaš, fotografije a: Antti Vesanen, d: Sergey Yeliseev (a i d preuzete s [www.flickr.com](http://www.flickr.com))

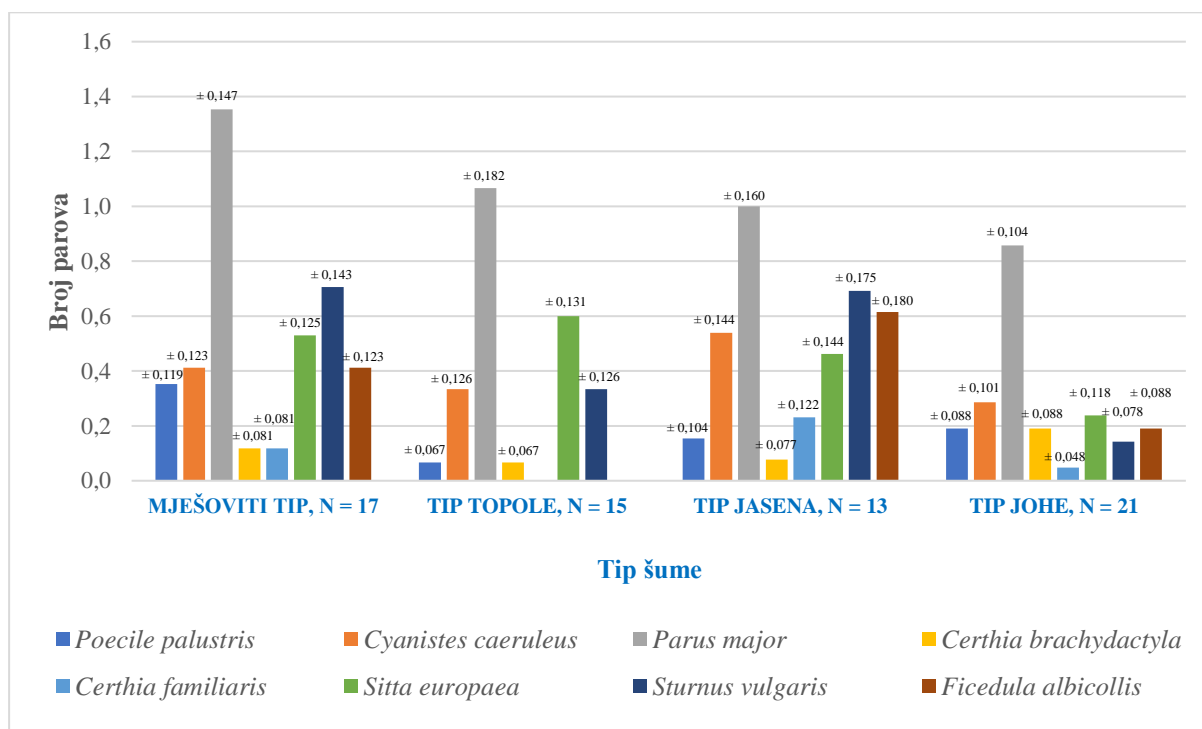




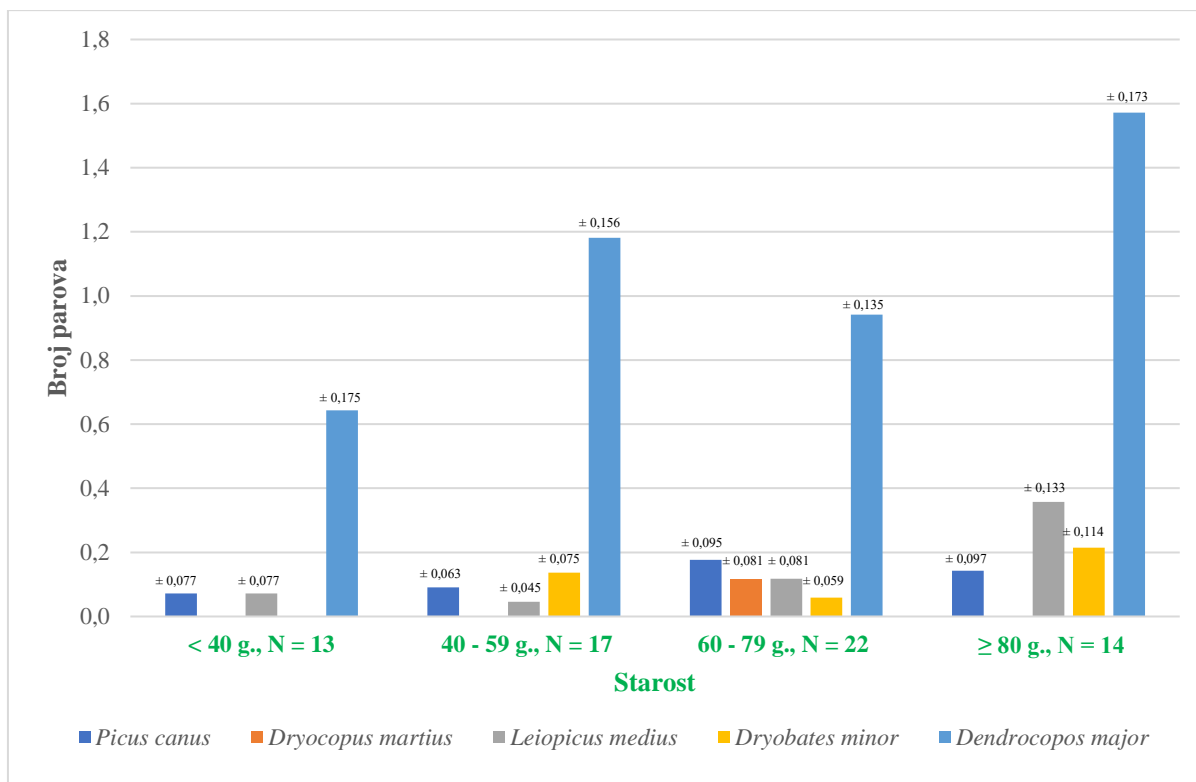
**Slika 12.** Sekundarne dupljašice zabilježene na istraživanom području; a – velika sjenica, b – plavetna sjenica, c – crnoglava sjenica, d – kratkokljuni puzavac, e – bjelovrata muharica, f – dugokljuni puzavac, g – čvorak, h – brgljez; fotografije a i b: Tomislav Glavaš; fotografije c: Philippe Rouzet, d: Dean Morley, e: Andrej Chudý, f: Jano Fonsagrada, g: Peter O'Connor, h: Mark Kilner (c, d, e, f i g preuzete s [www.flickr.com](http://www.flickr.com))



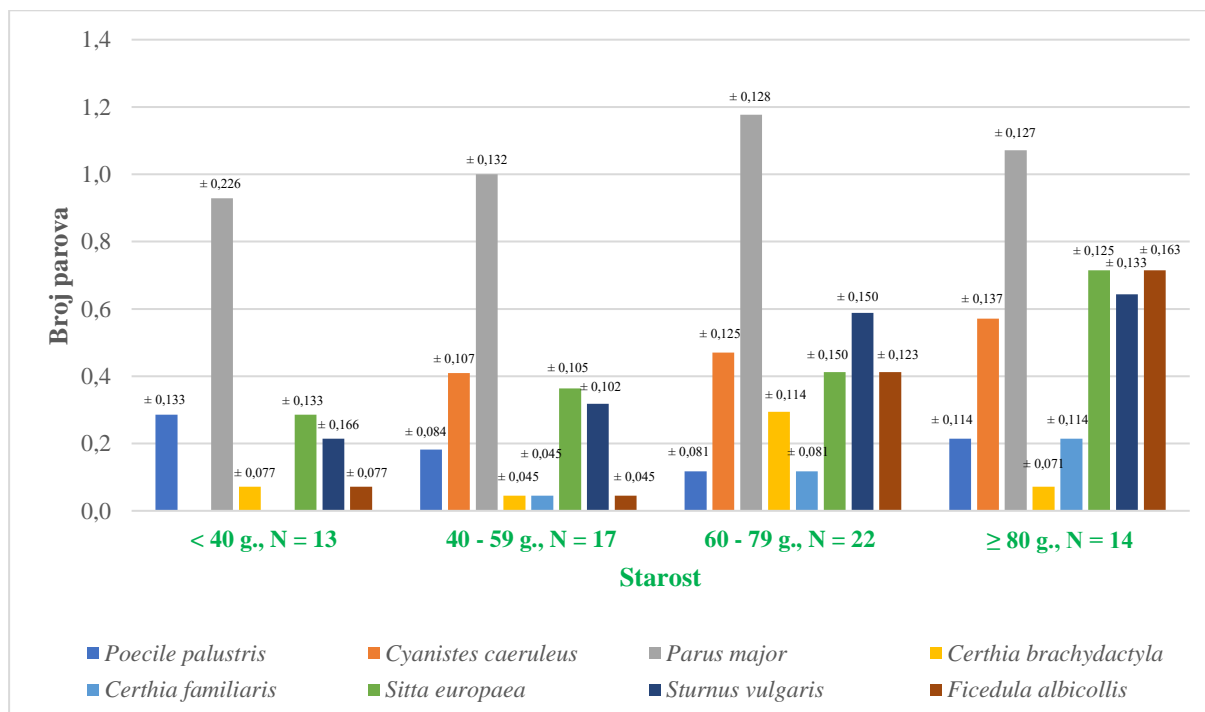
**Slika 13.** Prosječna brojnost parova primarnih dupljašica u različitim tipovima šuma ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka u pojedinom tipu



**Slika 14.** Prosječna brojnost parova sekundarnih dupljašica u različitim tipovima šuma ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka u pojedinom tipu

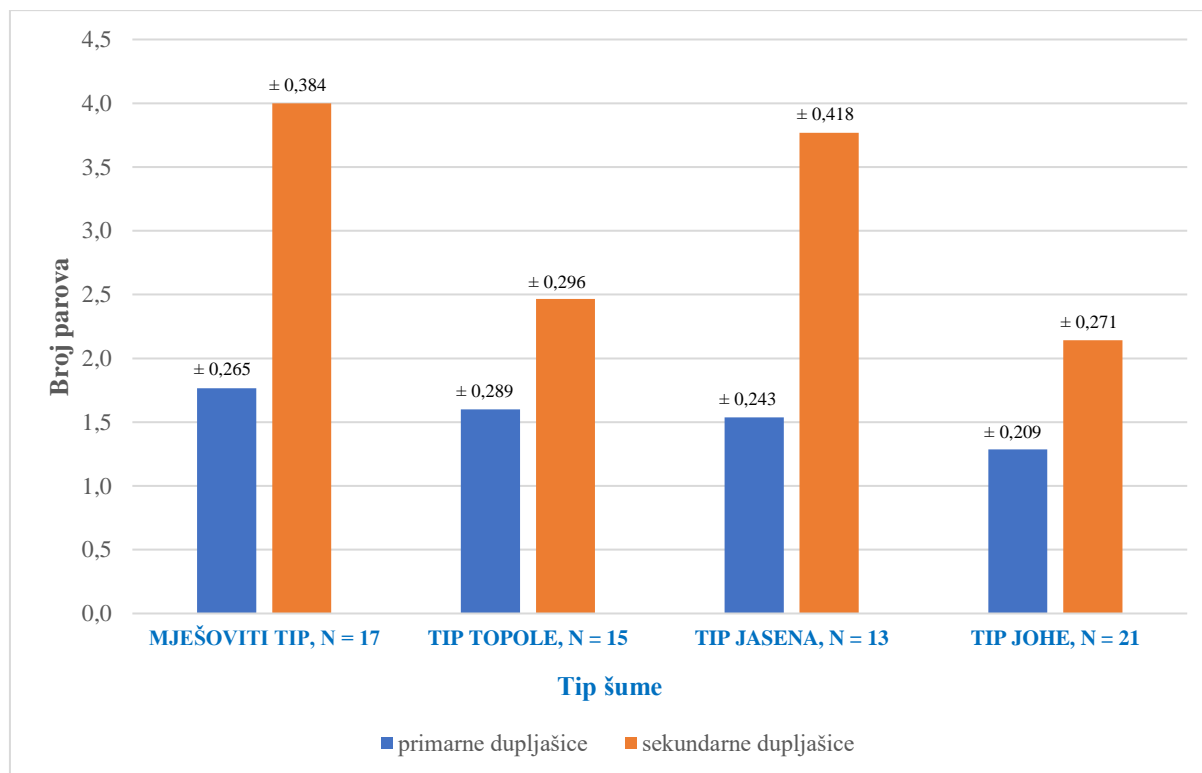


**Slika 15.** Prosječna brojnost parova primarnih dupljašica u šumama različite starosti ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka po kategoriji starosti

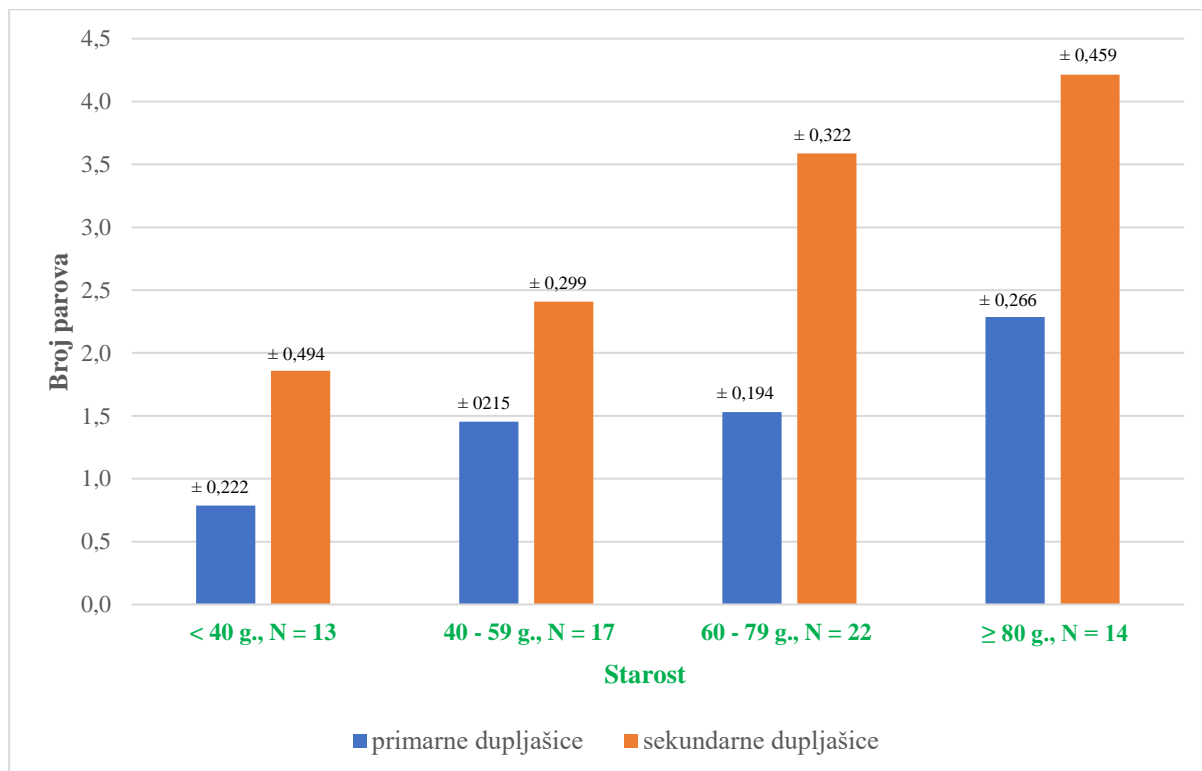


**Slika 16.** Prosječna brojnost parova sekundarnih dupljašica u šumama različite starosti ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka po kategoriji starosti

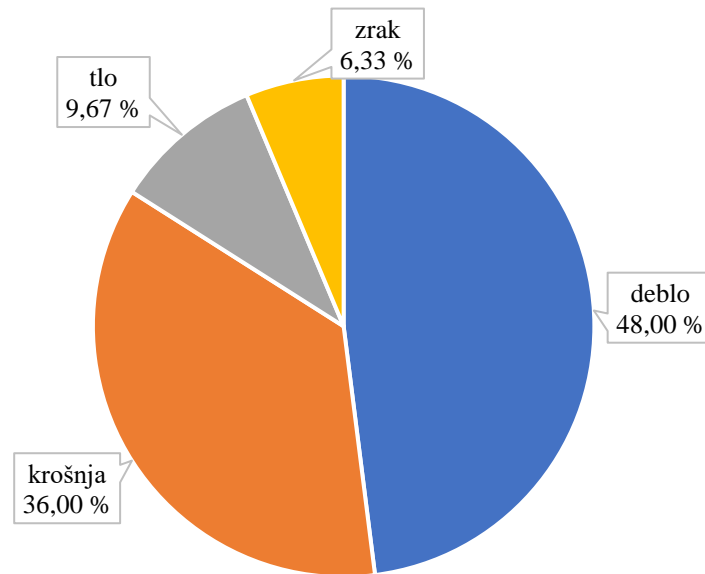




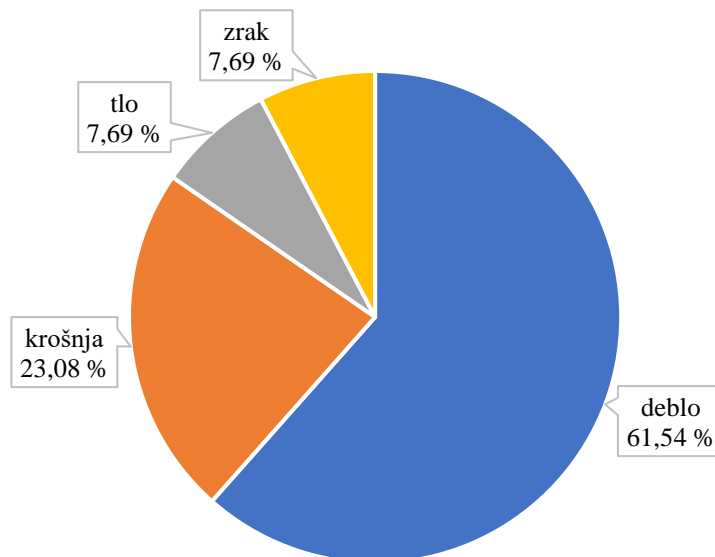
**Slika 17.** Prosječna brojnost parova primarnih i sekundarnih dupljašica u različitim tipovima šuma ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka u pojedinom tipu



**Slika 18.** Prosječna brojnost parova primarnih i sekundarnih dupljašica u šumama različite starosti ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka po kategoriji starosti



**Slika 19.** Udio brojnosti parova dupljašica prema supstratu hranjenja



**Slika 20.** Udio brojnosti vrsta dupljašica prema supstratu hranjenja

Izraženo medijanom zabilježeno je 4,50 (Q1 – Q3 = 2,25 – 6,00) parova dupljašica po točki. Najčešće zabilježene vrste su veliki djetlić (25,00 %) i velika sjenica (23,33 %) koje zajedno ukupno čine 48,33 % zabilježenih parova (slika 10.). Vrste su prema supstratu hranjenja podijeljene u četiri skupine (tablica 4.). Najbrojniji su parovi iz skupine koja se hrani na kori, odnosno deblu drveta (slika 19.), a isto vrijedi i za broj vrsta (slika 20.).

**Tablica 4.** Razdioba zabilježenih vrsta prema gniježđenju i supstratu hranjenja; **hranjenje:** k – hrane se u krošnji (na lišću grmlja ili drveća), d – hrane se na kori (deblu) drveća, t – hrane se na tlu, z – hrane se u zraku; **gniježđenje:** p – primarne dupljašice, s – sekundarne dupljašice

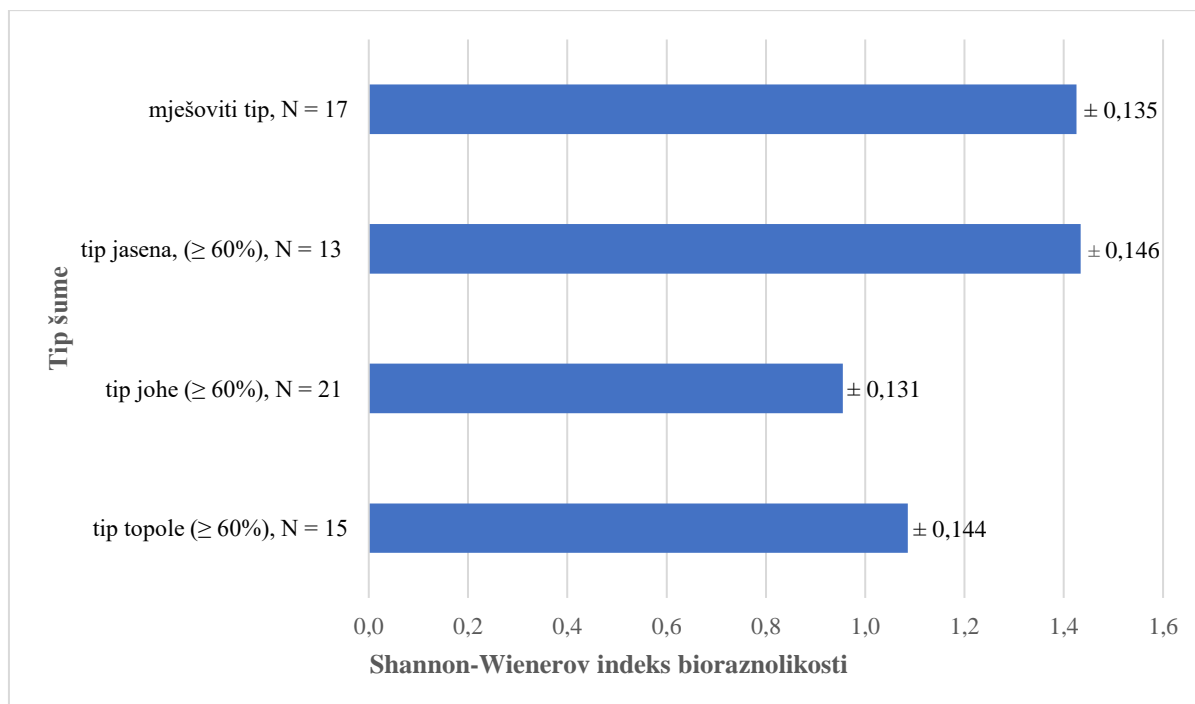
VRSTA	ISHRANA	GNIJEŽĐENJE
<i>Picus canus</i> – siva žuna	d	p
<i>Dryocopus martius</i> – crna žuna	d	p
<i>Leiopicus medius</i> – crvenoglavi djetlić	d	p
<i>Dryobates minor</i> – mali djetlić	d	p
<i>Dendrocopos major</i> – veliki djetlić	d	p
<i>Poecile palustris</i> – crnoglava sjenica	k	s
<i>Cyanistes caeruleus</i> – plavetna sjenica	k	s
<i>Parus major</i> – velika sjenica	k	s
<i>Certhia brachydactyla</i> – dugokljuni puzavac	d	s
<i>Certhia familiaris</i> – kratkokljuni puzavac	d	s
<i>Sitta europaea</i> – brgljez	d	s
<i>Sturnus vulgaris</i> – čvorak	t	s
<i>Ficedula albicollis</i> – bjelovrata muharica	z	s

Tablica 5. pokazuje ornitofaunu dupljašica po istraživanim lokacijama. Ovom analizom obuhvaćene su samo jedinke koje su zabilježene u unutarnjem pojasu prebrojavanja. Jedinke pojedinih vrsta viđene su tijekom terenskih obilazaka izvan točaka prebrojavanja ili su zabilježene u vanjskom pojasu prebrojavanja, ali nisu uključene u analizu jer ih se nije moglo povezati s izmjerenim značajkama vegetacije.

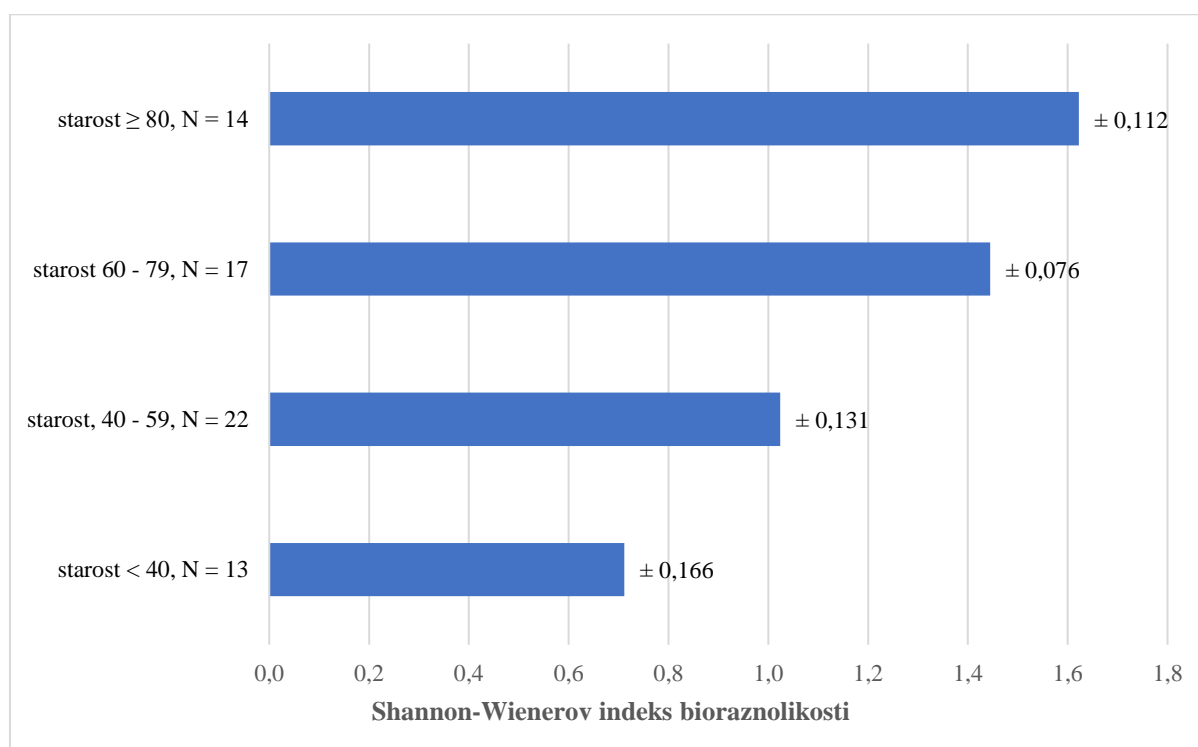
**Tablica 5.** Raspodjela istraživanih vrsta izražena kao broj parova na pojedinim lokacijama (N = broj točaka na pojedinoj lokaciji, - označava da vrsta nije zabilježena tijekom prebrojavanja u točki)

	Varaždinske nizinske šume (N = 17)	Pažut (N = 3)	Repaš (N = 9)	Gabajeva greda (N = 8)	Đurđevačke nizinske šume (N = 29)
siva žuna	-	3	2	-	3
crna žuna	-	-	-	-	2
crvenoglavi djetlić	2	-	3	-	4
mali djetlić	1	2	1	1	2
veliki djetlić	18	5	11	9	32
crnoglava sjenica	2	2	1	2	6
plavetna sjenica	5	1	5	2	12
velika sjenica	19	5	10	6	30
dugokljuni puzavac	1	-	-	2	5
kratkokljuni puzavac	-	-	3	-	3
brgljez	8	3	5	1	12
čvorak	5	3	6	5	10
bjelovrata muharica	-	-	5	3	11

Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti najveći je u mješovitom tipu šuma i u tipu jasena (slika 21.) te se povećava s apsolutnom starosti (slika 22.).



**Slika 21.** Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti dupljašica u različitim tipovima šuma ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka u pojedinom tipu



**Slika 22.** Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti dupljašica u sastojinama različite apsolutne starosti ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka po kategoriji starosti

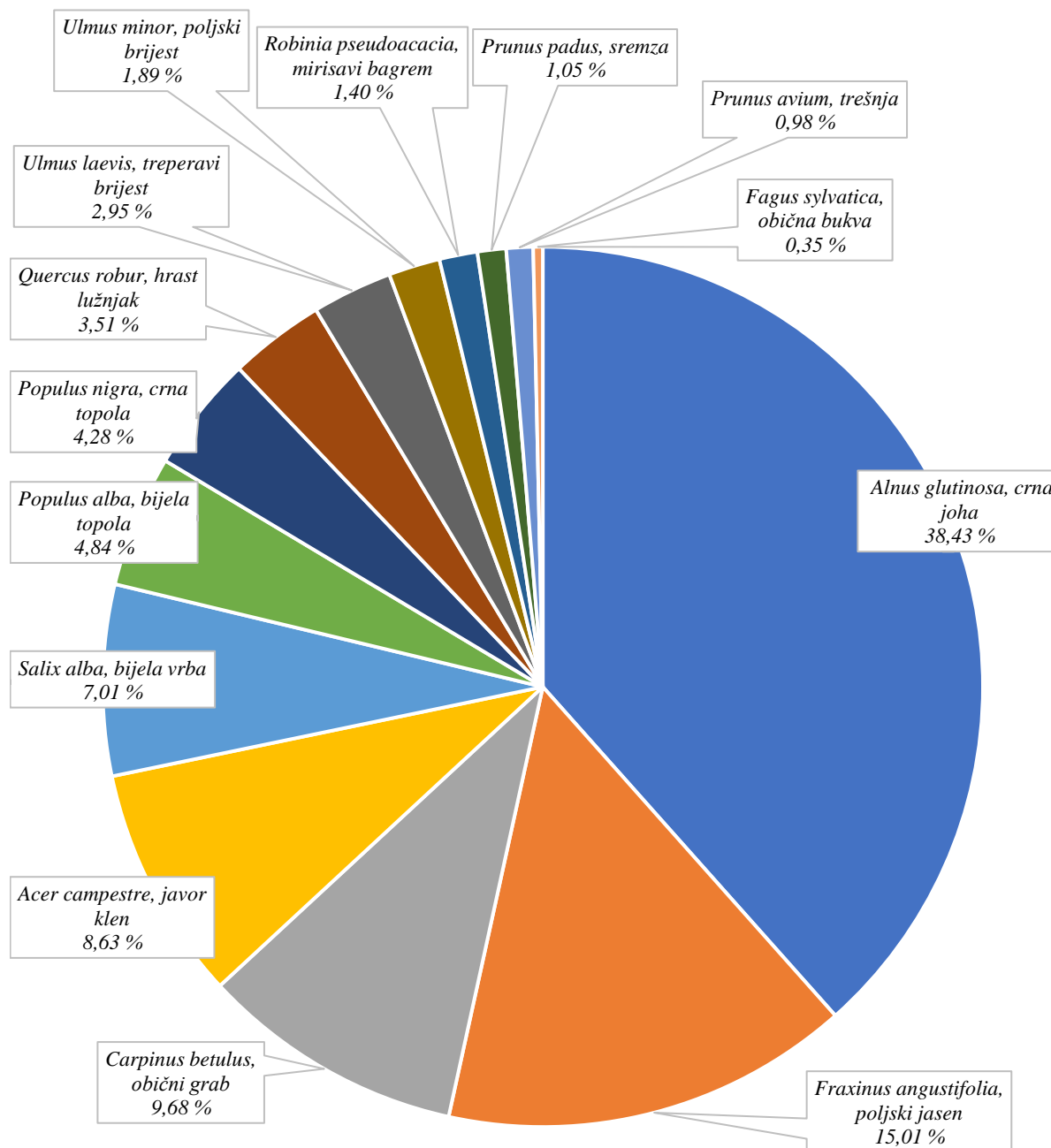
Spearman-rank korelacija između broja parova i vrsta primarnih i sekundarnih dupljašica pokazuje da su sekundarne dupljašice pozitivno korelirane s brojem vrsta i parova primarnih dupljašica (tablica 6.).

**Tablica 6.** Spearman-rank korelacija između broja parova i vrsta primarnih i sekundarnih dupljašica. Značajne korelacije otisnute su masno.

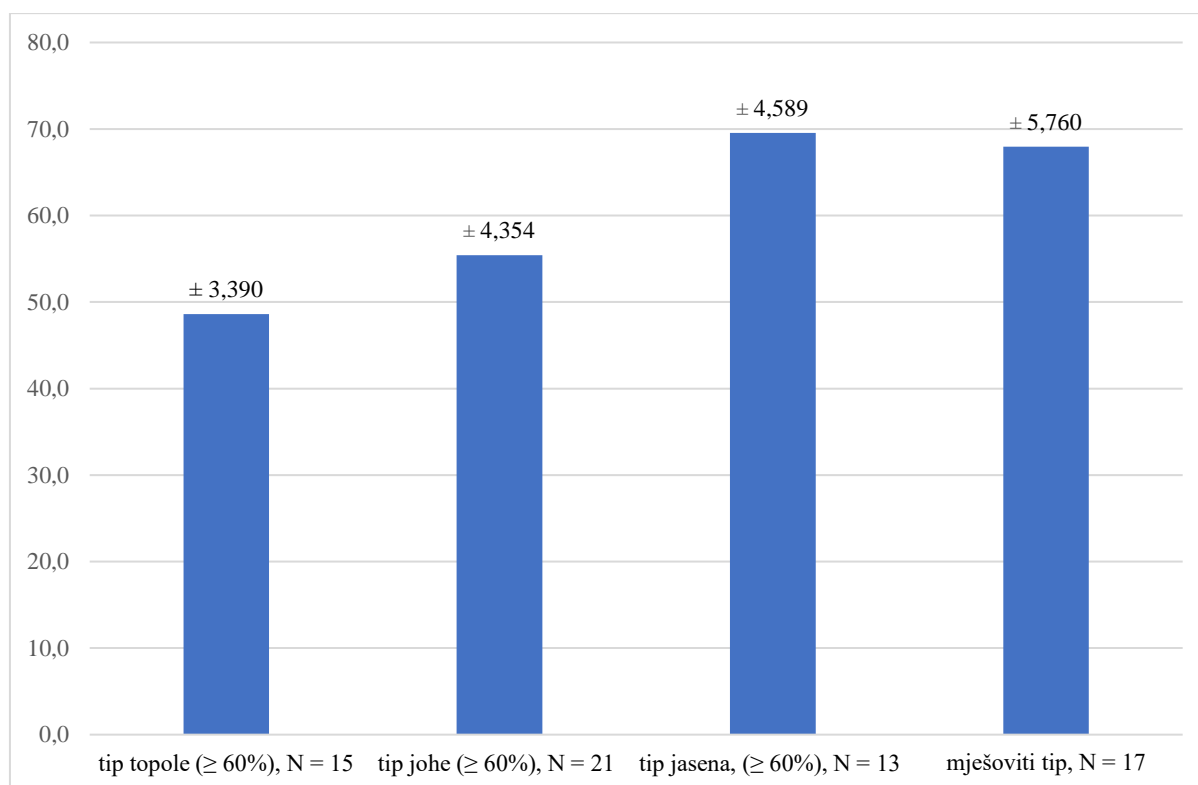
	Spearman	t (N - 2)	p vrijednost
br. parova primarnih i br. parova sekundarnih	<b>0,492</b>	<b>4,520</b>	<b>&lt; 0,001</b>
br. vrsta primarnih i br. vrsta sekundarnih	<b>0,383</b>	<b>3,315</b>	<b>&lt; 0,005</b>

#### 4.2. STRUKTURA STANIŠTA

Ukupno je zabilježeno 14 vrsta stabala (slika 23.). Medijan apsolutne starosti istraživanih odsjeka je 54 (Q1 – Q3 = 42,25 – 77,5) godine. Deset najčešćih vrsta uključeno je u kvantitativnu analizu s objedinjenim podacima za obje vrste topola i brijesta. Sastojine jasena i miješane sastojine u prosjeku su starije od sastojina johe i topole (slika 24.).



**Slika 23.** Udio vrsta stabala po broju zabilježenih jedinki na istraživanom području



**Slika 24.** Prosječna starost različitih tipova šuma na istraživanom području ( $\pm$  standardna pogreška aritmetičke sredine), N = broj točaka u pojedinom tipu

Tijekom preliminarnoga istraživanja na odabranim lokacijama nisu pronađene veće plohe s dominantnim vrstama od interesa. Drugim riječima, istraživane plohe bile su najčešće manji fragmenti šume određeni kao uređajni razredi poljski jasen, crna joha, obična vrba ili domaća topola smještene unutar dominantnih šuma hrasta lužnjaka mnogo većih površina. Bile su raspoređene u čak 60 različitih odsjeka prosječne površine od svega  $13,01 \pm 5,59$  ha. Najveća prosječna površina odsjeka po tipu šume zabilježena je u tipu jasen (tablica 7.).

**Tablica 7.** Prosječna površina istraživanih odsjeka po tipu šume ( $\pm$  standardna devijacija), N = broj točaka u pojedinom tipu

TIP ŠUME	POVRŠINA ISTRAŽIVANIH ODSJEKA/ha
MIJEŠANI (N = 17)	$12,914 \pm 4,982$
JASEN (N = 13)	$16,391 \pm 5,621$
JOHA (N = 21)	$14,005 \pm 5,621$
TOPOLA (N = 15)	$9,805 \pm 4,668$



Vegetacijska struktura po različitim stanišnim tipovima prikazana je u tablici 8. Sve istraživane površine pokazuju heterogenost u gotovo svim izdvojenim varijablama, što se vidi po velikom raspršenju podataka (interkvartilni raspon, Q1 – Q3). Najzastupljenija su stabla kategorija C i B, kategorije D, E, F i G zastupljene su manje, dok najveća stabla iz skupine H potpuno izostaju, tj. nije zabilježeno nijedno stablo prsnoga promjera većeg od 101 cm. Broj vrsta stabala najmanji je u tipu joha, a miješani tip šuma sadrži prosječno približno isti broj vrsta kao i šume topole i jasena. Najveće vrijednosti apsolutne starosti pojedinoga tipa šume (tablica 8. i slika 24.) zabilježene su u miješanim šumama. Svih 14 vrsta stabala zabilježena su jedino u miješanom tipu šuma. Najveću dominaciju u svojim plohama pokazuje joha koja je na čak trećini ploha označenih kao tip johe jedina zabilježena vrsta. Jasen u šumama svoga tipa također pokazuje veliku dominaciju, ali vrlo često je u kombinaciji s johom. Šume johe pokazuju najveću raznolikost starosti i zastupljenosti pojedinih starosnih skupina stabala. S druge strane, vegetacijski najraznolikije i najstarije su miješane sastojine.

**Tablica 8.** Vegetacijska struktura staništa po stanišnim tipovima (tip šume). N = broj točaka u pojedinom tipu šume; MED = medijan, Q1 – Q3 = interkvartilni raspon, "-" označava potpuno odsustvo pojedine vrste; prsni promjer stabala: S < 7,5 cm, A 7,5 – 15 cm, B 15 – 23 cm, C 23 – 38 cm, D 38 – 53 cm, E 53 – 68 cm, F 68 – 84 cm, G 84 – 101 cm; kratice: *Pop.nig* = *Populus nigra*, *Pop.alb* = *Populus alba*, *Sal.alb* = *Salix alba*, *Fag.syl* = *Fagus sylvatica*, *Aln.glu* = *Alnus glutinosa*, *Que.rob* = *Quercus robur*, *Fra.ang* = *Fraxinus angustifolia*, *Car.bet* = *Carpinus betulus*, *Ulm.lae* = *Ulmus laevis*, *Ulm.min* = *Ulmus minor*, *Rob.pse* = *Robinia pseudoacacia*, *Pru.avi* = *Prunus avium*, *Ace.cam* = *Acer campestre*, *Pru.pad* = *Prunus padus*

TIP ŠUME	MIJEŠANI (N = 17)	JASEN (N = 13)	JOHA (N = 21)	TOPOLA (N = 15)	
<b>VARIJABLE</b>	MED (Q1 – Q3)	MED (Q1 – Q3)	MED (Q1 – Q3)	MED (Q1 – Q3)	
BROJ STABALA PO PRSNOM PROMJERU	S	0,00 (0,00 - 0,00)	1,00 (0,00 - 2,00)	0,00 (0,00 - 1,00)	0,00 (0,00 - 0,50)
	A	3,00 (1,00 - 5,00)	2,00 (1,00 - 10,00)	3,00 (1,00 - 7,00)	1,00 (0,50 - 3,50)
	B	4,00 (2,00 - 6,00)	3,00 (2,00 - 5,00)	5,00 (2,00 - 15,00)	1,00 (1,00 - 3,50)
	C	6,00 (5,00 - 7,00)	7,00 (2,00 - 9,00)	7,00 (6,00 - 13,00)	3,00 (2,00 - 4,00)
	D	3,00 (1,00 - 4,00)	3,00 (1,00 - 4,00)	2,00 (0,00 - 4,00)	2,00 (1,00 - 4,00)
	E	1,00 (0,00 - 2,00)	1,00 (0,00 - 2,00)	0,00 (0,00 - 0,00)	1,00 (0,50 - 2,50)
	F	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 1,00)
	G	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 0,00)
	Σ	19,00 (13,00 - 21,00)	19,00 (16,00 - 23,00)	22,00 (18,00 - 37,00)	13,00 (9,50 - 17,00)
BROJ "MALIH STABALA " (S – B)	7,00 (3,00 - 11,00)	5,00 (3,00 - 16,00)	7,00 (2,00 - 29,00)	4,00 (3,00 - 7,50)	
UDIO "MALIH STABALA " (S – B)/%	40,00 (25,00 - 67,86)	37,50 (21,05 - 65,52)	38,46 (11,11 - 75,61)	40,00 (15,48 - 58,55)	
BROJ "VELIKIH STABALA " (C – G)	10,00 (9,00 - 12,00)	9,00 (7,00 - 14,00)	11,00 (8,00 - 16,00)	8,00 (6,00 - 9,50)	
UDIO "VELIKIH STABALA " (C – G)/%	60,00 (52,63 - 75,00)	62,50 (34,48 - 78,95)	61,54 (24,39 - 88,89)	60,00 (41,45 - 84,52)	
BROJ VRSTA	4,00 (3,00 - 4,00)	3,00 (3,00 - 4,00)	2,00 (1,00 - 3,00)	4,00 (2,00 - 4,00)	
BROJ MRTVIH STABALA	1,00 (0,00 - 2,00)	1,00 (0,00 - 2,00)	1,00 (0,00 - 2,00)	0,00 (0,00 - 3,00)	
POKROVNOST TLA/%	50,00 (35,00 - 60,00)	70,00 (65,00 - 80,00)	65,00 (50,00 - 75,00)	55,00 (30,00 - 57,50)	
POKROVNOST KROŠNJE/%	75,00 (65,00 - 80,00)	65,00 (60,00 - 70,00)	75,00 (70,00 - 80,00)	70,00 (52,50 - 80,00)	
APSOLUTNA STAROST ODSJEKA/god.	80,00 (50,00 - 86,00)	74,00 (61,00 - 76,00)	50,00 (36,00 - 70,00)	47,00 (42,50 - 51,00)	
UKUPNA BAZALNA POVRŠINA	1,42 (1,14 - 1,72)	1,51 (1,18 - 1,81)	1,43 (1,23 - 1,62)	1,50 (1,15 - 1,92)	
PROSJEČNA BAZALNA POVRŠINA	0,09 (0,06 - 0,10)	0,09 (0,05 - 0,12)	0,06 (0,04 - 0,10)	0,11 (0,09 - 0,13)	

Nastavak **tablice 8.**

TIP ŠUME		MIJEŠANI (N=17)	JASEN (N=13)	JOHA (N=21)	TOPOLA (N=15)
VARIJABLE		MED (Q1-Q3)	MED (Q1-Q3)	MED (Q1-Q3)	MED (Q1-Q3)
UDIO TEMELJNICE POJEDINE VRSTE	<i>Pop.nig</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	43,69 (0,00 - 71,82)
	<i>Pop.alb</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	37,86 (1,00 - 86,92)
	<i>Sal.alb</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 8,70)
	<i>Fag.syl</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Aln.glu</i>	0,00 (0,00 - 7,07)	0,00 (0,00 - 4,64)	85,57 (71,05 - 100,00)	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Que.rob</i>	0,00 (0,00 - 35,71)	0,00 (0,00 - 1,28)	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Fra.ang</i>	24,32 (0,00 - 52,04)	66,43 (63,39 - 81,36)	0,69 (0,00 - 22,06)	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Car.bet</i>	18,02 (0,00 - 23,03)	3,54 (0,00 - 13,82)	0,00 (0,00 - 0,00)	-
	<i>Ulm.lae</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 0,00)	-	1,33 (0,00 - 11,17)
	<i>Ulm.min</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 0,65)	0,00 (0,00 - 0,00)	-
	<i>Rob.pse</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Pru.avi</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 0,67)
	<i>Ace.cam</i>	0,00 (0,00 - 11,63)	7,83 (1,47 - 8,85)	0,00 (0,00 - 0,00)	-
	<i>Pru.pad</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 0,24)
UDIO BROJA STABALA POJEDINE VRSTE	<i>Pop.nig</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	11,11 (0,00 - 28,37)
	<i>Pop.alb</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	37,50 (1,25 - 60,56)
	<i>Sal.alb</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 23,08)
	<i>Fag.syl</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Aln.glu</i>	0,00 (0,00 - 6,25)	0,00 (0,00 - 4,55)	90,91 (73,91 - 100,00)	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Que.rob</i>	0,00 (0,00 - 20,00)	0,00 (0,00 - 4,35)	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Fra.ang</i>	9,52 (0,00 - 14,29)	44,83 (31,25 - 61,11)	2,17 (0,00 - 16,67)	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Car.bet</i>	19,05 (0,00 - 53,33)	4,35 (0,00 - 22,73)	0,00 (0,00 - 0,00)	-
	<i>Ulm.lae</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 0,00)	-	5,00 (0,00 - 22,22)
	<i>Ulm.min</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	0,00 (0,00 - 2,27)	0,00 (0,00 - 0,00)	-
	<i>Rob.pse</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 0,00)
	<i>Pru.avi</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 2,50)
	<i>Ace.cam</i>	0,00 (0,00 - 13,33)	18,18 (6,90 - 25,00)	0,00 (0,00 - 0,00)	-
	<i>Pru.pad</i>	0,00 (0,00 - 0,00)	-	-	0,00 (0,00 - 11,11)

Analiza glavnih komponenti rezultirala je s tri glavne komponente (PC1 – PC3) koje zajedno opisuju 53,8 % ukupne varijabilnosti staništa (tablica 9.).

PC1 opisuje 22,0 % ukupne varijabilnosti sa svojstvenom vrijednosti (*eigenvalue*) 6,168 i ukazuje na starost šume. Pozitivno značajno korelira s udjelom velikih stabala i prosječnom temeljnicom, a pokazuje i blagu korelaciju s apsolutnom starošću šume. Negativno značajno korelira s ukupnim brojem stabala, udjelom i brojem malih stabala te blago korelira s brojem mrtvih stabala. PC2 opisuje 17,8 % ukupne varijabilnosti sa svojstvenom vrijednosti 4,975. Negativno značajno korelira s udjelom broja stabala i temeljnice topole, dakle ukazuje na šume s manjim udjelom te vrste u vegetacijskom sastavu. Također blago negativno korelira s pokrovnosti sloja grmlja. Pozitivno značajno korelira s udjelom temeljnice jasena, a blago korelira s udjelom broja stabala jasena, graba i javora kljena te udjelom temeljnice graba. PC3 opisuje 14,0 % ukupne varijabilnosti sa svojstvenom vrijednosti 3,916. Negativno značajno korelira s udjelom broja stabala crne johe i udjelom temeljnice crne johe, pa ukazuje na šume s manjim udjelom te vrste u vegetacijskom sastavu. Pozitivno blago korelira s ukupnim brojem vrsta stabala.

**Tablica 9.** Analiza glavnih komponenti s 28 nezavisnih varijabli staništa; stupci pokazuju faktorska opterećenja triju glavnih komponenti (PC1 – PC3). Napomena: podaci za obje vrste topola (crna i bijela) te podaci za obje vrste brijesta (treperavi i poljski) su objedinjeni. Značajna faktorska opterećenja iznad [0,7] otisnuta su **plavo masno** a blaga faktorska opterećenja od [0,5] do [0,7] **zeleno masno**.

VARIJABLE STANIŠTA	PC1	PC2	PC3
udio broja stabala topole	0,248	<b>-0,743</b>	0,338
udio broja stabala bijele vrbe	-0,467	-0,313	0,480
udio broja stabala crne johe	-0,422	-0,025	<b>-0,854</b>
udio broja stabala hrasta lužnjaka	0,385	0,090	0,274
udio broja stabala poljskoga jasena	0,167	<b>0,559</b>	-0,037
udio broja stabala običnoga graba	0,313	<b>0,593</b>	0,314
udio broja stabala brijesta	0,279	-0,363	0,106
udio broja stabala javora klena	0,065	<b>0,575</b>	0,218
ukupan broj stabala po točki	<b>-0,827</b>	0,252	-0,038
ukupan broj vrsta stabala po točki	0,067	0,130	<b>0,694</b>
apsolutna starost šume	<b>0,599</b>	0,494	0,006
broj malih stabala (S – B)	<b>-0,897</b>	0,196	0,128
udio malih stabala (S – B)	<b>-0,864</b>	0,174	0,329
broj velikih stabala (C – G)	0,404	0,092	-0,467
udio velikih stabala (C – G)	<b>0,866</b>	-0,191	-0,315
prosječna temeljnica	<b>0,821</b>	-0,332	0,039
broj mrtvih stabala	<b>-0,566</b>	-0,208	0,446
pokrovnost sloja grmlja	0,142	<b>-0,618</b>	-0,151
pokrovnost prizemnoga sloja	-0,275	0,189	-0,339
pokrovnost krošnji	0,022	0,181	0,089
udio temeljnice topole	0,134	<b>-0,794</b>	0,447
udio temeljnice bijele vrbe	-0,489	-0,250	0,409
udio temeljnice crne johe	-0,398	-0,020	<b>-0,863</b>
udio temeljnice hrasta lužnjaka	0,364	0,204	0,274
udio temeljnice poljskoga jasena	0,157	<b>0,740</b>	0,098
udio temeljnice običnoga graba	0,343	<b>0,618</b>	0,312
udio temeljnice brijesta	0,202	-0,413	0,036
udio temeljnice javora klena	0,151	0,557	0,204
svojstvena vrijednost	6,168	4,975	3,916
varijanca	0,220	0,178	0,140

#### 4.3. IZBOR STANIŠTA PREMA STRUKTURNIM I FLORISTIČKIM KARAKTERISTIKAMA

Spearman-rank korelacija između glavnih komponenti i ornitoloških varijabli pokazuju razlike između primarnih i sekundarnih dupljašica (tablica 10.). Primarne dupljašice pokazuju pozitivnu korelaciju broja parova s PC1, što znači da kao stanište preferiraju starije šume. Varijable sekundarnih dupljašica (broj parova i broj vrsta) pokazuju značajnu pozitivnu korelaciju sa sve tri osi što pokazuje preferenciju za starije sastojine s manjim relativnim udjelom topole i johe, većim udjelom jasena, graba i javora klena te većim brojem vrsta stabala. U kvantitativnu analizu korelacije glavnih komponenti s brojnosti parova po supstratu hranjenja uključene su samo ptice koje se hrane na deblu i u krošnji (tablica 11.) jer su ptice koje se hrane u zraku i na tlu zastupljene s po jednom vrstom (muharica i čvorak). Brojnost ptica koje se hrane na deblu pozitivno je korelirana s PC1 i PC3, što pokazuje preferenciju prema starijim šumama bez johe i s većim brojem vrsta stabala. Korelacija između brojnosti ptica koje se hrane u krošnji i apsolutne starosti šuma je blizu granične vrijednosti značajnosti (0,233,  $p = 0,060$ ).

**Tablica 10.** Spearman-rank korelacija između glavnih komponenti i broja parova te broja vrsta dupljašica; glavne komponente (PC1 – PC3) dobivene su analizom glavnih komponenti s 28 nezavisnih varijabli staništa (N = 66). Značajne vrijednosti otisnute su masno.

		Spearman	t (N - 2)	p vrijednost
PRIMARNE DUPLJAŠICE	broj parova i PC1	<b>0,246</b>	<b>2,034</b>	<b>&lt; 0,05</b>
	broj parova i PC2	0,058	0,464	0,644
	broj parova i PC3	0,134	1,084	0,282
	broj vrsta i PC1	0,206	1,682	0,097
	broj vrsta i PC2	0,052	0,413	0,680
	broj vrsta i PC3	0,191	1,559	0,124
SEKUNDARNE DUPLJAŠICE	broj parova i PC1	<b>0,297</b>	<b>2,486</b>	<b>&lt; 0,05</b>
	broj parova i PC2	<b>0,355</b>	<b>3,040</b>	<b>&lt; 0,005</b>
	broj parova i PC3	<b>0,337</b>	<b>2,861</b>	<b>&lt; 0,01</b>
	broj vrsta i PC1	<b>0,324</b>	<b>2,739</b>	<b>&lt; 0,01</b>

Nastavak **tablice 10.**

SVE DUPLJAŠICE	broj vrsta i PC2	<b>0,409</b>	<b>3,583</b>	<b>&lt; 0,001</b>
	broj vrsta i PC3	<b>0,307</b>	<b>2,580</b>	<b>&lt; 0,05</b>
	broj parova i PC1	<b>0,319</b>	<b>2,690</b>	<b>&lt; 0,01</b>
	broj parova i PC2	<b>0,277</b>	<b>2,309</b>	<b>&lt; 0,05</b>
	broj parova i PC3	<b>0,307</b>	<b>2,584</b>	<b>&lt; 0,05</b>
	broj vrsta i PC1	<b>0,321</b>	<b>2,714</b>	<b>&lt; 0,01</b>
	broj vrsta i PC2	<b>0,329</b>	<b>2,785</b>	<b>&lt; 0,01</b>
	broj vrsta i PC3	<b>0,310</b>	<b>2,606</b>	<b>&lt; 0,05</b>

**Tablica 11.** Spearman-rank korelacija između glavnih komponenti i broja parova koji se hrane na deblu i u krošnji; glavne komponente (PC1 – PC3) dobivene su analizom glavnih komponenti s 28 nezavisnih varijabli staništa (N = 66). Značajne vrijednosti otisnute su **masno**.

		Spearman	t (N - 2)	p vrijednost
broj parova vrsta koje se hrane na deblu	korelacija s PC1	<b>0,262</b>	<b>2,172</b>	<b>&lt; 0,05</b>
	korelacija s PC2	0,124	0,999	0,321
	korelacija s PC3	<b>0,259</b>	<b>2,143</b>	<b>&lt; 0,05</b>
broj parova vrsta koje se hrane u krošnji	korelacija s PC1	0,233	1,916	0,060
	korelacija s PC2	0,117	0,941	0,350
	korelacija s PC3	0,186	1,518	0,134

Selekcijski indeksi pokazuju preferenciju gotovo svih vrsta ptica prema tipu jasen i miješanom tipu šume te prema šumama veće starosti (tablice 12. i 13.). Vrijednost alfa dobivena Bonferronijevom korekcijom iznosi 0,0125. Preferencija za tip šume je značajna jedino kod čvorka i bjelovrate muharice, a za starost jedino kod muharice. Preferencija prema miješanom tipu je kod čvorka značajna u usporedbi s topolom ( $\chi^2 = 3,987$ ,  $p < 0,05$ ,  $df = 1$ ) i johom ( $\chi^2 =$

11,686,  $p < 0,05$ ,  $df = 1$ ), a prema jasenu u usporedbi s johom ( $\chi^2 = 6,798$ ,  $p < 0,05$ ,  $df = 1$ ). Bjelovrata muharica pokazuje značajnu selektivnost prema miješanom tipu u odnosu na topolu ( $\chi^2 = 11,454$ ,  $p < 0,05$ ,  $df = 1$ ) i johu ( $\chi^2 = 3,726$ ,  $p < 0,05$ ,  $df = 1$ ) te prema jasenu u odnosu na topolu ( $\chi^2 = 11,455$ ,  $p < 0,05$ ,  $df = 1$ ) i johu ( $\chi^2 = 5,775$ ,  $p < 0,05$ ,  $df = 1$ ). Analiziramo li objedinjene podatke za primarne i sekundarne dupljašice, jasna preferencija ne postoji ni za tip šume ni za starost (tablice 14. i 15.). Seleksijski indeksi dupljašica različitih supstrata hranjenja pokazuju preferenciju svih skupina prema miješanom tipu šume veće starosti (tablice 16. i 17.). Međutim, selektivnost je značajna jedino kod čvorka i bjelovrate muharice koji kao jedina vrsta predstavljaju skupine koje se hrane na tlu, odnosno u zraku. Njihove su preferencije objašnjene ranije.

**Tablica 12.** Standardizirani seleksijski indeksi pojedinih vrsta dupljašica za staništa određenoga tipa. N = broj točaka u pojedinom tipu. Značajnost selekcije je testirana hi-kvadrat testom. Vrijednosti standardiziranoga seleksijskog indeksa koje ukazuju na sklonost prema određenom tipu staništa (iznad 1/n) prikazane su zeleno, a značajne vrijednosti dobivene testom nul-hipoteze o slučajnoj selektivnosti plavo. Korištene su kratice za vrste ptica: *Den.maj* = *Dendrocopos major*, *Lei.med* = *Leiopicus medius*, *Dry.min* = *Dryobates minor*, *Pic.can* = *Picus canus*, *Par.maj* = *Parus major*; *Cya.cae* = *Cyanistes caeruleus*, *Poe.pal* = *Poecile palustris*, *Stu.vul* = *Sturnus vulgaris*, *Sit.eur* = *Sitta europaea*, *Cer.bra* = *Certhia brachydactyla*, *Cer.fam* = *Certhia familiaris*, *Fic.alb* = *Ficedula albicollis*

VRSTA	<i>Den.</i>	<i>Lei.</i>	<i>Dry.</i>	<i>Pic.</i>	<i>Par.</i>	<i>Cya.</i>	<i>Poe.</i>	<i>Stu.</i>	<i>Sit.</i>	<i>Cer.</i>	<i>Cer.</i>	<i>Fic.</i>
TIP	<i>maj</i>	<i>med</i>	<i>min</i>	<i>can</i>	<i>maj</i>	<i>cae</i>	<i>pal</i>	<i>vul</i>	<i>eur</i>	<i>bra</i>	<i>fam</i>	<i>alb</i>
<b>STANDARDIZIRANI SELEKCIJSKI INDEKS</b>												
<b>TOPOLA</b> (N = 15)	0,240	0,227	<b>0,464</b>	<b>0,283</b>	0,232	0,212	0,087	0,192	<b>0,337</b>	0,148	0,000	0,000
<b>JASEN</b> (N = 13)	<b>0,277</b>	<b>0,392</b>	0,179	0,163	0,245	<b>0,343</b>	0,201	<b>0,354</b>	<b>0,259</b>	0,170	<b>0,583</b>	<b>0,472</b>
<b>JOHA</b> (N = 21)	0,200	0,081	0,221	<b>0,304</b>	0,234	0,182	0,249	0,082	0,107	<b>0,422</b>	0,120	0,167
<b>MIJEŠANI</b> (N = 17)	<b>0,283</b>	<b>0,300</b>	0,137	0,250	<b>0,289</b>	<b>0,262</b>	<b>0,462</b>	<b>0,372</b>	<b>0,297</b>	<b>0,260</b>	<b>0,297</b>	<b>0,361</b>
$\chi^2$ test (df = 3)	1,103	2,509	1,554	0,338	0,498	1,431	3,576	<b>8,259</b>	4,830	1,391	5,327	<b>12,420</b>
<b>p vrijednost</b>	0,780	0,524	0,674	0,952	0,919	0,702	0,311	<b>0,040</b>	0,183	0,712	0,148	<b>0,006</b>



**Tablica 13.** Standardizirani selekcijski indeksi pojedinih vrsta dupljašica za staništa različite starosti. N = broj točaka po kategoriji starosti. Značajnost selekcije je testirana hi-kvadrat testom. Vrijednosti standardiziranoga selekcijskog indeksa koje ukazuju na sklonost prema određenom tipu staništa (iznad 1/n) prikazane su zeleno, a značajne vrijednosti dobivene testom nul-hipoteze o slučajnoj selektivnosti plavo. Korištene su kratice za vrste ptica: *Den.maj* = *Dendrocopos major*, *Lei.med* = *Leiopicus medius*, *Dry.min* = *Dryobates minor*, *Pic.can* = *Picus canus*, *Par.maj* = *Parus major*; *Cya.cae* = *Cyanistes caeruleus*, *Poe.pal* = *Poecile palustris*, *Stu.vul* = *Sturnus vulgaris*, *Sit.eur* = *Sitta europaea*, *Cer.bra* = *Certhia brachydactyla*, *Cer.fam* = *Certhia familiaris*, *Fic.alb* = *Ficedula albicollis*

VRSTA	<i>Den. maj</i>	<i>Lei. med</i>	<i>Dry. min</i>	<i>Pic. can</i>	<i>Par. maj</i>	<i>Cya. cae</i>	<i>Poe. pal</i>	<i>Stu. vul</i>	<i>Sit. eur</i>	<i>Cer. bra</i>	<i>Cer. fam</i>	<i>Fic. alb</i>
<b>STANDARDIZIRANI SELEKCIJSKI INDEKS</b>												
< 40 g. (N = 13)	0,189	0,129	0,000	0,158	0,223	0,223	<b>0,375</b>	0,094	0,177	0,158	0,000	0,065
40 – 59 g. (N = 22)	0,251	0,076	<b>0,333</b>	0,187	0,237	0,237	0,221	0,194	0,209	0,093	0,120	0,039
60 – 79 g. (N=17)	0,253	0,197	0,144	<b>0,362</b>	<b>0,272</b>	<b>0,272</b>	0,143	<b>0,322</b>	0,203	<b>0,603</b>	<b>0,312</b>	<b>0,350</b>
≥ 80 g. (N = 14)	<b>0,307</b>	<b>0,598</b>	<b>0,523</b>	<b>0,293</b>	<b>0,269</b>	<b>0,269</b>	<b>0,261</b>	<b>0,391</b>	<b>0,411</b>	0,146	<b>0,568</b>	<b>0,546</b>
$\chi^2$ test (df = 3)	1,224	5,695	4,549	0,851	0,375	0,375	1,372	5,346	3,175	4,936	4,790	<b>15,087</b>
p vrijednost	0,746	0,126	0,206	0,839	0,945	0,945	0,716	0,146	0,366	0,175	0,186	<b>0,002</b>

**Tablica 14.** Standardizirani selekcijski indeksi primarnih i sekundarnih dupljašica za staništa različitoga tipa. N = broj točaka u pojedinom tipu. Značajnost selekcije je testirana hi-kvadrat testom. Vrijednosti standardiziranoga selekcijskog indeksa koje ukazuju na sklonost otisnute su masno.

TIP	PRIMARNE	SEKUNDARNE
<b>STANDARDIZIRANI SELEKCIJSKI INDEKS</b>		
TOPOLA (N = 15)	<b>0,262</b>	0,245
JASEN (N = 13)	<b>0,259</b>	0,242
JOHA (N = 21)	0,214	0,250
MIJEŠANI (N = 17)	<b>0,264</b>	<b>0,263</b>
$\chi^2$ test	0,494 (df = 3, p = 0,920)	0,057 (df = 3, p = 0,996)

**Tablica 15.** Standardizirani selekcijski indeksi primarnih i sekundarnih dupljašica za staništa različite starosti. N = broj točaka po kategoriji starosti. Značajnost selekcije je testirana hi-kvadrat testom. Vrijednosti standardiziranog selekcijskog indeksa koje ukazuju na sklonost otisnute su masno.

STAROST	PRIMARNE	SEKUNDARNE
<b>STANDARDIZIRANI SELEKCIJSKI INDEKS</b>		
< 40 g.; (N = 13)	0,178	<b>0,261</b>
40 – 59 g.; (N = 22)	<b>0,262</b>	0,237
60 – 79 g. (N = 17)	<b>0,272</b>	<b>0,261</b>
≥ 80 g. (N = 14)	<b>0,289</b>	0,242
$\chi^2$ test	1,468 (df = 3, p = 0,694)	0,122 (df = 3, p = 0,988)

**Tablica 16.** Standardizirani selekcijski indeksi dupljašica koje se hrane na deblu i u krošnji za staništa različitoga tipa. N = broj točaka u pojedinom tipu. Nisu obuhvaćene vrste koje se hrane u zraku i na tlu (muharica i čvorak) jer su zastupljene s po jednom vrstom. Značajnost selekcije je testirana hi-kvadrat testom. Vrijednosti standardiziranoga selekcijskog indeksa koje ukazuju na sklonost prema određenom tipu staništa otisnute su masno.

SUPSTRAT HRANJENJA	hrane se na deblu	hrane se u krošnji
TIP		
<b>STANDARDIZIRANI SELEKCIJSKI INDEKS</b>		
<b>TOPOLA (N = 15)</b>	0,259	0,235
<b>JASEN (N = 13)</b>	0,256	0,250
<b>JOHA (N = 21)</b>	0,224	0,245
<b>MIJEŠANI (N = 17)</b>	<b>0,261</b>	<b>0,271</b>
<b><math>\chi^2</math> test</b>	0,253 (df = 3, p = 0,68)	0,166 (df = 3, p = 0,982)

**Tablica 17.** Standardizirani selekcijski indeksi dupljašica koje se hrane na deblu i u krošnji za staništa različite starosti. N = broj točaka po kategoriji starosti. Nisu obuhvaćene vrste koje se hrane u zraku i na tlu (muharica i čvorak) jer su zastupljene s po jednom vrstom. Značajnost selekcije je testirana hi-kvadrat testom. Vrijednosti standardiziranoga selekcijskog indeksa koje ukazuju na sklonost otisnute su masno.

SUPSTRAT HRANJENJA	hrane se na deblu	hrane se u krošnji
STAROST		
<b>STANDARDIZIRANI SELEKCIJSKI INDEKS</b>		
<b>&lt; 40 g.; (N = 13)</b>	0,195	0,230
<b>40 – 59 g.; (N = 22)</b>	0,257	0,247
<b>60 – 79 g. (N = 17)</b>	<b>0,266</b>	<b>0,272</b>
<b>≥ 80 g. (N = 14)</b>	<b>0,282</b>	0,252
<b><math>\chi^2</math> test</b>	0,858 (df = 3, p = 0,837)	0,197 (df = 3, p = 0,977)

## 5. RASPRAVA

### 5.1. ZAJEDNICE PTICA DUPLJAŠICA

Ovim je istraživanjem u poplavnim šumama uz rijeku Dravu zabilježeno 13 vrsta dupljašica, od čega je 5 vrsta bilo primarnih, a 8 sekundarnih dupljašica. Struktura zajednica ptica dupljašica utvrđena ovim istraživanjem u skladu je s rezultatima istraživanja dosad provedenih u listopadnim i mješovitim šumama Hrvatske i Europe (Diaz 2005., Herrera, 1981., Kirin i sur., 2011., Kralj, 2000., Rucner i Rucner, 1970., Sakhvon, 2009.). Kao što je i bilo očekivano, velika sjenica i veliki djetlić su vrste zastupljene s najvećim brojem parova. Veliki djetlić oportunist je po pitanju izbora staništa i prehrane, stoga obitava u gotovo svim tipovima staništa s drvećem (Cramp, 1985.), a velika sjenica je brojna gnjezdarica u čitavoj Hrvatskoj (Kralj, 1997.).

Siva žuna je vrsta zabilježena u svim tipovima šuma, ali s relativno malim brojem parova. Najveći broj parova zabilježen je u starijim sastojinama. To odgovara drugim rezultatima iz nizinskih šuma (Tomiałojć i Wesołowski, 1995.) u kojima se pojavljuje s malom gustoćom naseljenosti. Prema istraživanju koje obuhvaća iste vrste primarnih dupljašica u Poljskoj (Kosiński i Kempa, 2007.), sve vrste za gniježđenje preferiraju starije sastojine.

Od svih dupljašica najrjeđe zabilježena vrsta je crna žuna. Slične rezultate zabilježili su i Rucner i Rucner (1970.) u poplavnim šumama Baranje te Božič (2002.) uz Muru u Sloveniji. Kod oba autora rjeđe zabilježena vrsta je jedino siva žuna. Crna žuna je vrsta s malom gustoćom naseljenosti koja za gniježđenje gotovo uvijek odabire stare šume prosječne temeljnice veće od 45 cm dok u nešto mlađim sastojinama može pokazivati teritorijalno ponašanje jer ih koristi za hranjenje (Garmendia i sur., 2006., Majewski i Rolstad, 1993.). Zato je u ovom istraživanju, iako zabilježena samo dva puta tijekom prebrojavanja u točki, često viđena na brojnim lokacijama u području istraživanja. S malim brojem ploha na kojima prevladavaju najveća stabla (kategorije E – G), područje istraživanja nije pogodno za gniježđenje ove vrste. Valja napomenuti da je istraživanjem detektabilnosti crne žune u Norveškoj (Majewski i Rolstad, 1993.) ustanovljeno da je uočavanje i bilježenje ptica u mladoj šumi bilo teže nego u staroj. To znači da na rezultate prebrojavanja nekih vrsta ptica utječe i starost šume. Budući da crna žuna za gniježđenje odabire starije šume, gospodarenje šumama može imati ogroman utjecaj na njezine populacije. U tom smislu zanimljiv aspekt gniježđenja otkrili su Zahner i sur. (2012.). Njihovo istraživanje pokazalo je da crna žuna

najviše voli dubiti duplje na stablima bukve sa simptomima truleži središta stabla koja je ljudima izvana nevidljiva.

Crvenoglavi djetlić je također rijetko bilježena vrsta. Zabilježen je sa svega 9 parova na 3 lokacije, redovito u odsjecima starim 50 ili više godina. To odgovara istraživanjima koje su proveli Pasinelli i Hegelbach (1997.) i Pasinelli (2007.) i kojima je utvrđeno da crvenoglavi djetlić preferira šume hrasta sa stablima prsnoga promjera 36 – 72 cm, izbjegava miješane šume (crnogorica/bjelogorica) te da za ishranu samo povremeno koristi mrtva stabla. Slične preferencije bilježi i Božič (2002.). Rucner i Rucner (1970.) u poplavnim šumama Baranje crvenoglavoga djetlića bilježe sporadično u različitim tipovima šuma (poplavne vrbove šume, mješovite šume na povišenim predjelima, topolove i hrastove šume). Nažalost, ovi autori nisu utvrđivali preferenciju prema sastojinama određene starosti.

Mali djetlić također preferira starija staništa s većim brojem stojećih mrtvih stabala te izbjegava miješane sastojine crnogoričnoga i listopadnog drveća (Olsson i sur., 1992.). Poznato je i da koristi mrtvo drvo na živim stablima za ishranu (Cramp, 1985.). Navedene navike maloga djetlića odgovaraju rezultatima ovoga istraživanja jer je vrsta zabilježena na svim lokacijama s malim brojem parova, a mrtvo drvo na živim jedinkama je vrlo česta pojava na području istraživanja.

Veliki djetlić je od svih vrsta primarnih dupljašica daleko najzastupljeniji što odgovara rezultatima istraživanja djetlića na različitim staništima (npr. Božič, 2002., Ćiković i sur., 2015., Rucner i Rucner, 1970., Walankiewicz i sur., 2011.). Zabilježen je na svim lokacijama, u svim tipovima šuma s najvećim brojem parova u starijim šumama i nešto većim brojem parova u mješovitom tipu. U nekim istraživanjima otkrivena je preferencija velikog djetlića za hrast (Kosiński i Kempa, 2007.) na što bi mogla ukazivati i najveća brojnost u miješanim šumama u ovom istraživanju. Ćiković i sur. (2014.) istraživali su karakteristike i položaj duplji velikoga djetlića i otkrili da joha i jasen koristi u skladu s dostupnosti, a za hrast lužnjak pokazuje preferenciju. U istom istraživanju većina gnijezda bila je u stablima joha i jasena, ali to su ujedno bile najbrojnije vrste na istraživanom području. Dominacija u brojnosti velikoga djetlića rezultat je njegove velike fleksibilnosti po pitanju izbora staništa i prehrane. Mazgajski (1998.) je istraživanjem ove vrste u Poljskoj ustanovio da je po pitanju odabira mjesta za gnijezdo vrlo prilagodljiv i neselektivan. Prema istraživanju Rolstada i sur. (1995.), staništa koja veliki djetlić koristi za hranjenje mogu biti vrlo raznolika, od suhih, otvorenih proplanaka do vlažnih, starih šumskih sastojina, dok za gniježđenje preferira starije sastojine listopadnoga drveća. Njihovi rezultati ukazuju na općenitu sklonost starijim šumskim

sastojinama i vrstama močvarne vegetacije, za koju se pretpostavlja da je povezana s dostupnošću skupina insekata važnih za ishranu.

Crnoglava sjenica je najmanje zastupljena vrsta sjenice u ovom istraživanju. Zabilježena je na svim istraživanim lokacijama s relativno malim brojem parova i najčešće u mješovitom tipu šume. Hinsley i sur. (2007.) istraživali su izbor staništa ove vrste u Velikoj Britaniji i otkrili da je sloj grmlja izuzetno važan za nju. To bi značilo da čimbenici koji oštećuju sloj grmlja (utjecaj jelena, zasjenjivanje zatvaranjem krošnji i intenzivno čišćenje sloja grmlja) mogu smanjiti prikladnost šume za crnoglavu sjenicu. To se slaže i s navodima u starijoj literaturi (pr. Cramp i Perrins, 1993.) u kojoj se stanište crnoglave sjenice opisuje kao zrela, starija šuma. Ista preferencija u ovom istraživanju nije otkrivena što se može objasniti već prije spomenutom heterogenošću staništa.

Plavetna sjenica je zabilježena na svim istraživanim lokacijama i u svim tipovima šume. Nije zabilježena jedino u najmlađim sastojinama. Slični rezultati zabilježeni su i u lužnjakovim šumama u Hrvatskoj gdje je plavetna sjenica nedostajala ili bila prisutna s malom brojnošću u šumama mlađim od 60 godina (Kralj, 2000.). Ovo je vrsta čiju populacijsku dinamiku treba gledati u kontekstu interspecijske kompeticije s drugim vrstama sjenica. Dhondt i Eyckerman (1980.) utvrdili su da na broj parova plavetnih sjenica i njihove parametre gniježđenja veliki utjecaj ima kompeticija s dominantnom velikom sjenicom zbog hrane i prostora za gniježđenje. Šume slične onima u ovom istraživanju proučavao je i Sakhvon (2009.) u Bjelorusiji. Zabilježio je plavetnu sjenicu u tri različita floristička područja (šume hrasta i šume crne johe) i na svima je imala manju gustoću populacija od velike sjenice. To se slaže i s rezultatima ovoga istraživanja jer je velika sjenica vrsta s najvećim zabilježenim brojem parova. Istražujući utjecaj strukture staništa na odabir staništa plavetne sjenice Amininasab i sur. (2016.) su otkrili da najradije zauzimaju listopadna staništa s velikom gustoćom zrelih stabala engleskoga hrasta i malom gustoćom crnogoričnoga drveća te da u takvim staništima polažu jaja ranije i imaju veća legla. Autori ističu i da ne možemo isključiti da su se druge populacije plavetnih sjenica mogle prilagoditi u područjima s potpuno drugačijom vegetacijom.

Velika sjenica je najčešće zabilježena vrsta sekundarne dupljašice. Zabilježena je u svim starosnim kategorijama s većim brojem parova u miješanim šumama, a najmanjim brojem parova u šumama johe. To je u skladu s ostalim istraživanjima koja se bave šumskim staništima gdje se redovito ističe kao jedna od najbrojnijih vrsta pjevica, a svakako kao najbrojnija sjenica (Božič, 2002., Kirin i sur., 2011., Sakhvon, 2009.). Neka istraživanja

pokazuju da na uspješnost gniježđenja ove vrste utječu parametri staništa poput blizine stabala hrasta ili udaljenosti od ruba šume (Wilkin i sur., 2009.). Autori smatraju da je to povezano s prehranom za vrijeme gniježđenja jer su legla blizu stabala hrasta i/ili daleko od ruba šume imala na raspolaganju najveći broj gusjenica. Na to upućuju i rezultati ovoga istraživanja jer su mješovite sastojine imale velik udio stabala hrasta. Božič (2002.) u Sloveniji potvrđuje istu preferenciju, ali naglašava da ona nije tako izražena kao kod plavetne sjenice.

Zabilježeno je gniježđenje obje vrste puzavaca (dugokljuni i kratkokljuni puzavac). Simpatrijsko gniježđenje ovih vrsta nije često, pa u poplavnim šumama hrasta lužnjaka kratkokljuni puzavac nije uopće bio zabilježen (Kralj, 2000.). S druge strane, Rucner i Rucner (1970.) su ga u Baranji zabilježili samostalno u starim sastojinama johe i u šumama euroameričke topole, a u šumama hrasta zajedno s dugokljunim, ali sa znatno manjim brojem parova. Dugokljuni puzavac smatra se dominantnom vrstom i uglavnom potiskuje kratkokljunoga puzavca na veće nadmorske visine (Gil, 1997., Schepers i Török, 1997.). Naravno, šumska područja koja rado zauzima kratkokljuni puzavac karakteriziraju starije šumske sastojine i stabla s velikim opsegom (Suorsa i sur., 2005.). U ovom istraživanju dugokljuni puzavac zastupljen je u svim tipovima šuma i svim starosnim kategorijama dok kratkokljuni puzavac nije zabilježen na najmlađim sastojinama i u šumama tipa topola. Objе vrste zabilježene su s malim brojem parova. Slično tome, Božič (2002.) je u svojem istraživanju također zabilježio obje vrste, ali s manjim udjelom kratkokljunoga puzavca.

Brgljev je u ovom istraživanju također vrlo česta vrsta zabilježena na svim lokacijama i u svim tipovima šume s najmanjim brojem parova u tipu johe. Broj zabilježenih parova povećava se sa starosti šume. Navedeno se slaže s istraživanjima izbora staništa brgljeza koja pokazuju da, kao i sve dupljašice, brgljev preferira zrelije šumske dijelove s većim volumenom živoga drveta te pokazuje preferenciju za područja s većim udjelom hrasta lužnjaka (Hardersen, 2004.). Valja dodati da su Burkhardt i sur. (1998.) ustanovili da za brgljeza hrastova stabla igraju značajniju ulogu i predstavljaju ograničavajući čimbenik ako su rijetka (kao npr. u mješovitim šumama crnogorice i hrasta), ali u bjelogoričnim sastojinama gdje hrasta ima u izobilju prisutnost hrasta nije dominantni čimbenik u odabiru staništa.

Čvorak je vrlo čest, zabilježen je na svim lokacijama, u svim tipovima šume s većim brojem parova u tipu jasen i mješovitom tipu, a broj zabilježenih parova povećava se sa starosti šume. Preferencija prema miješanom tipu je značajna u usporedbi s topolom i johom, a prema jasenu u usporedbi s johom. To može biti rezultat razlike u prosječnoj starosti i strukture tih tipova šuma. Zbog specifičnoga načina hranjenja čvorci preferiraju staništa prekrivena travom



(Williamson i Gray, 1975.). Bruun i Smith (2003.) pokazali su da je to zbog biomase beskralježnjaka koja je veća u svim oblicima travnatih staništa u usporedbi s obradivim poljima. Šume istraživane u ovom radu vrlo često imaju tlo dobro pokriveno travom, što ih čini dobrim staništem za prehranu čvoraka. Čvorak nije tipična vrsta zatvorenih šuma, već je češći na njenim rubovima i u seoskim krajolicima. Fragmentiranost šume u području istraživanja te prisutnost obradivih površina u okolici šuma su vjerojatan razlog brojnosti čvorka.

Bjelovrata muharica nije zabilježena jedino u tipu šume topola, a najveći broj parova zabilježen je u tipu jasena i u najstarijim šumama. Prema dosad provedenim istraživanjima bjelovrata muharica preferira hrast i bukvu u odnosu na četinjače, a od strukturnih karakteristika pozitivno korelira s manjim brojem stabala, većom prosječnom temeljnicom i manjom gustoćom grmlja zbog specifičnoga načina hranjenja (Kralj i sur., 2009.). To se djelomično poklapa s rezultatima dobivenim u ovom istraživanju gdje pokazuje značajnu selektivnost prema starijim kategorijama starosti te prema miješanom tipu (s velikim udjelom hrasta) i jasenu u odnosu na topolu.

## **5.2. ZNAČAJKE STANIŠTA POPLAVNIH ŠUMA UZ RIJEKU DRAVU**

Poplavne šume uz Dravu u Hrvatskoj pojavljuju se uglavnom u uskim područjima uz rijeku u inače otvorenom poljoprivrednom krajoliku i predstavljaju dinamičan i neprestano mijenjajući sustav. Ovim istraživanjem obuhvaćene su samo poplavne šume u kojima prevladavaju poljski jasen, crna joha te bijela i crna topola. U poplavne šume Hrvatske spadaju i prostorno dominantne šume hrasta lužnjaka, no one su obuhvaćene ranijim istraživanjima (Kralj, 2000.). Brojna istraživanja pokazuju važnost šuma na područjima uz rijeke jer otkrivaju veliku gustoću i raznolikost populacija ptica u njima i uzduž njih (Hågvar i Bækken, 2005., Storch, 1998.). Osim toga, poplavna područja mogu biti od velike važnosti kao izvor duplji u šumskim staništima jer stara stabla s prirodnim dupljama osiguravaju dugoročnu mogućnost gniježđenja za dupljašice (Remm i sur., 2006.).

Iz rezultata ovoga istraživanja vidljivo je da je istraživani tip poplavnih šuma zastupljen s manjim fragmentima šume vrlo heterogenih strukturnih i florističkih karakteristika. Upravo zato neki aspekti utjecaja različitih čimbenika na karakteristike dupljašica nisu u potpunosti jasni. Brojnost stabala iz pojedinih kategorija pokazuje vrlo slabu zastupljenost većih stabala. Udio malih stabala u svim tipovima podjednak je s nešto većim raspršenjem podataka u tipu joha. Ti podaci sugeriraju veće razlike u starosti sastojina između pojedinih ploha s

dominantnom johom. S druge strane, brojnost vrsta stabala najmanja je u tipu joha, a miješani tip šuma pokazuje prosječno približno isti broj vrsta kao i šume topole i jasena. Udio stabala opisanih kao velika stabla iz skupine prsnoga promjera C – G između pojedinih tipova također se neznatno razlikuje, ali opet pokazuje najveću raznolikost u tipu joha. Joha i jasen pokazuju veliku dominaciju u svojim plohama, s time da je joha poprilično zastupljena u tipu jasen. Ostale vrste koje se pojavljuju u tipu šume jasen su hrast lužnjak i mjestimično obični grab, a rjeđe treperavi i poljski brijest te javor klen. U tipu topola podjednako se pojavljuju crna i bijela topola s nešto većim raspršenjem podataka kod bijele topole. Po pokrovnosti tla prednjače šume jasena, a po pokrovnosti krošnje miješane i šume johe. Najstarije šume prema podacima iz šumskogospodarskih osnova su miješane šume, a slijede redom jasen, joha i topola. Najveće raspršenje podataka i ovdje pokazuju šume johe. Podaci za prosječnu bazalnu površinu pokazuju najmanje vrijednosti u šumama johe, što ukazuje na prisutnost manjih stabala u usporedbi s ostalim tipovima. Ove razlike između apsolutne (kronološke) starosti određene iz šumskogospodarskih osnova i relativne starosti (koja proizlazi iz temeljnice) mogu biti rezultat različitih brzina rasta pojedinih stabala. Očekivano, jedino u miješanom tipu šume zabilježene su sve vrste, ali najčešće su jasen, hrast lužnjak i obični grab. Ostale vrste pojavljuju se s manjim udjelom. Sve navedeno u skladu je s očekivanim sastavom zajednica opisanim u sistematici asocijacija poplavnih šuma (Vukelić i Baričević, 2005.).

### **5.3. IZBOR STANIŠTA PRIMARNIH I SEKUNDARNIH DUPLJAŠICA**

Odabir staništa za pojedine vrste ptica ovisi o nekoliko međusobno ovisnih čimbenika staništa i jednim istraživanjem teško ih je sve obuhvatiti. Prema nekim autorima (Blondel i sur., 1973., MacArthur i MacArthur, 1961.) na odabir staništa veći utjecaj imaju strukturne karakteristike vegetacije (vertikalna slojevitost, visina stabala, pokrovnost i sl.). Moskat (1988.) smatra da veći utjecaj imaju florističke varijable staništa. Postoje istraživanja koja pokazuju da na odabir staništa zajednički utječu florističke i strukturne karakteristike (Hewson i sur., 2011., Kirin i sur., 2011.). Osim toga, u nekim istraživanjima ustanovljeno je da za pojedine vrste značajan utjecaj mogu imati i abiotički klimatski čimbenici poput vlažnosti, količine svjetla, temperature, brzine vjetra i sl. (Bertin, 1977.). U ovom istraživanju usredotočio sam se na utjecaj vegetacijskih obilježja na strukturu zajednica ptica u cjelini i pojedinih vrsta.

Vrste zabilježene u ovom istraživanju imaju vrlo široku ekološku valenciju i mogu nastanjivati različite tipove šumskih staništa. Iako pojedine od njih pokazuju preferenciju za određeni tip staništa (Diaz, 2005., Kirin i sur., 2011., Kralj i sur., 2009.), jaka preferencija u području ovoga istraživanja nije ustanovljena. Seleksijski indeksi pokazuju preferenciju gotovo svih

vrsta ptica prema tipu jasen i miješanom tipu šume veće starosti, ali preferencija za tip šume je značajna jedino kod čvorka i bjelovrate muharice, a za starost jedino kod muharice. Osim toga, selektivnost za tip jasen i miješani tip šume značajna je samo kod nekih vrsta u usporedbi s drugim tipovima staništa.

Ptice dupljašice općenito pokazuju preferenciju prema starijim šumskim sastojinama i strukturne karakteristike koje proizlaze iz starosti (udio većih stabala i prosječna bazalna površina) imaju najveći utjecaj na gustoću populacija različitih ekoloških skupina ptica (Kirin i sur., 2011.). To je potvrđeno i istraživanjima koja dokazuju da su veličina stabala i brojnost mrtvih stabala vrlo važni čimbenici staništa za dupljašice (Berg, 1997., De Zan i sur., 2017., Suorsa i sur., 2005.). To je hipoteza koja je potvrđena i ovim istraživanjem. Analiza indeksa bioraznolikosti pokazuje da se on povećava sa starosti sastojina. Budući da su ovim istraživanjem obuhvaćene samo dupljašice i indeksi bioraznolikosti odnose se samo na njih, oni se ne mogu uspoređivati s istraživanjima zajednica ptica koja obuhvaćaju sve vrste na nekom području. Nadalje, Spearman-rank korelacija između glavnih komponenti dobivenih PCA analizom i ornitoloških varijabli pokazuje da primarne i sekundarne dupljašice kao stanište preferiraju starije šume. To je u skladu s prijašnjim istraživanjima Blondel i sur. (1973.) te Mac Arthur i Mac Arthur (1961.). No, porast broja primarnih dupljašica, osobito djetlića, ne prati u potpunosti povećanje starosti šume: broj parova u šumama starim 60 – 79 godina je manji nego u šumama starosti 40 – 59 godina. U kategoriji šuma starih 60 – 79 godina prevladavaju šume tipa johe i jasena koje očigledno ne predstavljaju dovoljno kvalitetno stanište. U istoj starosnoj kategoriji uopće nema šuma topole, dok se hrast pojavljuje s manjim udjelom na samo dvije točke. Također, gotovo sve vrste ptica pokazuju negativnu selekciju prema šumama tipa joha i topola. S obzirom da šume tipa joha imaju najmanju raznolikost zastupljenih vrsta stabala, vjerojatno se ne radi o izbjegavanju johe (u kojoj su u istraživanju Ćiković i sur. (2014.) često bile smještene duplje djetlića), već o izbjegavanju šuma s malom raznolikošću vrsta stabala i izbjegavanju šuma s malim udjelom hrasta. Seleksijski indeksi pokazuju preferenciju gotovo svih vrsta ptica prema tipu jasen i miješanom tipu šume te šumama veće starosti. Međutim, to ne možemo smatrati konkluzivnim jer, prema dobivenim rezultatima, ta preferencija kod većine vrsta može biti i slučajna. To potvrđuje i analiza objedinjenih podataka seleksijskih indeksa za primarne i sekundarne dupljašice koja ne pokazuje jasnu preferenciju za tip šume ni za starost. Razlike između Shannon-Wienerovoga indeksa koji pokazuje preferenciju prema starim šumama i seleksijskog indeksa koji ne pokazuje vjerojatno proizlaze iz toga što seleksijski indeks uzima

u obzir samo prisutnost ptica na točki, a Shannon-Wienerov indeks bioraznolikosti uzima u obzir i njihovu brojnost. Sve istraživane vrste su raširene i nalazimo ih u skoro svim tipovima i starosti šuma, ali s različitim gustoćama populacija. Iako značajne, korelacije dobivene ovim istraživanjem relativno su slabe. Razlog tome može biti već prije spomenuta heterogenost istraživanoga staništa. Velik broj strukturnih i florističkih varijabli pokazuje veliko raspršenje podataka što ukazuje na iznimnu varijabilnost. Zbog toga pravi razlozi odabira staništa mogu biti maskirani i trebalo bi provesti istraživanje staništa homogenoga po florističkoj strukturi. Smatram da bi u tom slučaju jače došla do izražaja preferencija primarnih i sekundarnih dupljašica za starija staništa.

Razlozi odabira starijih staništa su prehrana i dostupnost mjesta za gniježđenje dupljašica u vrijeme gniježđenja. Brojna istraživanja kukaca biljojeda potvrđuju da se povećanjem starosti šuma povećava gustoća i bogatstvo šumske entomofaune (Irmeler i sur., 1996., Jeffries i sur., 2006., Økland, 1994.), a to znači veće bogatstvo hrane za dupljašice koje se pretežno hrane ličinkama kukaca tijekom sezone gniježđenja (Moeed 1980., Török 1986., Wilkin i sur., 2009.). Osim toga, starije šume obiluju drvećem većeg prsnog promjera koje je vrlo važno radi dostupnosti duplji za gniježđenje (Aitken i Martin, 2007., Čiković i sur., 2014., Remm i sur., 2006.).

Floristička komponenta ima utjecaj na sekundarne dupljašice, što se slaže s istraživanjima Moskata (1988.). Kao što je vidljivo iz rezultata, sekundarne dupljašice pokazuju korelaciju s osima PC2 i PC3. Iako slabije, os PC2 pozitivno korelira s udjelom broja stabala jasena, graba i javora klena te udjelom temeljnice graba, a PC3 brojem vrsta stabala. To znači da sekundarne dupljašice, uz strukturne karakteristike, u ovom slučaju pokazuju preferenciju prema nekim vrstama stabala i preferiraju raznolikiju florističku strukturu staništa. Neka istraživanja pokazuju da bogatstvo biljnih vrsta i bogatstvo biljnih funkcionalnih skupina imaju značajan pozitivni učinak na ukupno bogatstvo vrsta insekata (Haddad i sur., 2001.). Među sekundarnim dupljašicama zastupljene su i vrste koje se hrane na tlu, u zraku i u krošnji, pa više različitih vrsta stabala podrazumijeva više mogućnosti za hranjenje.

U istraživanju koje je proveo Southwood (1961.) ustanovljeno je da broj vrsta kukaca ovisi o vrsti stabla. Najveći broj kukaca nalazi se na stablima hrasta, a već je naglašeno da se mnoge vrste dupljašica hrane ličinkama kukaca, pa bi za njih pogodnija bila stabla s većom raznolikošću kukaca. U ovom istraživanju šumski tip klasificiran kao mješoviti u sastavu ima veliki udio hrasta lužnjaka što bi moglo objasniti veću raznolikost u tim sastojinama. S druge strane, manja je raznolikost dupljašica u tipovima topole i johe. To može biti povezano s

njihovom starošću budući da je prosječna starost sastojina topole i johe manja. Također, to može biti povezano i s florističkim sastavom, budući da je broj vrsta u sastojinama johe nešto manji. Osim toga, šume topole i johe imaju mali udio vrsta prema kojima sekundarne dupljašice pokazuju preferenciju. Utjecaj florističke strukture na zajednice dupljašica trebalo bi dodatno istražiti na uzorcima približno jednake starosti kako bi se utvrdilo koje florističke komponente imaju najveći utjecaj.

Za gniježđenje sekundarnih dupljašica vrlo su važne postojeće duplje. Pritom često koriste i prirodne duplje koje nisu načinile primarne dupljašice, već su nastale raspadanjem stabla na mjestu otkinutih grana ili oštećenja pod utjecajem saprofita i to proporcionalno njihovoj raspoloživosti. Međutim, većinu duplji dostupnih za gniježđenje u šumama izdube primarne dupljašice (Aitken i Martin, 2007.) iz čega proizlazi da su one dostupnije za gniježđenje sekundarnih dupljašica. Zato je i u ovom istraživanju ustanovljena pozitivna korelacija između broja parova i vrsta primarnih i sekundarnih dupljašica. Navedeno je u skladu s istraživanjem koje je proveo Mikusiński (2001.) i kojim je pokazao snažnu povezanost broja vrsta šumskih ptica s djetlovkama te ustanovio da je broj šumskih specijalista u pozitivnoj korelaciji s brojem vrsta djetlovki.

Možemo zaključiti da su glavne hipoteze ovog rada potvrđene. U poplavnim šumama Hrvatske broj vrsta ptica i kvantitativni sastav populacija ptica dupljašica ovise o strukturnom sastavu šumskih zajednica i starije šumske sastojine imaju veću raznolikost zajednica ptica (veći broj vrsta) i veću gustoću populacija. Uz strukturne karakteristike uočena je važnost i florističkih karakteristika, osobito u preferenciji prema šumama s većim brojem vrsta stabala. Broj vrsta i brojnost sekundarnih dupljašica pozitivno su korelirani s brojem vrsta i veličinom populacija primarnih dupljašica.

#### **5.4. GOSPODARENJE ŠUMAMA**

Pokušaj vezivanja određenih vrsta (skupina) životinja samo uz poplavne šume nailazi na niz poteškoća jer je malo vrsta (skupina) kojima će poplavne šume ispuniti sve potrebe. Većina ih je u pokretu, a mnoge se vrste uz poplavne šume nalaze i u ekološki drugačijim staništima ili su kozmopolitske. Osim toga, poplavne šume su samo djelić većega vlažnog ekosustava (eng. *wetland*) Panonske nizine (Getz, 2005.). Ptice zbog svoje velike mobilnosti i prilagodljivosti imaju velike mogućnosti pri odabiru staništa, a zbog sezonskih promjena koje karakteriziraju šumska staništa mnoge vrste svake godine iznova biraju stanište i to dovodi do jakog selektivnog pritiska na mehanizme izbora (Cody, 1985.). Zato su rijetke vrste ptica

specijalisti za poplavne šume. Način gospodarenja šumskim područjima uvelike utječe na stabilnost zajednica ptica koje tamo gnijezde. Utjecaj različitih modela gospodarenja šumama na gnjezdarice u Velikoj Britaniji proučavao je Fuller (1990.) i pritom ustanovio posebnu važnost triju karakteristika: udio starih stabala, otvorenost krošnje i gustoća sloja grmlja. Uklanjanje starih visokih stabala negativno utječe na dupljašice i grabljivice, ali istovremeno stanjivanjem krošnje omogućuje stvaranje gušćega sloja grmlja koji pogoduje vrstama poput grmuša i koseva. U starijim šumama koje se održavaju prorjeđivanjem (eng. *thinning*) kratkoročno se postiže povećanje broja vrsta, a dugoročno povećanje brojnosti gnjezdarica. Zbog toga Fuller (1990.) predlaže kombinaciju sječe i ostavljanja starijih stabala kako bi se postigla veća gustoća vrsta pozitivno koreliranih s gustoćom grmlja i istovremeno očuvanje populacija dupljašica ovisnih o starom drveću.

Teško je očekivati da će se kod osmišljavanja održivih načina gospodarenja šumama u obzir uzeti utjecaj na sve faunističke komponente. Upravo zato rezultati istraživanja manjih skupina poput zajednica ptica mogu se koristiti kao smjernica kod primjene načela održivoga gospodarenja (Fuller, 1990., Kubalikova i sur., 2019.). Budući da se dupljašice ističu kao dobri indikatori stanja u šumskim ekosustavima (Kajtoch i sur., 2015., Mikusiński i sur., 2001., Wübbenhorst i Südbeck, 2001.), istraživanje njihovih zajednica od osobite je važnosti.

Ovim istraživanjem potvrđena je teza prema kojoj je za očuvanje populacija dupljašica potrebno njegovati starije sastojine prikladnije za njihovo gniježđenje. U istraživanju koje su proveli Remm i sur. (2006.) rezultati su pokazali da su u hemiborealnim riječnim šumama velika širokolisna stabla (prsni promjer > 30 cm), i živa i mrtva, najvažnija za zadržavanje dupljašica. U ovom istraživanju to bi odgovaralo stablima iz skupina C – F. Isti autori tvrde i da census ptica poput djetlića može ukazivati na obilje duplji, što pozitivno utječe na sekundarne dupljašice. Økland (1994.) je proučavao tri različita tipa šuma po gospodarenju: djelomično prirodne šume (*semi-natural*), šume kojima se intenzivno gospodari (*managed*) i čistine (posječene šume, *clearcuts*) kako bi ustanovio postoji li razlika u zajednicama entomofaune. Djelomično prirodne šume pokazuju veću raznolikost vrsta od onih kojima se intenzivno gospodari, ali zadnje dvije skupine ne razlikuju se mnogo u broju vrsta. Broj vrsta bio je koreliran s kontinuitetom u sukcesiji podloge i krošnje (više mrtvoga drveća, lišajeva, gljiva i sl.). Autor naglašava važnost održavanja preostalih šumskih ploha s kontinuitetom u sukcesiji i predlaže praksu sječe drveća u šumama koje su prethodno posječene umjesto u prirodnim, manje gospodarenim staništima. Brojnost i raznolikost kukaca vrlo je važna za prehranu ptica dupljašica, poglavito za vrijeme gniježđenja.

Brojnost dostupnih duplji za gniježđenje sama po sebi nije dovoljna. Neka istraživanja pokazuju da djetlići ne iskapaju nužno svoja gnijezda na drveću određenoga promjera, već odabiru stabla sa specifičnim fizičkim karakteristikama bez obzira na vrste drveća (Matsuoka, 2008.). Camprodon i sur. (2008.) su ustanovili da primarne dupljašice poput djetlića odabiru stabla mekših vrsta za izradu duplji te da na brojnost sekundarnih dupljašica u šumama kojima gospodari čovjek više utječe prikladnost duplji nego sama dostupnost. Pritom mrtva stabla u različitim stadijima raspadanja imaju malu važnost za osiguravanje duplji čak i za prilagodljive vrste poput velikoga djetlića. On radije radi duplje na visokim stablima bez grana. To je u skladu i s rezultatima ovoga istraživanja jer nije ustanovljena značajna pozitivna korelacija dupljašica s brojem mrtvih stabala. Dostupnost duplji povećava se u skladu s razinom zrelosti šume koja je u osnovi uvjetovana veličinom drveća, njihovim vitalnim stanjem, oblikom drva i sl. Zbog toga Camprodon i sur. (2008.) predlažu model upravljanja u kojem se po hektaru šume rezervira 20 do 30 velikih stabala većega promjera (55 – 75 cm prsnoga promjera) od kojih su barem neka mrtva stabla. Ta stabla trebalo bi držati u homogenom rasporedu kako bi se izbjegla kompeticija.

Praksa upravljanja šumama u Republici Hrvatskoj, iako pokazuje određenu fleksibilnost i usklađenost s relevantnim znanstvenim spoznajama, još uvijek je poprilično intenzivna i invazivna. To se posebice odnosi na sastojine vrsta koje su od velike komercijalne važnosti (npr. bukva i hrast). Prema podacima koje iznose Tustonjić i Kružić (2002.) u šumama kojima upravljaju Hrvatske šume d.o.o. na hrast lužnjak, hrast kitnjak i bukvu otpada 61,93 % ukupne drvene zalihe i 57,40 % ukupnog godišnjega tečajnog prirasta u Hrvatskoj. Metode upravljanja uključuju intenzivnu sječu i prorjeđivanje, oplodne sječe, trijebljenje i čišćenje, transport i iskorištavanje drvene mase, posebice starih drva te prilagođavanje prirodnih šumskih staništa eksploataciji od strane čovjeka (Krpan, 1992., Matić i Skenderović, 1992.). Pritom gospodarski sektor povezan s iskorištavanjem šuma čine pretežno tvrtke koje velike sirovinske prednosti Hrvatske iskorištavaju samo za proizvodnju i izvoz piljene građe, dok je industrijska prerada drveta i namještaja kojom se stvaraju proizvodi s dodanom vrijednošću zanemarena (Tustonjić i Kružić, 2002.). Šumarska praksa različito utječe na različite vrste. Tako npr. na prilagodljive kozmopolitske vrste poput velikoga djetlića koji samostalno rade duplje u živim stablima praksa uklanjanja mrtvih stabala neće imati presudan utjecaj, ali i za takve je vrste potrebno osigurati starija stabla većega prsnog promjera. U Republici Hrvatskoj na snazi je Pravilnik o ciljevima i mjerama očuvanja ptica u područjima ekološke mreže (NN 38/20) koji predviđa očuvanje povoljnog udjela sastojina starijih od 80 godina te da šumske



površine u raznodobnom gospodarenju te jednodobnom gospodarenju starije od 80 godina moraju sadržavati najmanje 10 m<sup>3</sup>/ha suhe drvne mase. Osim toga preporuka je u šumi ostavljati što više voćkarica za gniježđenje djetlovki. U dosadašnjoj šumarskoj praksi bilo je uobičajeno vrste koje su gospodarski manje važne i zastupljene manjim udjelom uklanjati. S obzirom na to da rezultati ovoga istraživanja ukazuju na preferenciju mješovitih šuma i izbjegavanja tipa johe koji ima veliku dominaciju jedne vrste, za djetlovke bi bilo od velike važnosti poštovati odredbe ovoga pravilnika o ostavljanju vrsta poput voćkarica za njihovo gniježđenje.

Uzmemo li u obzir činjenicu da je vrijednost općekorisnih funkcija poplavnih šuma u RH veća od sirovinsko-energetske (Prpić i sur., 2005.), a važnost poplavnih šuma velika u sprečavanju poplava, estetskom, rekreativnom, turističkom i zdravstvenom smislu te daju velik doprinos biološkoj raznolikosti, vrlo je važno osmisliti dugoročno održive i ekološki prihvatljive modele njihova održavanja.

## 5.5. METODOLOŠKI ASPEKTI

Istraživanjem su obuhvaćene sastojine unutar odjela različite apsolutne starosti prema šumskogospodarskim osnovama. Sve točke prebrojavanja smještene su u unutrašnjosti šume kako bi se izbjegao tzv „rubni efekt“ (eng. *edge effect*). Najmanja udaljenost od najbližega ruba šume bila je 300 metara. Na rubovima šumskih staništa obično se javlja veći broj vrsta nego u unutrašnjosti, što je posljedica preklapanja staništa i veće produktivnosti rubnih staništa, ali ujedno dovodi do izraženijega utjecaja predatora i parazita gnijezda (Cody, 1985.). Preliminarnim istraživanjem je utvrđeno postojanje velikoga broja šumskih prosjeka koje služe za kretanje vozila prilikom održavanja i iskorištavanja šuma. Neke od njih bile su široke 20 i više metara s jasno razvijenim slojem grmlja na rubovima. Budući da su tamo zabilježene i ptice karakteristične za rubove šuma (npr. žuta strnadica, *Emberiza citrinella* Linnaeus, 1758), od takvih prosjeka točke prebrojavanja također su odmaknute minimalno 300 m.

Metoda prebrojavanja u točki vrlo je prikladna metoda mjerenja relativne brojnosti ptica te se naširoko koristi za prebrojavanje ptica pjevica. Ukoliko je pravilno izvedena, analizom rezultata mogu se izvesti zaključci o odabiru staništa pojedinih vrsta ptica ili zajednica (Bibby i sur., 1992.). Najčešće je uspoređujemo s metodom linearnoga transekta i možemo je shvatiti kao transekt s duljinom nula metara koji se provodi brzinom od nula m/s. U šumskim staništima poput onih na istraživanom području metoda prebrojavanja u točki je prikladnija od transekta i zato je odabrana u ovom istraživanju. Naime, mnogo je lakše nasumično ili sistematično odrediti točke prebrojavanja nego postaviti rutu transekta koja uvelike ovisi o prohodnosti i može uzrokovati pristranost kod uzorkovanja staništa (Bibby i sur., 1992.). Preliminarnim istraživanjem utvrđena je iznimno loša prohodnost uzrokovana gustim slojem grmlja, periodično plavljenim terenom te postojanjem stalnih ili privremenih vodenih ploha na potencijalnim rutama transekata istraživanoga područja. Osim toga, cilj mojega istraživanja bio je utvrditi razlike u sastavu zajednica ptica na različitim staništima, a metodom prebrojavanja u točki je moguće razmjerno dobro opisati parametre zajednica ptica i lakše je povezati zabilježene ptice sa staništem. To je posebice važno kod ovako heterogenoga i fragmentiranog staništa. Iako se koristi i za određivanje gustoće populacija, tu ipak postoje određena ograničenja. DeSante (1986.) je istraživanjem u subalpskoj šumi Sierra Nevada u okrugu Mono, Kalifornija ustanovio da se tom metodom može pogriješiti u određivanju gustoće čestih vrsta ptica za -57 % do +65 %. U ovom istraživanju stoga nisu određivane gustoće populacija ptica, već samo uspoređivana prisutnost određenih vrsta na područjima različitih karakteristika staništa. Odabir položaja točaka proveden je slučajnim odabirom

prema preporukama opisanim u Bibby i sur. (1992.), s time da su točke razmaknute minimalno 300 metara kako bi se izbjeglo prebrojavanje istih jedinki na različitim točkama. Isti autori napominju da trajanje prebrojavanja u različitim istraživanjima varira od 2 do čak 20 minuta. Što dulje promatrač ostaje na točki, to će zabilježiti više jedinki ili parova ptica. Naravno, većina jedinki bit će zabilježena u relativno kratkom periodu nakon kojega se u svakom intervalu naglo smanjuje broj novih zabilježenih. U slučaju vrlo dugih perioda prebrojavanja postoji mogućnost višestrukoga bilježenja iste jedinke koja je promijenila svoj položaj u prostoru. Sorace i sur. (2000.) ističu da kod korištenja metode prebrojavanja u točki za monitoring jedne vrste ptica ili sastav zajednice posebnu pažnju treba posvetiti određivanju trajanja prebrojavanja i broja ponavljanja prebrojavanja. Zaključili su da se prebrojavanjem od 10 minuta dva puta u sezoni može dobiti dobar uvid u sastav zajednice ptica na određenom teritoriju. Kad je u fokusu istraživanja relativna razlika između zajednica ptica na različitim staništima, bolje je koristiti prebrojavanja od 5 minuta više puta u sezoni. Budući da moje istraživanje spada u drugu kategoriju, a vrste od interesa aktivne su u različito doba godine, odlučio sam se za ukupno pet prebrojavanja u razdoblju od veljače do svibnja u trajanju od 5 minuta. Zbog različitih obrazaca ponašanja pojedinih vrsta, bilo je potrebno koristiti različiti protokol za primarne i sekundarne dupljašice. Za skrovite i oprezne djetlovke stoga je korišten tihi vab prema preporukama Ćiković i sur. (2015.) te Michalzuk i Michalzuk (2006.). Budući da su neke točke prebrojavanja bile relativno blizu, postojala je mogućnost da će vab privući mužjake susjednih točaka. To je moglo uvelike utjecati na rezultate. Kako bih izbjegao ovu grešku, glasnoća reprodukcije prethodno je baždarena tako da je ljudsko uho čuje na udaljenosti od najviše 100 metara. Time je osigurano da će se na vab javiti samo jedinke koje su dovoljno blizu i imaju teritorij u području točke prebrojavanja.

Kod opažanja ptica u šumskim ekosustavima auditivna determinacija važnija je od vizualne. Prema istraživanjima koja su provedena u hrastovim šumama u Velikoj Britaniji kod većine istraživanih vrsta vizualnom detekcijom opaženo je svega 30 % jedinki (Yapp, 1956.). To posebice može doći do izražaja u šumama s gustom vegetacijom i izraženim slojem grmlja. Smanjenje pogreške kod determinacije vrsta postigao sam snimanjem zvučnoga zapisa tijekom svakog prebrojavanja u točki. Ti su zapisi analizirani po sluhu, ali i analizom sonograma u programu Raven Pro 1.6. Naravno, naknadnom analizom po zvučnom zapisu teško je odrediti je li zabilježena jedinka u unutarnjem ili vanjskom pojasu prebrojavanja. Zato je tijekom prebrojavanja na snimci tiho opisivano ponašanje i položaj opaženih ptica.

Kao i svaka terenska metoda, metoda prebrojavanja u točki ima svoja ograničenja. Ona su uzrokovana razlikama u staništu, vremenskim prilikama, osobom koja vrši prebrojavanje (iskustvo, sposobnosti slušnoga prepoznavanja i sl.), ali i vrstama ptica koje se bilježe. Prema Bibby i sur. (1992.) treba obratiti pozornost i na pretpostavke potrebne za kvalitetno izvođenje metode: ptice se ponašaju neovisno od promatrača, ne prilaze mu niti ne bježe od njega, sve su ptice uočljive promatraču, ne miču se značajno tijekom prebrojavanja, ponašaju se neovisno jedna o drugoj, procjene udaljenosti su točne i sve ptice su točno determinirane. Ukoliko neke od pretpostavki nije moguće postići, valja pripaziti da se ne donose neopravdani zaključci. U ovom istraživanju sva prebrojavanja u točki vršila je ista osoba i plohe su bile međusobno dovoljno slične. Iako greška u odnosu na apsolutne vrijednosti zasigurno postoji, možemo je smatrati stalnom i kod usporedbi među plohama ne dolazi do izražaja.

Cyr i Oelke (1976.) te James i Shugart (1970.) predložili su standardiziranu kvantitativnu metodu za analizu biljnoga pokrova prilikom istraživanja gustoće naseljenosti ptica u šumskim staništima. Eksperimentom su dokazali da je njihova metoda točnija nego drugi usporedivi postupci. Metoda je posebno korisna ukoliko se koristi za opisivanje karakteristika staništa oko točaka prebrojavanja ptica. Autori preporučuju površinu istraživanja kružnoga oblika radijusa 11,28 m jer se na taj način dobiva površina od 0,04 ha koja odgovara temeljnoj američkoj mjeri površine od 1 jutra. Njihova metoda je korištena kod istraživanja karakteristika staništa. Kao središte plohe određeno je mjesto gdje stoji promatrač za vrijeme prebrojavanja u točki. Modifikacija metode izvršena je u nekoliko segmenata. Umjesto štapom za mjerenje, radijus plohe određen je preciznim digitalnim daljinomjerom. Time je dobiveno na preciznosti i smanjeno je vrijeme mjerenja. Stabla čiji je rub debla bio udaljen  $\leq 11,28$  m od središta, bilježena su i uključena u kvantitativnu analizu. Isto tako, zbog slabije prohodnosti na većini ploha nije bilo moguće odrediti gustoću sloja grmlja kako preporučaju autori: brojanjem drvenastih stabljika promjera manjega od 7,5 koja promatrač dotakne ispruženim rukama hodajući po dva transekta okomita jedan na drugi na plohi od 0,04 ha. Umjesto toga pokrovnost grmlja određena je promatranjem detaljnih fotografija načinjenih iz središta plohe. Ovim načinom mjerenja dobivena je procjena prema kojoj je svaka ploha svrstana u jedan razred po pokrovnosti. Preciznije mjerenje bilo bi moguće korištenjem računalnih programa koji iz fotografija izračunavaju pokrivenost određenim objektom.

Metode koje su primijenjene u ovom radu mogle bi se koristiti za određivanje sastava ptičjih zajednica u svim tipovima šumskih staništa u Hrvatskoj, posebice u slabo prohodnim poplavnim šumama kako bi se dobile smjernice za održivo upravljanje. Osim toga, mogle bi

se koristiti i za monitoring čestih vrsta u šumskim staništima ili za praćenje pjevica u nekim zaštićenim područjima (npr. Regionalni park Mura-Drava). Budući da područje ovoga istraživanja velikim dijelom spada pod područja na kojima se djeluje prema EU Direktivi o očuvanju divljih ptica, višegodišnjim monitoringom mogli bi se dobiti vrijedni podaci o sastavu zajednica na tim područjima te na temelju njih modificirati način zaštite i upravljanja zaštićenim područjima.

S obzirom na heterogenost istraživanoga staništa, bilo bi potrebno izvršiti istraživanje istih skupina ptica na mnogo homogenijem staništu uz promjenu samo nekoliko florističkih ili strukturnih varijabli kako bi se vidio njihov jasan utjecaj na sastav zajednica ptica. U poplavnim šumama uz rijeku Dravu takvih je područja malo i površina odsjeka koji su relevantni za istraživanje je mala, ali opsežnije istraživanje koje bi uključivalo slične šume u Posavini ili Podunavlju moglo bi dati dovoljno podataka za opsežniju analizu.

## 6. ZAKLJUČAK

Poplavne šume uz Dravu u Hrvatskoj dinamičan su, vrlo promjenjiv i heterogen ekosustav. Ovim istraživanjem potvrđena je važnost poplavnih šuma za skupine ptica koje se gnijezde u dupljama. Rezultati pokazuju da, uz dominantne i površinom velike plohe u kojima dominira hrast lužnjak, poplavne šume topole, johe, jasena i vrbe zauzimaju fragmentirane odjeljke relativno malih površina. Pokazuju izuzetnu varijabilnost u florističkom i strukturnom pogledu, a odlikuje ih vrlo razvijen sloj grmlja, teška prohodnost i periodično plavljenje. Sve navedeno otežava istraživanje izbora staništa ptica na tim područjima. S obzirom na heterogenost istraživanoga staništa u analizu bi bilo potrebno uključiti i rezultate budućih, sličnih istraživanja koja bi bila proširena na šume u Posavini ili Podunavlju. Smatram da bi se time mogla dobiti jasnija slika o utjecaju florističkih ili strukturnih varijabli na zajednice dupljašica u poplavnim šumama.

Struktura zajednica ptica dupljašica koja je otkrivena u ovom istraživanju u skladu je s rezultatima istraživanja koja su dosad provedena u šumskim staništima Republike Hrvatske. Zabilježeno je ukupno 13 vrsta, od čega 5 primarnih i 8 sekundarnih dupljašica. Relativna zastupljenost pojedinih vrsta očekivana je. Najčešće bilježena vrsta među primarnim dupljašicama je veliki djetlić, a među sekundarnim velika sjenica. To je u skladu s njihovim životnim navikama, velikom prilagodljivošću i dominacijom nad ostalim sličnim vrstama. Jedina razlika u odnosu na dosad istražene listopadne i mješovite šume u Hrvatskoj je suživot obje vrste puzavaca, što je također u skladu s dosad provedenim istraživanjima u floristički sličnim staništima.

Odabir staništa za pojedine vrste ptica ovisi o strukturnim i florističkim karakteristikama. Pri tome na dupljašice općenito izraženiju ulogu imaju strukturne karakteristike koje se očituju u varijablama vezanima uz starost šume (prosječna temeljnica, broj velikih stabala, manji broj jedinki po površini i sl.). No, floristički sastav također ima utjecaj, što je vidljivo u negativnoj selekciji šuma tipa joha u kojoj je raznolikost vrsta stabala najmanja. Utjecaj florističke komponente izrazitiji je kod sekundarnih dupljašica. Iako selekcijski indeksi pokazuju stanovitu sklonost gotovo svih vrsta ptica prema tipu jasen i miješanom tipu šume veće starosti, jasna preferencija za pojedini tip staništa nije utvrđena. Razlozi odabira starijih staništa su raznolikija prehrana zbog veće brojnosti kukaca i veća dostupnost mjesta za gniježđenje dupljašica u vrijeme parenja zbog većega broja starijih stabala veće bazalne površine.

Sekundarne dupljašice pozitivno su korelirane s primarnim dupljašicama jer su za njihovo gniježđenje vrlo važne postojeće duplje kojih većinu izdube primarne dupljašice.

Rezultati istraživanja zajednica ptica mogu se koristiti kao smjernica kod primjene načela održivoga gospodarenja šumama. Budući da se dupljašice ističu kao vrlo dobri indikatori stanja u šumskim ekosustavima, potrebno je usmjeriti gospodarenje šumama u smjeru što većega očuvanja njihovih zajednica. Ovim istraživanjem potvrđeno je da je za očuvanje populacija dupljašica potrebno njegovati starije sastojine prikladnije za njihovo gniježđenje. Pritom je važno imati na umu da šumarska praksa različito utječe na različite vrste životinja. Za dupljašice je potrebno osigurati starija stabla većega prsnog promjera, ali i provoditi kombinaciju sječe i ostavljanja starijih stabala kako bi se postigla veća gustoća vrsta pozitivno koreliranih s gustoćom grmlja.

Metode korištene za istraživanje utjecaja karakteristika staništa na zajednice ptica dupljašica u ovom radu mogle bi se koristiti za određivanje sastava ptičjih zajednica u svim tipovima šumskih staništa u Hrvatskoj, za monitoring čestih vrsta u šumskim staništima ili za praćenje pjevica u nekim zaštićenim područjima.

Usprkos sirovinsko-energetskoj važnosti poplavnih šuma u Republici Hrvatskoj, ne smije se zanemariti njihova velika bioraznolikost te važnost u sprečavanju poplava, estetskom, rekreativnom, turističkom i zdravstvenom smislu. Upravo zato vrlo je važno osmisliti dugoročno održive i ekološki prihvatljive modele njihova održavanja.



## 7. LITERATURA

- Aitken K, Martin K (2007) The importance of excavators in hole-nesting communities: Availability and use of natural tree holes in old mixed forests of western Canada. *Journal of Ornithology* 148: 425–434.
- Amininasab SM, Vedder O, Schut E, de Jong B, Magrath MJL, Korsten P, Komdeur J (2016) Influence of fine-scale habitat structure on nest-site occupancy, laying date and clutch size in blue tits *Cyanistes caeruleus*. *Acta Oecologica* 70: 37–44.
- Anić I, Matić S, Oršanić M, Belčić B (2005a) Morfologija i struktura šuma poplavnih područja. U: Vukelić J (ur.) *Poplavne šume u Hrvatskoj*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 245–262.
- Anić I, Matić S, Oršanić M, Majer Ž (2005b) Pomlađivanje i njega šuma poplavnih područja. U: Vukelić J (ur.) *Poplavne šume u Hrvatskoj*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 263–276.
- Barua M (2011) Mobilizing metaphors: the popular use of keystone, flagship and umbrella species concepts. *Biodivers. Conserv.* 20: 1427–1440.
- Berg Å (1997) Diversity and abundance of birds in relation to forest fragmentation, habitat quality and heterogeneity. *Bird Study*, 44: 355–366.
- Bertin RI (1977) Breeding habitats of the Wood Thrush and Veery. *Condor* 79: 303–311.
- Bibby CJ, Burgess ND, Hill DA (1992) *Bird Census Techniques*. Academic Press, London.
- Blondel J (1990) Synthesis: The history of forest bird avifaunas in the world. U: Keast A (ur.) *Biogeography and ecology of forest bird communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, 371–377.
- Blondel J, Ferry C, Frochot B (1973) Avifaune et végétation essai d'analyse de la diversité. *Alauda* 41: 63–84.
- Bond WJ (1994) Keystone species, U: Schulze E-D, Mooney H (ur.), *Biodiversity and Ecosystem Function*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 237–253.

- Božič L (2002) Primerjava združb in nekaterih populacijskih parametrov ptic v izbranih tipih nižinskih gozdov. Diplomaska naloga, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 86 str.
- Bruun M, Smith HG (2003) Landscape composition affects habitat use and foraging flight distances in breeding European starlings. *Biological Conservation* 114: 179–187.
- Burkhardt JF, Schlund W, Stauss, MJ (1998) Scale effects of habitat selection in breeding Nuthatches (*Sitta europaea*) in two different woodlands. *Journal für Ornithology* 139: 37–48.
- Camprodon J, Salvanya J, Soler-Zurita J (2008) The abundance and suitability of tree cavities and their impact on hole-nesting bird populations in beech forests of NE Iberian Peninsula. *Acta Ornithol.* 43: 17–31.
- Center for Conservation Bioacoustics (2019) Raven Pro: Interactive sound analysis software Ver. 1.6.1. The Cornell lab of Ornithology, Ithaca, New York.
- Cody ML (1985) *Habitat selection in birds*. Academic Press, Inc. London. 558 str.
- Cramp S (ur.) (1985) *The Birds of the Western Palearctic*, vol. IV., Oxford University Press, Oxford. 960 str.
- Cramp S, Perrins, CM (ur.) (1993) *The Birds of the Western Palearctic*, Vol. 7. Oxford: Oxford University Press.
- Cyr A, Oelke H (1976) Vorschläge zur Standardisierung von Biotopbeschreibungen bei Vogelbestandsaufnahmen im Waldland. *Die Vogelwelt* 97: 161–175.
- Ćiković D, Barišić S, Tutiš V, Kralj J (2014) Nest-site and nest-hole characteristics used by Great Spotted Woodpecker *Dendrocopus major* L. in Croatia. *Pol. J. Ecol* 62: 349–360.
- Ćiković D, Barišić S, Tutiš V, Kralj J (2015) Woodpeckers in the Croatian Karst Mountains. *Bird Census News* 21: 2–15.
- De Zan LR, Rossi de Gasperis S, Fiore L, Battisti C, Carpaneto GM (2017) The importance of dead wood for hole-nesting birds: a two years study in three beech forests of central Italy. *Israel Journal of Ecology & Evolution* 63: 19–27.

- DeSante DF (1986) A field test of the variable circular-plot censusing method in a Sierran subalpine forest habitat. *The Condor* 88: 192–142.
- Diaz L (2005) Influences of forest type and forest structure on bird communities in oak and pine woodlands in Spain. *Forest Ecology and Management* 223: 54–65.
- Dolenec Z (2009) Impact of Local Air Temperatures on the Brood Size in Starling (*Sturnus vulgaris* L.). *Polish Journal of Ecology*, 57: 817–820.
- Dolenec Z, Kralj J, Mustafić P, Dolenec P (2008) Female biometrical characteristics and egg dimensions of the starling (*Sturnus vulgaris* L.) in Croatia. *Polish Journal of Ecology*, 56: 545–547.
- Domac R (1994) *Flora Hrvatske, priručnik za određivanje bilja*. Školska knjiga, Zagreb, 503 str.
- Fleishman E, Blair RB, Murphy DD (2001) Empirical validation of a method for umbrella species selection, *Ecological Applications*, 11: 1489–1501.
- Fuller RJ (1990) Responses of birds to lowland woodland management in Britain: opportunities for integrating conservation with forestry. *Sitta* 4: 39–50.
- Garmendia A, Cárcamo S, Schwendtner O (2006) Forest management considerations for conservation of Black Woodpecker *Dryocopus martius* and White-backed Woodpecker *Dendrocopos leucotos* populations in Quinto Real (Spanish Western Pyrenees). *Biodiversity and Conservation* 15: 1399–1415.
- Getz D (2005) Osvrt na neke skupine životinjskoga svijeta poplavnih šuma u dijelu Podravine, Posavine i Podunavlja s posebnim naglaskom na Kopački rit. U: Vukelić J (ur.) *Poplavne šume u Hrvatskoj*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 311–332.
- Gil D (1997) Increased response of the Short toed Treecreeper *Certhia brachydactyla* in sympatry to the playback of the song of the Common Treecreeper *Certhia familiaris*. *Ethology*, 103: 632–641.
- Haapanen A (1965) Bird fauna of Finnish forests in relation to forest succession. *Ann. Zool. Fennici*, 2: 153–96.

- Haddad NM, Tilman D, Haarstad J, Ritchie M, Knops JMH (2001) Contrasting Effects of Plant Richness and Composition on Insect Communities: A Field Experiment. *The American Naturalist* 158: 17–35.
- Hågvar S, Bækken BT (2005) Forest strips left along water and bog can be valuable for birds, A case of experimental cutting. *Ornis Norvegica* 28: 51–57.
- Hardersen S (2004) Habitat usage of woodpeckers and nuthatch (*Aves, Picidae, Sittidae*). *Ricerche Naturalistiche A Bosco Della Fontana - Quaderni Conservazione Habitat* 3: 49–59.
- HBW and BirdLife International (2019) Handbook of the Birds of the World and BirdLife International digital checklist of the birds of the world. Version 4.
- Herrera CM (1981) Combination rules among western European *Parus* species. *Ornis Scandinavica* 12: 140–147.
- Hewson CM, Austin GE, Gough SJ, Fuller RJ (2011) Species-specific responses of woodland birds to stand-level habitat characteristics: The dual importance of forest structure and floristics. *Forest Ecology and Management* 261: 1224–1240.
- Hino T (1990) Palaearctic deciduous forests and their bird communities: comparisons between East Asia and West-Central Europe. U: Keast A (ur.) *Biogeography and ecology of forest bird communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, 87–94.
- Hinsley SA, Carpenter JE, Broughton RK, Bellamy PE, Rothery P, Amar A, Hewson CM, Gosler AG, (2007) Habitat selection by Marsh Tits *Poecile palustris* in the UK. *Ibis* 149: 224–233.
- Irmeler U, Heller K, Warning J (1996) Age and tree species as factors influencing the populations of insects living in dead wood (*Coleoptera, Diptera: Sciaridae, Mycetophilidae*). *Pedobiologia* 40: 134–148.
- James FC, Shugart HH (1970) A quantitative method of habitat description. *Audubon Field Notes* 24: 727–736.
- Jeffries JM, Marquis RJ, Forkner RE (2006) Forest age influences oak insect herbivore community structure, richness, and density. *Ecological Applications* 16: 901–912.

- Kajtoch Ł, Wilk T, Bobrek R, Matysek M (2015) The importance of forests along submontane stream valleys for bird conservation: The Carpathian example. *Bird Conservation International* 26: 350–365.
- Karr JR (1990a) Birds of tropical rainforest: comparative biogeography and ecology. U: Keast A (ur.) *Biogeography and ecology of forest bird communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, 215–228.
- Karr JR (1990b) Interactions between forest birds and their habitat: A comparative synthesis. U: Keast A (ur.) *Biogeography and ecology of forest bird communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, 379–386.
- Keast A (1990) Distribution and origins of forest birds. U: Keast A (ur.) *Biogeography and ecology of forest bird communities*. SPB Academic Publishing, The Hague, 45–59.
- Kirin T, Kralj J, Ćiković D, Dolenc Z (2011) Habitat selection and similarity of the forest songbird communities in Medvednica and Žumberak – Samoborsko gorje nature parks. *Šumarski list* 135: 467–475.
- Kosiński Z, Kempa M (2007) Density, distribution and nest-sites of woodpeckers Picidae, in a managed forest of western Poland. *Polish Journal of Ecology* 55: 519–533.
- Kralj J (1997) Ornitofauna Hrvatske tijekom posljednjih dvjesto godina. *Larus* 46: 1–112.
- Kralj J (2000) Struktura zajednica ptica gnjezdarica šuma hrasta lužnjaka u Hrvatskoj, Doktorska disertacija. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 67 str.
- Kralj J, Dumbović V, Dolenc Z, Tutiš V (2009) Habitat Preferences of the Collared Flycatcher, *Ficedula albicollis* (Temm) in Mountains of Continental Croatia. *Polish Journal of Ecology* 57: 537–545.
- Krebs CJ (1999) *Ecological Methodology*. 2nd ed. Benjamin Cummings, Menlo Park, California, 620 str.
- Krebs CJ (2009) *Ecological methodology programs*. Ver. 7.0, University of British Columbia, Vancouver, B.C. V6T 1Z4, Canada

- Krpan APB (1992) Iskorišćivanje šuma. U: Rauš Đ (ur.) Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb, 153–170.
- Kubalikova L, Kirchner K, Kuda F, Machar I (2019) The Role of Anthropogenic Landforms in Sustainable Landscape Management. *Sustainability* 11: 4331.
- MacArthur RH, MacArthur JW (1961) On bird species diversity. *Ecology* 42: 594–598.
- Majewski P, Rolstad J (1993) The detectability of Black Woodpecker: implications for forest bird censuses. *Ornis Fennica* 70: 213–214.
- Manly BFJ, McDonald LL, Thomas DL (1993) Resource Selection by Animals: Statistical Design and Analysis for Field Studies. Chapman and Hall, London, 177 str.
- Matić S, Skenderović J (1992) Uzgajanje šuma. U: Rauš Đ (ur.) Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb, 81–95.
- Matsuoka S (2008) Wood hardness in nest trees of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major*. *Ornithol. Sci.* 7: 59–66.
- Matthysen E, Adriaansen F (1998) Forest size and isolation have no effect on reproductive success of Eurasian Nuthatches (*Sitta europaea*). *The Auk* 115: 955–963.
- Mayer B (1992) Šumska tla Republike Hrvatske pri kraju XX. stoljeća. U: Rauš Đ (ur.) Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb, 13–18.
- Mazgajski TD (1998) Nest-site characteristics of Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* in central Poland. *Pol. J. Ecol* 46: 33–41.
- Meštrović Š, Pranjić A, Kalafadžić Z, Križanec R, Bezak K, Kovačić Đ (1992) Uređivanje šuma. U: Rauš Đ (ur.) Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb, 131–151.
- Michalczuk J, Michalczuk M (2006) Reaction to playback and density estimations of Syrian Woodpeckers *Dendrocopos syriacus* in agricultural areas of south-eastern Poland. *Acta Ornithologica*, 41: 33–39.
- Mikusinski G, Gromadzki M, Chylarecki P (2001) Woodpeckers as Indicators of Bird diversity. *Conservation biology*, 15: 208–217.

- Mitsch WJ, Bernal B, Hernandez ME (2015) Ecosystem services of wetlands. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 11:1, 1–4.
- Moeed A (1980) Diets of adult and nestling starlings (*Sturnus vulgaris*) in Hawke's Bay, New Zealand, *New Zealand Journal of Zoology* 7: 247–256.
- Moskat C (1988) Breeding bird community and vegetation structure in a beech forest in the Pilis Mountains, N. Hungary. *Aquila* 95: 105–112.
- Moss S (2003) *Understanding bird behaviour*. New Holland Publishers, London, 160 str.
- Newton I (1994) The role of nest sites in limiting the numbers of hole-nesting birds: a review. *Biological Conservation* 70: 265–276.
- Økland B (1994) *Mycetophilidae (Diptera)*, an insect group vulnerable to forestry practices? A comparison of clearcut, managed and semi-natural spruce forests in southern Norway. *Biodiversity and Conservation* 3: 68–85.
- Olsson O, Nilsson IN, Nilsson SG, Pettersson B, Stagen A, Wiktander U (1992) Habitat preferences of the Lesser Spotted Woodpecker *Dendrocopos minor*. *Ornis Fennica* 69: 119–125.
- Pakkalaa T, Tiainen J, Pihad M, Koukib J (2018) Three-toed Woodpecker cavities in trees: A keystone structural feature in forests shows decadal persistence but only short-term benefit for secondary cavity-breeders. *Forest Ecology and Management* 413: 70–75.
- Pasinelli G (2007) Nest site selection in middle and great spotted woodpeckers *Dendrocopos medius* *D. major*: implications for forest management and conservation. *Biodiversity and Conservation* 16: 1283–1298.
- Pasinelli G, Hegelbach J (1997) Characteristics of trees preferred by foraging Middle Spotted Woodpecker *Dendrocopos medius* in northern Switzerland. *Ardea* 85: 203–209.
- Pernar N, Bakšić D (2005) Tlo poplavnih šuma. U: Vukelić J (ur.) *Poplavne šume u Hrvatskoj*. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 71–85.



- Prpić B (2005) Antropogeni utjecaj na vodne prilike riječne nizine i odraz promjena na poplavne šume. U: Vukelić J (ur.) Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 177–190.
- Prpić B, Matić S, Jurjević P, Jakovac H, Milković I (2005) Općekorisno i gospodarsko značenje poplavnih šuma, U: Vukelić J (ur.) Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 50–68.
- Prpić B, Milković I (2005) Rasprostranjenost poplavnih šuma u prošlosti i danas. U: Vukelić J (ur.) Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 23–39.
- Rauš Đ, Trinajstić I, Vukelić J, Medvedović J (1992) Biljni svijet hrvatskih šuma. U: Rauš Đ (ur.) Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb, 33–78.
- Remm J, Lõhmus A, Remm K (2006) Tree cavities in riverine forests: What determines their occurrence and use by hole-nesting passerines? *Forest Ecology and Management* 221: 267–277.
- Roglić J (1975) Reljef, U: Cvitanović A (ur.), Geografija SR Hrvatske, knjiga 1 i 3. Školska knjiga, Zagreb.
- Rolstad J, Rolstad E, Stokke PK (1995) Feeding habitat and nest-site selection of breeding Great Spotted Woodpeckers *Dendrocopos major*, *Ornis Fennica* 72: 62–71.
- Rucner D, Rucner R (1970) Prilog poznavanju napučenosti ptica u biotopima Baranje. *Larus* 24: 31–64.
- Sakhvon V (2009) Composition and diversity of passerine bird assemblages in the floodplain deciduous forests during the breeding season (Belarus). *Branta: Transactions of the Azov-Black Sea Ornithological Station*, 598.2: 591.55 (253).
- Schepers F, Török J (1997) Treecreeper *Certhia familiaris*. U: Hagemeyer WJM, Blair MJ (ur.) *The EBCC Atlas of European Breeding Birds. Their Distribution and Abundance*. London, T & A D Poyser: 652–653.
- Schneider-Jacoby M (2006) Poplavna područja Drave i Save, ugroženi ekosustavi od međunarodnog značenja. *Šumarski list* 130: 193–217.

- Schoener TW (1986) Overview: Kinds of ecological communities – ecology becomes pluralistic. U: Diamond J, Chase, TJ (ur.) Community ecology. Harper & Row, New York.
- Schulze ED, Craven D, Durso AM, Reif J, Guderle M, Kroihner F, Hennig P, Weiserbs A, Schall P, Ammer C, Eisenhauer N, (2019) Positive association between forest management, environmental change, and forest bird abundance. *Forest Ecosystems* 6(3): 1–12.
- Seletković Z, Katušin Z (1992) Klima Hrvatske. U: Rauš Đ (ur.) Šume u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, Zagreb, 13–18.
- Seletković Z, Tikvić I (2005) Klimatske prilike. U: Vukelić J (ur.) Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 86–92.
- Shugart HH (1990) Patterns and ecology of forests. U: Keast A (ur.) Biogeography and ecology of forest bird communities. SPB Academic Publishing, The Hague, 7–26.
- Sorace A, Gustin M, Calvario E, Ianniello L, Sarrocco S, Carere C (2000) Assessing bird communities by point counts: repeated sessions and their duration. *Acta Ornithologica* 35: 197–202.
- Southwood TRE (1961) The number of species of insect associated with various trees, *Journ. Animal Ecology* 30: 1–8.
- StatSoft Inc (2007) STATISTICA for Windows. ver. 8.0. – Tulsa, OK, USA.
- Storch D (1998) Densities and territory sizes of birds in two different lowland communities in eastern Bohemia. *Folia Zool.* 47: 181–188.
- Suorsa P, Huht E, Jäntti A, Nikula A, Helle H, Kuitunen M, Koivunen V, Hakkarainen H (2005) Thresholds in selection of breeding habitat by the Eurasian treecreeper (*Certhia familiaris*). *Biological Conservation* 121: 443–452.
- Španjol Ž, Vukelić I (2005) Zaštićeni prirodni objekti šumske vegetacije u poplavnim područjima Hrvatske. U: Vukelić J (ur.) Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 122–144.

- Tomiałojć L, Wesołowski T (1995) Bird communities of the primaeval temperate forest of Białowieża, Poland. U: Keast A (ur.) Biogeography and ecology of forest bird communities. SPB Academic Publishing, The Hague, 141–165.
- Török J (1986) Food segregation in three hole-nesting bird species during the breeding season, *Ardea* 74: 129–136.
- Trinajstić I (1998) Fitogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske. *Šumarski list* 122: 407–421.
- Trinajstić I, Franjić J, Škvorc Ž (2005) Flora poplavnih i močvarnih šuma. U: Vukelić J (ur.) Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 93–101.
- Tucker GM, Evans MI (1997) Habitat for birds in Europe. A conservation strategy for the wider environment. BirdLife Conserv. Series No. 6. 464 str.
- Tustonjić A, Kružić T (2002) Šumarstvo i prerada drveta – hrvatska perspektiva. *Šumarski list* 126: 77–84.
- von Haartman L (1957) Adaptation in hole-nesting birds. *Evolution* 11: 339–347.
- Vukelić J, Baričević J (2005) Šumska vegetacija poplavnih područja. U: Vukelić J (ur.) Poplavne šume u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 102–121.
- Walankiewicz W, Czeszczewik D, Tumiel T, Stański T (2011) Woodpeckers abundance in the Białowieża Forest – a comparison between deciduous, strictly protected and managed stands. *Ornis Polonica* 52: 161–168.
- Wesołowski T (2011) ‘Lifespan’ of woodpecker-made holes in a primeval temperate forest: A thirty year study. *Forest Ecology and Management* 262: 1846–1852.
- Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213–251.
- Wiens JA (1992) The ecology of bird communities. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wilkin TA, King LE, Sheldon BC (2009) Habitat quality, nestling diet, and provisioning behaviour in great tits *Parus major*. *J. Avian Biol.* 40: 135–145.

Williamson P, Gray L (1975) Feeding behavior of the starling (*Sturnus vulgaris*) in Maryland. *Condor* 77: 84–89.

Wübbenhorst J, Südbeck P (2001) Woodpeckers as indicators for sustainable forestry. Technical report from the german project “Biologische Vielfalt und nachhaltige Nutzungsmöglichkeiten in Deutschen Wäldern durch multifunktionale Forstwirtschaft am Beispiel der niedersächsischen Kulturlandschaften Solling und Lüneburger Heide. National board of forestry in Sweden.

Yapp WB (1956) The theory of line transects. *Bird study* 3: 93–104.

Zahner V, Sikora L, Pasinelli G (2012) Heart rot as a key factor for cavity tree selection in the black woodpecker. *Forest Ecology and Management* 271: 98–103.

Zavod za ornitologiju HAZU (2018) Rječnik standardnih hrvatskih ptičjih naziva. [http://info.hazu.hr/upload/Image/interreg\\_cigra/Rje%C4%8Dnik-standardnih-hrvatskih-pti%C4%8Djih-naziva.pdf](http://info.hazu.hr/upload/Image/interreg_cigra/Rje%C4%8Dnik-standardnih-hrvatskih-pti%C4%8Djih-naziva.pdf). Pristupljeno 31. 8. 2020.

## 8. ŽIVOTOPIS

Mario Slatki rođen je 9. svibnja 1983. godine u Varaždinu. Nakon završene osnovne škole (II. OŠ Varaždin) upisao je Gimnaziju Varaždin, opći smjer. 2001. godine maturirao je s odličnim uspjehom. Iste godine upisao je studij Biologije, smjer profesor Biologije, na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. 2007. godine diplomirao je s odličnim uspjehom pod mentorstvom prof. dr. sc. Zdravka Doleneca na Zoologijskom zavodu Biološkoga odsjeka. Od 1. veljače do 16. srpnja 2008. radio je kao učitelj biologije u OŠ Ludbreg, od 1. rujna 2008. do 31. kolovoza 2009. kao nastavnik biologije u Gospodarskoj školi Varaždin i kao učitelj biologije u OŠ Petrijanec. Od 1. rujna 2009. do danas radi kao nastavnik biologije u Drugoj gimnaziji Varaždin, a od 2013. radi i kao mentor motiviranim učenicima u Centru izvrsnosti za Biologiju Varaždinske županije. 2014. godine upisao je poslijediplomski studij biologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. U sklopu poslijediplomskog studija sudjelovao je na kongresima i simpozijima u Hrvatskoj na kojima je izlagao rezultate svojih istraživanja:

- usmeno izlaganje, Simpozij doktoranada Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Zagreb, 2018.
- usmeno izlaganje, 13. Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Poreč, 2018.
- plakat, 13. Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Poreč, 2018.
- plakat, 5th Dubrovnik Cardiology Highlights, Dubrovnik 2017.
- usmeno izlaganje, Simpozij doktoranada Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Zagreb, 2020.

Koautor je dviju radnih bilježnica iz Biologije za srednju školu:

Bendelja D, Lukša Ž, **Slatki M**, Šafran M (2020) Biologija, radna bilježnica za biologiju u drugom razredu gimnazija. Školska knjiga, Zagreb.

Lukša Ž, Mikulić S, Bendelja D, **Slatki M**, Šafran M (2020) Biologija, radna bilježnica za biologiju u trećem razredu gimnazija. Školska knjiga, Zagreb.

### Popis publikacija

Dilber D, Ljubičić Đ, **Slatki M**, Čerkez Habek J (2017) Peripheral artery disease and cardiovascular risk in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Cardiologia Croatica* 12: 372–372.

**Slatki M** (2017) Obrada nastavne jedinice „Sastav i karakteristike krvi“ u sklopu Centra izvrsnosti za biologiju. *Educ. biol.* 3: 184–193.

**Slatki M** (2018) Izbor staništa primarnih i sekundarnih dupljašica u poplavnim nizinskim šumama uz rijeku Dravu u Hrvatskoj. U: Primožič I (ur.) Knjiga sažetaka, Simpozij studenata doktorskih studija PMF-a, Prirodoslovno–matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 16–16.

**Slatki M** (2018) Communities of primary and secondary hole-nesting birds in flooded forests along Drava river, North-West Croatia. U: Kružić P, Caput Mihalić K, Gottstein S, Pavoković D, Kučinić M (ur.) Book of abstracts, 13th Croatian Biological Congress. Croatian Ecological Society, Zagreb, Croatia, 141–141.

**Slatki M** (2018) Song dialects in a population of yellowhammers *Emberiza citrinella* L. in Croatia. U: Kružić P, Caput Mihalić K, Gottstein S, Pavoković D, Kučinić M (ur.) Book of abstracts, 13th Croatian Biological Congress. Croatian Ecological Society, Zagreb, Croatia, 271–271.

**Slatki M** (2020) Tri dijalekta žute strnadice *Emberiza citrinella* L. u nizinskoj Hrvatskoj. U: Rončević S, Barišić D (ur.) Knjiga sažetaka, Simpozij studenata doktorskih studija PMF-a, Prirodoslovno – matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 52–52.

**Slatki M, Kralj J** (2020) Habitat selection of secondary hole-nesting birds in riverine forests along Drava river in Croatia. *Šumarski list* 11-12: 551–558.