Vegetacijsko-ekološka istraživanja na trajnim plohama Nacionalnog parka Brijuni

Končar, Sanja

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:705832

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ

URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA

SANJA KONČAR

VEGETACIJSKO-EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA TRAJNIM PLOHAMA NACIONALNOG PARKA BRIJUNI

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2017.

ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

ŠUMARSKI ODSJEK

VEGETACIJSKO-EKOLOŠKA ISTRAŽIVANJA NA TRAJNIM PLOHAMA NACIONALNOG PARKA BRIJUNI

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Zaštićene prirodne vrijednosti

Ispitno povjerenstvo:
1. Prof. dr. sc. Željko Španjol
2. Izv. prof. dr. sc. Damir Barčić
3. Doc. dr. sc. Roman Rosavec

Student: Sanja Končar

JMBAG: 0068219917

Broj indeksa: 705/2015

Datum odobrenja teme: 20.04.2017.

Datum predaje rada: 12.09.2017.

Datum obrane rada: 22.09.2017.

Zagreb, 2017.

Dokumentacijska kartica

Naslov	**Vegetacijsko-ekološka istraživanja na trajnim plohama Nacionalnog parka Brijuni**
Title	**Vegetative-ecological research on permanent plots in National Park Brijuni**
Autor	**Sanja Končar**
Adresa autora	**XXXXX**
Mjesto izrade	**Zagreb**
Vrsta objave	**Diplomski rad**
Mentor	**Prof. dr. sc. Željko Španjol**
Godina objave	**2017.**
Obujam	**60 str., 27 slika, 11 tablica + 30 navoda literature**
Ključne riječi	**Čovjek i biosfera, Nacionalni park Brijuni, trajne plohe, hrast crnika (*Quercus ilex* L.), makija**
Key words	**Man and the Biosphere Programme, National Park Brijuni, permanent plots, Evergreen oak (*Quercus ilex* L.), macchia**
Sažetak	Cilj ovog istraživanja bio je usporediti strukturu šuma hrasta crnike na trajnim pokusnim plohama koje se nalaze u Nacionalnom parku Brijuni. Dvije trajne pokusne plohe (broj 56 i 57) su postavljene u sklopu UNESCO programa „Čovjek i biosfera“. Istraživanje se sastojalo od izmjere visina i prsnog promjera stabala hrasta crnike i drugih drvenastih vrsta na plohama, te se iz terenske izmjere izračunala struktura sastojina. Fitocenološko istraživanje vegetacije baziralo se na principima ciriško-monpelješke škole (Braun-Blanquet, 1964). Posljednje istraživanje ovog tipa datira iz 1988. godine. Podaci su uspoređeni i dobiveni rezultati prikazuju sukcesiju vegetacije na ovim trajnim pokusnim plohama u zadnjih 29 godina.
Summary	The aim of this research was to compare the forest structure of the permanent plots of evergreen oak forests in National Park Brijuni. These two plots (number 56 and 57) are included in the UNESCO programme "Man and Biosphere" (MAB). The research included measurement of height and diameter at breast height for evergreen oaks and for other woody species on the plot from which the forest structure was calculated. The phytocoenological survey of forest vegetation is based on the principles of the Zurch-Montpellier (Braun-Blanquet, 1964). The last research of this kind was carried out in 1988. Data was compared and the given results show vegetation succession on these permanent plots in the last 29 years.

	IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	**OB ŠF 05 07**
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

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

_____

vlastoručni potpis

Sanja Končar

U Zagrebu, *12.09.2017.*

SADRŽAJ

POPIS SLIKA

POPIS TABLICA

PREDGOVOR

1. UVOD....1
   1.1. POLOŽAJ NP BRIJUNI....2
   1.2. POVIJESNI RAZVITAK BRIJUNSKOG OTOČJA....5
   1.3. KLIMA....8
   1.4. GEOLOŠKA I PEDOLOŠKA OBILJEŽJA....10
   1.5. KRAJOBRAZNA RAZNOLIKOST....11
   1.6. KULTURNA BAŠTINA....13
   1.7. BIORAZNOLIKOST MORA....14
   1.8. FAUNA....15
   1.9. FLORA I VEGETACIJA....17
   1.10. ŠUMSKA VEGETACIJA....20
   1.11. STO TRAJNIH POKUSNIH PLOHA....24
2. CILJ ISTRAŽIVANJA....25
3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA....27
   3.1. TERENSKO ISTRAŽIVANJE....27
   3.2. OBRADA PODATAKA....27
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA....32
   4.1. OBILJEŽJA TRAJNE POKUSNE PLOHE 56....32
   4.2. STRUKTURNI ELEMENTI TRAJNE POKUSNE PLOHE 56....34
   4.3. ANALIZA VEGETACIJE NA TRAJNOJ POKUSNOJ PLOHI 56....43
   4.4. OBILJEŽJA TRAJNE POKUSNE PLOHE 57....45
   4.5. STRUKTURNI ELEMENTI TRAJNE POKUSNE PLOHE 57....47
   4.6. ANALIZA VEGETACIJE NA TRAJNOJ POKUSNOJ PLOHI 57....56
5. ZAKLJUČAK....59

LITERATURA

POPIS SLIKA

Slika 1. Geografski položaj NP Brijuni.....2

Slika 2. Nacionalni park Brijuni s ucrtanom granicom.....3

Slika 3. Vidikovac na Javorniku.....6

Slika 4. Klimadijagram prema H. Walteru za meteorološku postaju Pula.....8

Slika 5. Primjer soliternog stabla na Velikom (Velom) Brijunu.....12

Slika 6. Brijuni iz zraka.....12

Slika 7. Životinje u slobodnoj prirodi.....16

Slika 8. Oznaka trajne pokusne plohe.....33

Slika 9. Primjer plitkog zakorjenjivanja.....33

Slika 10. Nedostatak sloja grmlja i prizemnog rašća na TPP 56.....33

Slika 11. Izvaljena stabla na TPP 56.....33

Slika 12. Broj stabala po debljinskim stupnjevima na TPP 56 2017. godine.....38

Slika 13. Usporedba ukupnog broja stabala na TPP 56 1988. i 2017. godine.....39

Slika 14. Usporedba broja stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 56 1988. i 2017. godine....39

Slika 15. Sastojinska visinska krivulja za TPP 56 2017. godine.....40

Slika 16. Prikaz strukture drvne zalihe TPP 56 2017. godine.....41

Slika 17. Prikaz strukture drvne zalihe sastojine na TPP 56 1988. i 2017. godine.....42

Slika 18. Stabla hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 57.....46

Slika 19. Tetivka (*Smilax aspera* L.)obrašta stabla od krošnje do tla.....46

Slika 20. Veritkalna slojevitost čini plohu neprohodnom.....46

Slika 21. Zeleni tuneli, staze su tek toliko široke da se može prolaziti.....46

Slika 22. Broj stabala po debljinskim stupnjevima na TPP 57 2017. godine.....51

Slika 23. Usporedba ukupnog broja stabala na TPP 57 1988. i 2017. godine.....52

Slika 24. Usporedba broja stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 57 1988. i 2017. godine....52

Slika 25. Sastojinska visinska krivulja za TPP 57 2017. godine.....53

Slika 26. Prikaz strukture drvne zalihe TPP 57 2017. godine.....54

Slika 27. Prikaz strukture drvne zalihe sastojine na TPP 57 1988. i 2017. godine.....55

POPIS TABLICA

Tablica 1. Opći podaci Nacionalnog parka Brijuni.....3

Tablica 2. Parametri Schumacher-Hallove jednadžbe za hrast crniku (*Quercus ilex* L.).....28

Tablica 3. Struktura TPP 56 prema izmjeri 1988. godine.....30

Tablica 4. Struktura TPP 57 prema izmjeri 1988. godine.....31

Tablica 5. Struktura TPP 56 prema izmjeri 1988. godine.....36

Tablica 6. Struktura TPP 56 prema izmjeri 2017. godine.....37

Tablica 7. Fitocenološke snimke TPP 56.....43

Tablica 8. Struktura TPP 57 prema izmjeri 1988. godine.....49

Tablica 9. Struktura TPP 57 prema izmjeri 2017. godine.....50

Tablica 10. Fitocenološke snimke TPP 57.....56

Tablica 11. Struktura ponika i pomlatka po visinskim klasama i vrstama drveća za TPP 57..58

PREDGOVOR

Hvala kolegi Nikoli Vrhu na pomoći s terenskom izmjerom, kao i kolegici Martini Kičić koja mi je pomogla i obraditi podatke. Također hvala svima u JU NP Brijuni na susretljivosti i ljubaznosti.

Najviše hvala mojim roditeljima koji su mi omogućili školovanje i bili podrška.

1. UVOD

Područje Brijunskog arhipelaga, zahvaljujući geomorfološko-hidrološkim, klimatskim, prirodnim i antropogenim utjecajima, tvori jedno od malobrojnih očuvanih jadranskih prirodnih, kulturnih i krajobraznih vrijednosti. Otočje je formirano tijekom milijuna godina djelovanjem geoloških procesa, prirodni resursi očuvani su a krajobraz je formiran ljudskim radom kroz povijest.

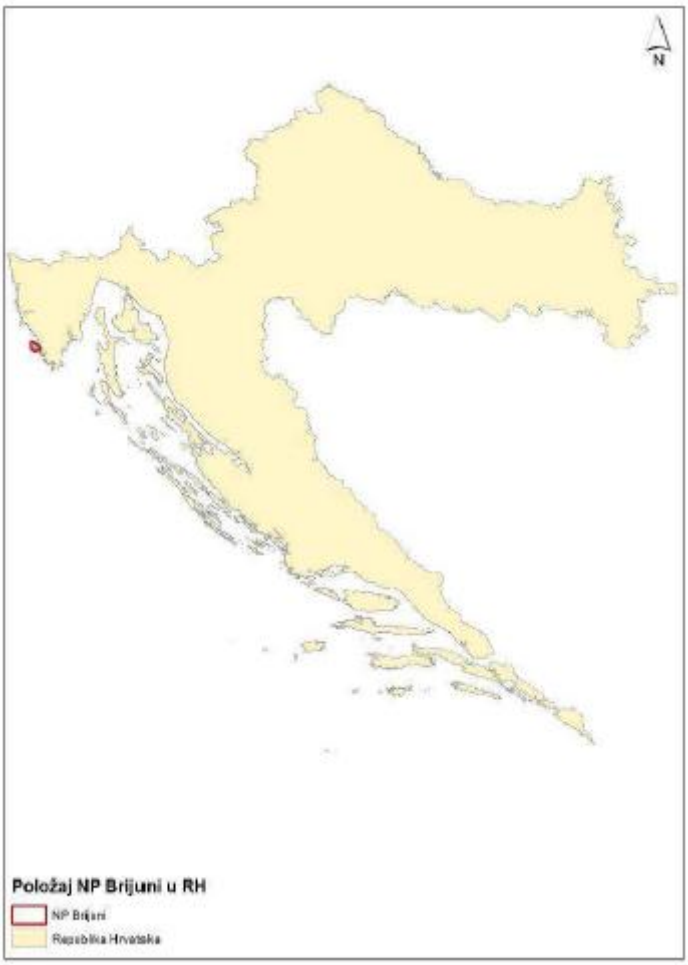
Upravo je sprega prirodnih i antropogenih činitelja ključno obilježje koje ga čini integralnom cjelinom identiteta ove zaštićene prirodne vrijednosti, prepoznate i na nacionalnoj razini te sukladno tome jednako i vrednovane. Nacionalnim parkom Brijuni su proglašeni 1983. godine Zakonom o Nacionalnom parku i Spomen području Brioni (NN 46/83 i kasnije dopune) te su zaštićeni i Zakonom o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara kao spomenik kulture - Kulturni krajolik otočja Brijuni od 29. travnja 2013.. Od trenutka implementacije ekološke mreže Europske unije NATURA 2000 putem Uredbe o ekološkoj mreži (NN 124/13, NN 105/15) cijeli Nacionalni park Brijuni vrednovan je kao važno područje za ptice i divlje vrste i stanišne tipove.

S time u vezi je i način upravljanja i očuvanja ovog nacionalnog parka, koji obuhvaća podjednaku brigu o prirodnim ekosustavima kopna i mora, kao i o krajobrazima kulturno-povijesnih kvaliteta nastalih pod ljudskim utjecajem, kako bi se omogućila njihova opstojnost, očuvanost i zaštita prema načelima kategorije zaštite „nacionalni park“. Treba istaknuti kako svaki nacionalni park predstavlja značajnu sastavnicu prirodnog i kulturnog bogatstva zemlje te ju se kao takvu može i treba promatrati i kao važan faktor turističke ponude pa u tom smislu ne treba zanemariti ni značajnu posjetiteljsku ulogu u Nacionalnom parku Brijuni.

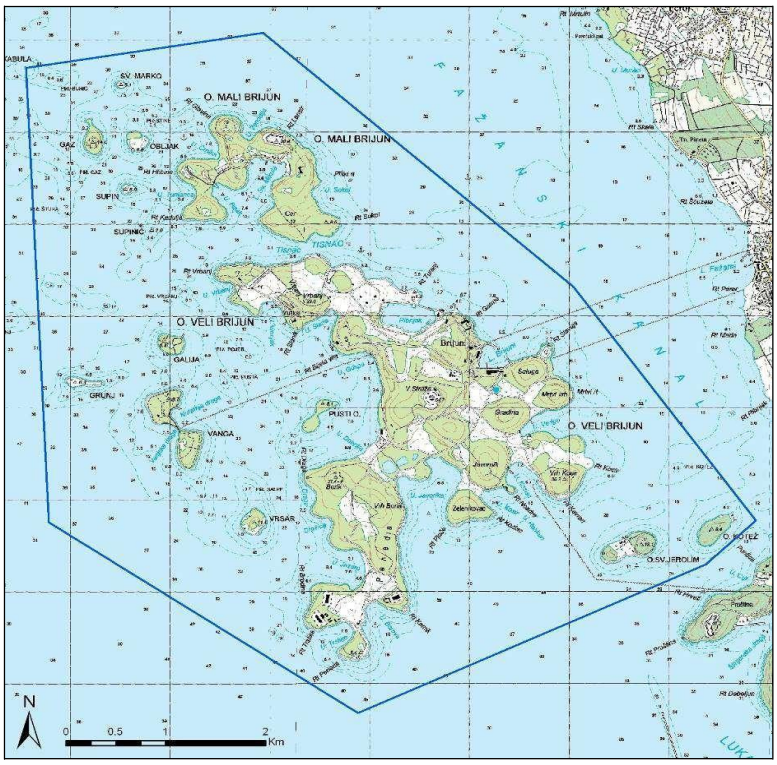
S obzirom da danas ovakvih jedinstvenih područja mora i kopna ima sve manje, Nacionalni park Brijuni možemo promatrati u kontekstu referentnog područja sjevernog Jadrana za praćenje promjena biljnog i životinjskog svijeta, te kopnenih i morskih ekosustava općenito.

1.1. POLOŽAJ NP BRIJUNI

Nacionalni park Brijuni smješten je uz zapadnu obalu Istre, u blizini grada Pule. Od kopna je odijeljen uskim Fažanskim kanalom i obuhvaća 14 otoka i otočića. Današnje granice utvrđene su 1999. godine Zakonom o izmjenama zakona o Nacionalnom parku i spomen području Brioni (NN 45/99). Ukupna površina otoka, okolnog mora i podmorja iznosi 33,95 km^2. Čine ga otoci: Veliki Brijun, Mali Brijun, Sv.Marko, Gaz, Obljak (Okrugljak), Supin, Supinić, Galija, Gruj, Krasnica (Vanga), Pusti otok (Madona), Vrsar, Sv.Jerolim i Kozada. Park je dobio ime prema dvama najvećim otocima skupine, Velikom (Velom) i Malom Brijunu. Ukupna površina svih otoka je oko 7,35 km^2, a najveći dio, oko 75 % pripada otoku Velikom (Velom) Brijunu (Prostorni plan Nacionalnog parka Brijuni).



Slika 1. Geografski položaj NP Brijuni (izvor: JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.))



Slika 2. Nacionalni park Brijuni s ucrtanom granicom (izvor: JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.))

Tablica 1. Opći podaci Nacionalnog parka Brijuni (izvor: Prostorni plan NP Brijuni)

Županija	Istarska
Općina	Pula
Ukupna površina	3.395,0 ha
Površina mora	2.651,7 ha
Površina kopna	743,30 ha
Dužina svih otočkih obala	46,82 km
Dužina morske granice NP	22,93 km
Najveća dubina mora	50 m

Prema programu gospodarenja za GS Brijuni (NP Brijuni) 2003.-2012. površine prema namjeni obuhvaćaju:

- šumske 394,76 ha (54 %)
- travnjaci 123,80 ha (17 %)
- parkovi 118,35 ha (16 %)
- voćnjaci 22,16 ha (3 %)
- ostalo (morska obala, kamenolomi, izgrađeno, vode) 75,56 ha (10 %).

Kao što je vidljivo, preko polovine kopnenog dijela Nacionalnog parka pokrivaju šume, dok parkovi i travnjaci zauzimaju podjednaku površinu i zajedno čine trećinu ukupne površine.

Sve nekretnine unutar NP Brijuni upisane su u vlasništvu Republike Hrvatske. Parkom upravlja Javna ustanova Nacionalni park Brijuni, osim određenim objektima poput „Vile Jadranke“, „Vile Brijunke“, „Bijele Vile“ i objektom Kaštel te objektima na Vangi i Galiji kojima upravlja Državni ured za upravljanje državnom imovinom, korisnik kojega je Ured predsjednika Republike Hrvatske i Vlada Republike Hrvatske.

1.2. POVIJESNI RAZVITAK BRIJUNSKOG OTOČJA

Razvoj otočja kroz povijest važan je kako bi se razumjelo sadašnje stanje, potreba za zaštitom i valorizacijom. Jednako tako, NP Brijune karakteriziraju brojni arheološki lokaliteti zbog kojih ga možemo shvatiti i kao muzej na otvorenom.

Prvi ostaci, odnosno prvi tragovi čovjeka potječu s neolitičko/eneolitičkog lokaliteta Gromače u uvali Saline na Velikom Brijunu. Najbolje očuvano brončanodobno gradinsko naselje nalazi se na brežuljku Gradina, a lokaliteti i nalazi tog doba registrirani su i na Straži, Antunovcu, Javorniku, Rankunu i Petrovcu na Velom te Sv. Nikoli na Malom Brijunu (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)). Razdoblje antike najbolje predstavljaju ostaci nekadašnjeg raskošnog ladanjskog ljetnikovca (*villae rusticae*) koji se protezao 1 km duž uvale Verige.

Nakon propasti Zapadnorimskog carstva otočje je nakratko pod vlašću Istočnih Gota (493.-539.), potom je, do godine 778. pod bizantskom vlašću (Prostorni plan NP Brijuni). Iz tog razdoblja najvažnije je nalazište Kastrum, utvrđeno naselje nešto veće od 1 ha u uvali Dobrika, gdje se sklanjaju stanovnici koji nisu napustili otok pred prijetnjom učestalih barbarskih naleta (Urošević, 1985).

Kao i cijela Istra, Brijuni su od 788. pod franačkom vlašću, kasnije u posjedu Akvilejske patrijaršije; godine 1331. konačno potpadaju pod mletačku vlast koja će trajati sve do kraja 18.st.. To razdoblje obilježeno je epidemijama kuge i malarije koje su uzrokovale depopulaciju otoka i zapuštanje poljoprivrednih površina te glavne privredne djelatnosti postaju vađenje kamena i intenzivnija proizvodnja soli. O intenzivnoj eksploataciji kamena svjedoče brojni stari kamenolomi na Velikom i Malom Brijunu i skoro svi ostali brijunski otoci, od koji su neki u tijeku vremena (Vrsar, Jerolim, Okrugljak) „skinuti“ i do dvije trećine svoje površine (Prostorni plan NP Brijuni).

Poslije propasti Mletačke Republike 1797., otočje je najprije pod austrijskom, pa francuskom vlasti (kao dio Napoleonovih ilirskih provincija), koja počinje pripreme za njihovo oživljavanje i uređenje. Na Bečkom kongresu, nakon Napoleonova poraza, i Brijuni s ostalom Istrom vraćeni su Austriji, u čijem sastavu će ostati cijelo naredno stoljeće. Kada je 1850. pulski zaljev odabran kao najpogodniji za buduću glavnu austrougarsku ratnu luku, Brijunsko otočje, koje je do tada činilo prirodnu zaštitu, moralo je preuzeti i vojnu. Podignute su dvije

utvrde na Malom i pet utvrda na Velom Brijunu. Najsnažnija utvrda sagrađena je na brdu Vela Straža – trokatna kamena tvrđava promjera devedeset metara, naoružana sa dvadeset i osam topova, po čemu je išla u red najmoćnijih utvrda na Sredozemlju. Dobila je počasni naziv „Tegetthoff“, po austrijskom admiralu Wilhelmu von Tegetthoffu (Urošević, 1985).

Prijelomni razvojni trenutak za Brijune dogodio se 1893. godine, kada otočje kupuje austrijski industrijalac Paul Kuplewieser. 1894. godine na Brijune se preselio šumar Alojz Čufar i započeo uređivanje velikog rasadnika, zasijavši sjeme raznolikog bilja i drveća (Urošević, 1985). 1900./1901. Paul Kuplewieser dovodi na Brijune poznatog bakteriologa Roberta Kocha koji uspijeva suzbiti malariju na otocima. Uz pomoć golemih ulaganja u kratkom roku otoci postaju klimatsko lječilište i turističko odredište. Izgrađeni su brojni hoteli i vile. Gradi se i zimski bazen s grijanom morskom vodom, kuća za brodice s ordinacijom otočnog liječnika, gospodarski kompleksi, vinski podrumi. Zapušteni kamenolomi uređuju se u šetnice, a otpadnim materijalom izgrađuju ceste, staze i putevi. Grade se i tri vidikovca, jedinstvena djela inženjerske arhitekture od kojih se danas mogu vidjeti dva, na Javorniku i Salugi (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).



Slika 3. Vidikovac na Javorniku

Prvi svjetski rat naglo je zaustavio turistički razvitak otočja. Nakon pada Austro-Ugarske Monarhije Brijuni dolaze pod talijansku vlast. Od 1920. do 1940. turizam se revitalizira i orijentira ka mondenom ekskluzivnom ljetovalištu. 1922. godine gradi se golf igralište, povećava se broj teniskih terena, 1925. godine uvodi se polo.

Ekonomska kriza 1929. godine zahvaća i otoke koji nakon brojnih pokušaja sanacije bankrotiraju i 1936. prelaze u državno vlasništvo. (Prostorni plan NP Brijuni). Većih ulaganja u Brijune potom nije bilo, tek je gradnja novog hotela Karmen, započeta 1939. i dovršena 1942., označila posljednji veći graditeljski zahvat do Drugog svjetskog rata (Oikon d.o.o., Arhikon d.o.o., 2015).

Za vrijeme Drugog svjetskog rata na Brijunima je boravila vojska, 1943. Nijemci preuzimaju vlast te pljačkaju brijunsku imovinu. Pred sam kraj rata, 1945., saveznici bombardiraju Brijune pri čemu je teško oštećen hotel Neptun III, objekti na zapadnoj obali i sama lučka obala (Prostorni plan NP Brijuni).

Nakon rata oslobođeni otoci priključeni su Jugoslavniji i postaju rezidencija Josipa Broza Tita. 1948. godine Zemaljski zavod za zaštitu prirodnih rijetkosti NR Hrvatske pod brojem 196/48. arhipelag stavlja pod zaštitu Odlukom o proglašenju Brionskih otoka zaštićenom prirodnom rijetkošću. Osnovana je stručna komisija koja je trebala utvrditi stanje prirodne i kulturne baštine nakon rata a činila su je trojica stučnjaka: Pevalek, Anić i Matić koji iste godine izrađuju „Opći prikaz Brionskog otočja“ (Urošević, 1985).

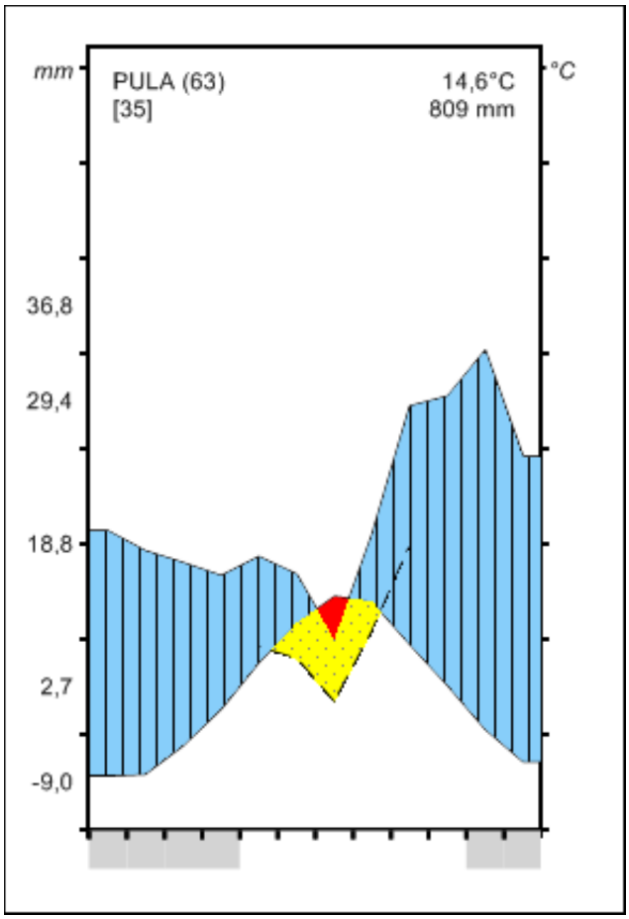
Potom se pristupa obnovi i adaptaciji, uz gradju Bijele vile u uvali Dobrika kao predjsedničke rezidencije 1953. godine grade se još i: ljetna rezidencija J. B. Tita na otoku Vangi 1955. godine, 1957. godine vila Brijunka, te tokom 50-tih i vile Dubravka i Primorka (Prostorni plan NP Brijuni).

Svo to vrijeme Brijuni zadržavaju status ekskluzivnog prostora namjenjenog isključivo korištenju političke elite. Proglašenjem Brijuna Nacionalnim parkom 1983. godine gubi se dio tog ekskluzivnog karaktera i u travnju 1984. godine na otočje stižu prvi izletnici, premda se dio otoka i danas koristi za rezidencijalne potrebe Predsjednika i Vlade Republike Hrvatske (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

1.3. KLIMA

Na otocima ne postoji zasebna meteorološka i klimatološka stanica već se o klimatskim obilježjima zaključuje prema podacima dobivenim iz meteorološke stanice Pula. Iz Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ) dobiveni su podaci za razdoblje od 1981. godine do 2015. godine.

Zabilježena srednja godišnja temperatura zraka iznosi 14,6˚C, najhladniji mjesec je siječanj sa srednjom temperaturom od 5,8˚C a najtopliji srpanj s temperaturom od 24,6˚C. Prema godišnjim dobima srednje temperature zraka raspoređene su ovako: proljeće–13,2˚C, ljeto–23,5˚C, jesen–15,2˚C, zima–6,4˚C. Odnosno tokom vegetacijskog razdoblja (od travnja do rujna) srednja temperatura zraka iznosila je 20,1˚C. Apsolutni minimum temperature zraka iznosio je -9˚C, srednji minimum temperature zraka najhladnijeg mjeseca 2,7˚C, apsolutni maksimum zabilježen je na visokih 36,8˚C, a srednji maksimum temperature zraka najtoplijeg mjeseca bio je 29,4˚C.



Slika 4. Klimadijagram prema H. Walteru za meteorološku postaju Pula

Prosječna godišnja količina oborina iznosi 809 mm, s maksimalnim vrijednostima u studenom, 104,8 mm, te minimalnim vrijedostima u srpnju, svega 40,1 mm. Prema godišnjim dobima ukupna količina oborina raspoređena je: proljeće–167,5 mm, ljeto–156,2 mm, jesen–285,3 mm i zima 200,4 mm. Tokom vegetacijskog razdoblja palo je ukupno 356,6 mm oborina.

Snijeg i tuča su rijetka pojava Za ljeto su karakteristični maritimni vjetrovi, a zimi prevladavaju vjetrovi s kopna (bura) (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)). Na klimadijagramu je vidljivo razdoblje suhoće koje je trajalo u periodu od lipnja do kolovoza, dok je sušno razdoblje, potrajalo kroz mjesec srpanj.

Langov kišni faktor iznosi 55,6 i karakterizira klimu kao semiaridnu. Prema svemu navedenom tip klime prema Köppenu je Cfwax, odnosno umjereno topla kišna klima. Mnogo sunca i topline, te dovoljna količina oborina omogućili su razvoj bujne vegetacije na otocima.

1.4. GEOLOŠKA I PEDOLOŠKA OBILJEŽJA

Geološki gledano, Brijuni su nastavak Crvene Istre. Crvenom Istrom smatra se južni i zapadni dio Istre zajedno s otocima, odnosno vapnenačka zaravan prekrivena naslagama crvenice. Prije 10 000 – 20 000 godina otočne skupine su bile sastavni dio kopna, te su se tek dizanjem morske razine nakon posljednjeg ledenog doba odvojile.

Otoci pripadaju razdoblju donje krede s naslagama tvrdog vapnenca kristalične strukture, zvanog i mramorni vapnenac. U litološkom smislu karakteriziraju ih pretežito tanko slojeviti vapnenci svijetlosive do bijele boje, a znatno rjeđe tamnosive ili sivosmeđe boje, s uloščima zrnastog kasnodijagenetskog dolomita. Ponegdje se unutar njih pojavljuju i debeloslojeviti vapnenci (Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015). Obiluju glinom i kremičnom kiselinom, tvrd je i daje odličan građevinski materijal. Unutar opisanih naslaga lokalno se mogu javiti pojave (leće) kvarcnog pijeska ili pješčenjaka. Kredne naslage su mjestimice prekrivene tecijarnim slojevima eocenskih lapora, vapnenačnih kreda i glinastim naslagama koje zbog velike količine željeznih primjesa imaju karakterističnu crvenu boju (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

Kvartarne naslage istraživanog područja predstavljene su zemljom crvenicom (terrarossa) koja gotovo potpuno prekriva stijene podloge. Terrarossa je poligenetska tvorevina u čijoj se podlozi nalaze okršene karbonatne stijene. Crvena do crvenosmeđa boja posljedica je prisutnosti minerala željeza-hematita i getita. Na području Velikog Brijuna naslage crvenice imaju debljinu od jednog do čak sedam metara i vrlo su plodno tlo za rast i razvoj vegetacije. No na brežuljcima je tlo plitko i pod velikim utjecajem erozije uslijed prekomjerne ispaše divljači (Oikon d.o.o., Arhikon d.o.o., 2015, Škorić i sur. 1958).

Reljef je blago valovit, nadmorske visine kreću se od 0 do 55 metara s blagim nagibima.

1.5. KRAJOBRAZNA RAZNOLIKOST

Ova komponenta brijunskog otočja odnosi se gotovo u potpunosti na Veliki Brijun, njegove parkove oko rezidencijalnih vila, pejzažne parkove i travnjake, koje je teško razlučiti jedne od drugih, s obzirom da ih posjetitelj doživljava kao cjelinu.

Njihovo nastajanje vezano je uz imena Paula Kupelweisera, vlasnika Brijuna od 1893. godine i šumara Alojza Čufara. Ideja novoga vlasnika otočja bila je pretvoriti malarijom opustošene otoke kojima su dominirali napušteni kamenolomi u modernu, mondenu europsku destinaciju. Citat koji prenosi vodič Brioni, kulturno-povijesni vodič (Urošević, 1985), iz autobiografskog djela P.Kupelweisera „ Sjećanje jednog starog Austrijanca“ (1917.) svjedoči o toj namjeri: „ Stekao sam utisak da je moguće, ulažući nešto razuma i strpljenja, a i naravno i veće svote novca, učiniti ovaj predio zdravim, plodnim i, zahvaljujući njegovoj vegetaciji- lijepim.“

Površine su uređene u engleskom stilu pejzažnog oblikovanja (Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015), poštujući temeljna načela stila: uspostavljanja harmoničnog odnosa s prirodom, ispreplitanja komponenti vegetacije, vodenih površina i vizura s akcentima, koristeći pritom prirodnu valovitost terena i naglašavajući kontraste u prirodi.

U tom smislu prirodno valovit i razveden oblik otoka zajedno s reljefom blagih nagiba i otvorenih prostora omogućili su pozicioniranje svih temelja kompozicije parka. Kao prvi osnovni element pejzažnog oblikovanja nameću se livade, odnosno travnate površine, koje svojom ujednačenošću i otvorenošću stvaraju dojam otvorenog prostora. Nasuprot tome stavlja se element šume koja onda zajednički oblikuju kontraste svjetla i sjene, otvorenog i zatvorenog prostora, horizontalnih i vertikalnih elemenata kao i kontrast masa. Vodeni element ovdje je dominantno more, koje zadire u kopno uvalama i koje se nastavlja na zelene šume i livade, stvarajući tako dojam prirodnog nadovezivanja i kontinuiteta, što je osobita vrijednost s obzirom da je riječ o otoku, gdje je more najčešće granica, odjeljivač i prekid, a ne element nadovezivanja i cjeline. Da je tome uistinu tako svjedoče fotografije Brijuna iz zraka, gdje se jasno vide plavo-zeleni jedinstveni krajobrazni prizori. Krajoliku također značajno doprinosi i golf teren, jedan od najstarijih u Europi, koji je u funkciji i danas.

Akcenti u prostoru su raznoliki, najčešće je riječ o arheološkim i građevinskim detaljima, soliternim stablima ili grupama stabala, prema kojima se otvaraju vizure s različitih točaka

gledišta. Neka od tih stabala danas su reprezentativni soliteri koji svojom prisutnošću s krošnjama do 20 metara dominiraju prostorom. Te iste krošnje vrlo su karakteristične, odnosno cjelokupan habitus stabla je kišobranast, kao da je vrtlarski oblikovan. Međutim, to je posljedica brsta divljači koja se na Brijunima prenamnožila i bitno promijenila izgled krajolika iz Kupelweiserova vremena. Nekontrolirani broj divljači ozbiljno ugrožava floru i bioraznolikost nacionalnog parka.



Slika 5. Primjer soliternog stabla na Velikom (Velom) Brijunu



Slika 6. Brijuni iz zraka (izvor: (Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015)

1.6. KULTURNA BAŠTINA

Kulturno-povijesna vrijednost NP Brijuna očituje se u arheološkoj i graditeljskoj baštini iz različitih vremenskih razdoblja koja se može naći na otocima. Od neolitika i prvih tragova ljudskog života na otočju koji se mogu naći u uvali Saline na Velikom Brijunu (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)) do povijesnih građevina nastalih nakon Drugog svjetskog rata. Područje današnjeg nacionalnog parka od najranijih je vremena bilo naseljeno i gotovo svako razdoblje povijesti ostavilo je traga na otocima, koji su vidljivi još danas. Brojčano stanje sačuvanih objekata popisano je u Prostornom planu NP Brijuni i glasi:

- paleontološki lokaliteti – 6
- pretpovijesni lokaliteti – 8
- antički i bizantski lokaliteti – 21
- od ranijeg srednjeg vijeka do 18.st. lokaliteta/ objekata – 14
- objekti / lokaliteti od 19.st. do 1945. – 51
- objekti od 1945. – 7,

uz dodatnih 18 lokaliteta kojima još sa sigurnošću nije utvrđeno razdoblje nastanka. Na svakom pojedinom lokalitetu moglo bi se napraviti zasebno istraživanje, no u nastavku će biti spomenuti samo neki od predstavnika pojedinih razdoblja. Za antičko i bizantsko doba to su svakako lokaliteti u uvali Verige, gdje se nalaze ostaci stambeno-gospodarskih pogona iz razdoblja antike, te u uvali Dobrika, gdje se nalazi Kastrum, utvrđeno naselje iz bizantskog doba. Nakon vlasti Franaka i Mletačke Republike Brijuni ulaze u sastav austrijske carevine, razdoblje u kojem se na Brijunima grade utvrde obrambenog i vojnog značenja, kao što je for Brijuni (kasnije nazvan Tegetthoff) i for Peneda. Za vrijeme Paula Kupelwiesera izgrađene su brojne vile i hoteli te ostale građevine turističke namjene, te 1949. godine postaju rezidencija Josipa Broza Tita kada se i grade rezidencijalni objekti poput Bijele vile, vile Brionke i kuće za odmor na otoku Vangi (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

1.7. BIORAZNOLIKOST MORA

Gotovo 80% površine teritorija nacionalnog parka odnosi se na more. Fažanski kanal i Brijunsko otočje poznati su kao bogato ribolovno područje, a razvedenost obala, raznolike podloge i specifični hidrodinamički uvjeti omogućili su razvoj raznolikih životnih zajednica – litoralnih biocenoza.

Morski biljni i životinjski svijet još uvijek nije dovoljno istražen te podaci koji se mogu naći u novom Planu upravljanja navode 53 vrste algi, od kojih 23 vrste crvenih, 14 vrsta smeđih i 14 vrsta zelenih, uz pretpostavku da se od budućih istraživanja očekuje znatno veći broj vrsta. Od morskih cvjetnica, koje su općenito ugrožene zbog onečišćenja mora zabilježene su posidonija (*Posidonia oceanica*), čvorasta morska resa (*Cymodocea nodosa*), morska svilina (*Zostera marina*) i patuljasta svilina (*Zostera noltii*). Međutim, navodi se i podatak kako je redovnim pregledom mora 2011. godine primjećena i invazivna zelena alga grozdasta kaulerpa (*Caulerpa racemosa*).

Fauna podmorja Brijuna stanište je mnogih strogo zaštićenih vrsta kao što su plemenita periska (*Pinna nobilis*), spužva mekana rognjača (*Axinella cannabina*) i morska naranča (*Tethya aurantium*). Zabilježene su 64 vrste priobalnih riba, akvatorij Brijuna značajan je i kao mrijestilište riba, te predstavlja oazu za tipične morske organizme sjevernog Jadrana (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

Prema opažanjima stručne i nadzorne službe nacionalnog parka zabilježena je i učestala pojava dviju strogo zaštićenih vrsta: dobrog dupina (*Tursiops truncatus*) i glavate želve (*Caretta caretta*) premda o ovim vrstama za područje Brijuna nema objavljenih znanstvenih radova.

Podmorje i obalni pojas su značajni dijelovi nacionalnog parka koji pripada sjevernojadranskom akvatoriju, gdje su ujedno sadržani i brojni izvorni elementi morskih ekosustava sjevernog Jadrana koji se u budućnosti trebaju detaljnije istražiti, uz naglasak na njihovoj zaštiti i očuvanju.

1.8. FAUNA

Kopnena fauna Brijunskog otočja slabo je istražena i samo djelomično poznata. Najpoznatija skupina beskralješnjaka su leptiri (44 vrste danjih i 331 vrsta noćnih), gmazova ima šest vrsta, vodozemaca dvije vrste (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

Autohtoni ptičji svijet zastupljen je sa 151 zabilježenom vrstom. Osim kao važno sezonsko boravište sjevernih ptičjih populacija, zbog vrsta kao što su: crnogrli plijenor (*Gavia arctica*), crvenogrli plijenor (*Gavia stellata*), morski vranac (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), dugokljuna čigra (*Sterna sendvicensis*), crvenokljuna čigra (*Sterna hirundo*) i vodomar (*Alcedo atthis*) NP Brijuni su zaštićeni i prema Direktivi o pticama i proglašeni NATURA 2000 područjem (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

Unatoč blizini kopna i antropogenom utjecaju, zahvaljujući režimu zaštite u moru i podmorju Brijuna očuvane su ekološke značajke i bentonske biocenoze tipične za sjeverni Jadran (Prostorni plan Nacionalnog parka Brijuni).

Životinjski svijet, a posebice skupina sisavaca, kroz tisućljetnu prisutnost čovjeka na otocima bitno je izgubio autohtona obilježja. Još 1895. godine uneseni su fazani (Urošević, 1985) a u razdoblju između 1902. i 1908. godine jelen aksis (*Axis axis*), jelen lopatar (*Dama dama*), muflon (*Ovis aries musimon*) i zec (*Lepus europaeus* L.) (Prostorni plan Nacionalnog parka Brijuni).

Do 1949. godine na otoku su se organizirali lovovi i gospodarilo se kao s lovištem. Hrana se donosila i unosila u lovište. Od 1949. do proglašenja otočja Nacionalnim parkom 1983. godine na otoku se vršio uzgoj i odstrel, a lov je povremeno ogranizirao tadašnji predsjednik čije je to bilo rezidencijalno područje. Od proglašenja Nacionalnog parka vrši se samo sanitarni odstrel te lov žive divljači za naseljavanje u druga lovišta (Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2003).

Zbog nepostojeće stručne brige oko divljači, njezin broj se u narednim godinama rapidno povećava. Procjena brojnosti jelena iz 1953. godine navodi 2000 primjeraka (Prostorni plan Nacionalnog parka Brijuni) i već tada je ustanovljen prevelik negativan utjecaj divljači na livadnu i šumsku vegetaciju. Brojno stanje iz 1998. godine navodi: 909 lopatara, 98 aksisa, 148 muflona (Prostorni plan Nacionalnog parka Brijuni).

S obzirom na trenutno stanje autohtone flore nužno je uvrditi brojno stanje divljači, propisati mjeru smanjivanja ukupnog broja visoke divljači i svesti njezin broj na održivost staništa.



Slika 7. Životinje u slobodnoj prirodi

1.9. FLORA I VEGETACIJA

Poput životinjskog i biljni svijet Brijunskog otočja nastajao je i razvijao se pod utjecajem čovjeka kroz povijest. Iz tog razloga najveće površine otoka, a posebice Velikog Brijuna, prekrivaju šume hrasta crnike, primorska vazdazelena makija, travnjačka vegetacija, močvarna vegetacija te vegetacija stjenovitih i šljunkovitih morskih obala.

Plan upravljanja za razdoblje 2017.-2026. godine navodi kako su na području Nacionalnog parka zabilježene 42 ugrožene svojte, od čega kritično ugrožene (CR) 4, ugroženih (EN) je 7, osjetljivih (VU) 11, gotovo ugroženih (NT) 9 i 11 svojti je nedovoljno poznato (DD). Kao osobitost brijunske flore navodi vrstu *Juniperus deltoides* R. P. Adams – novu vrstu roda *Juniperus* u Hrvatskoj i travu *Ampelodesmos mauritanica* (Poir.) T. Dunard & Schinz- rijetku vrstu koja se donedavno smatrala izmurlom na području sjevernog Jadrana.

Također spominje i zabilježenu pojavnost i širenje nekih invazivnih svojti kao što je pajasen (*Ailanthus altissima* (Mill) Swingle) na Malom Brijunu, kao i poznatu alohtonu sađenu dendrofloru otočja, većina od kojih je sađena od početka 20. stoljeća oko vila i hotela. Najzastupljenije su četinjače, često sađene u drvorede, no svojte poput pinije (*Pinus pinea* L.), alepskog (*Pinus halepensis* Mill.) i brucijskog bora (*Pinus brutia* Ten.), čempresa (*Cupressus* sp.) i cedrova (*Cedrus* sp.) su se proširile i mjestimično potisnule autohtonu vegetaciju.

Travnjačke površine na otočju nastale su krčenjem šuma, a današnji izgled uvjetovan je prekomjernom ispašom divljači, ali i održavanjem golf igrališta, parkova i vila. Tako su danas najzastupljenije zajednice na Velikom Brijunu korovna i ruderalna vegetacija, prvenstveno utrina ljulja utrinca i busenastog trpuca (As. *Lolio-Plantaginetum commutatae* Horvatić (1934) 1963), slabo halofilna zajednica koja se duž hrvatskog primorja razvija na gaženim površinama sa skeletnim tlom (npr. uz rubove cesta i puteva). Pretpostavlja se da je na Velikom Brijunu razvijena na izuzetno velikoj površini zbog prekomjernog broja preživača (visoke divljači), koji u prehrani trebaju sol, stoga se izlučivanjem njihove mokraće travnjaci postupno zaslanjuju. Pored navedene, na slabo gaženim mjestima s razmjerno malom količinom hranjivih tvari, razvija se mjestimično zajednica primorskog divljeg ječma (As. *Hordeetum leporini* Br.-Bl.1936) (JU NP Brijuni - Plan upravljanja (2017.- 2026.)).

S druge strane, kao posljednji stadij degradacije vazdazelenih šuma crnike mjestimično pridolaze elementi kamenjarskih pašnjaka i suhih travnjaka eumedtirerana i stenomediterana reda *Cymbopogo-Brachypodietalia*. Na razmjerno dubokom, ponešto vlažnijem tlu zasjenjenih položaja, često u parkovima ili nasadima alepskog bora, razvija se donekle nitrofilni, zasjenjeni travnjak prosuljastog ščevara (As. *Oryzopsetum miliaceae* H-ić. (1934) 1963), dok su ponegdje razvijeni travnjaci vlasastog pira i mačice (As. *Haynaldio-Phleetum* H-ić. 1975, nom. subnud.) (Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015).

U prošlosti je na velikim površinama Velikog Brijuna bila rasprostranjena močvarna vegetacija na vlažnim staništima, međutim ona je gotovo u potpunosti nestala krajem 19. stoljeća, kada su močvarne površine isušene zbog suzbijanja malarije.

Močvarna je vegetacija danas razvijena samo uz stalne stajaćice. Na području Solina, iz obale stajaćica razvijeni su elementi tršćaka obične trske (As. *Phragmitetum australis* (*"vulgaris"*) Soó 1927 (=*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926)), dok su u Bari, stajaćici između Gradine i Saluge, razvijeni elementi zajednice krute roščike i kovrčavog mrijesnjaka (As. *Ceratophyllo-Potamogetonetum crispi* H-ić i Micevski 1960).

Kao i drugdje u Mediteranu, povremene i stalne vodene površine Velog Brijuna predstavljaju bitna staništa za vodenu floru i faunu, ali i bitan izvor slatke vode te tako znatno doprinose bioraznolikosti područja. Na području Bare, makrofitska vrsta *Ceratophyllum demersum* L. stvara guste sastojine, a zbog velike površine listova predstavlja pogodno stanište za makrofaunu-npr. ličinke vretenaca (Odonata) i trzalaca (Chironomida) te juvenilne jedinke puževa (Gastropoda). Pored toga, u Bari je zabilježena brojna populacija zelene žabe (*Pelophylax ridibundus*) i više jedinki barske kornjače (*Emys orbicularis hellenica*), no nađena je i invazivna crvenouha kornjača (*Trachemys scripta*). Barska kornjača zabilježena je i na području Salina, dok zelena žaba naseljava također povremene bazene i lokve (npr. lokvicu između Bare i Rasadnika, kameni bazen – Kastrum, te bazen na području Rasadnika). Soline također predstavljaju važno sezonsko boravište sjevernih ptičjih populacija te su Prostornim planom uvrštene u zonu posebnog (ornitološkog) rezervata (PP NP Brijuni). Nadalje, oba su lokaliteta (a naročito Soline) vrlo značajna za otočnu faunu šišmiša s obzirom da tijekom sušnog razdoblja godine predstavljaju lako dostupan i stalan izvor vode za piće (Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015).

Vegetacija morskih obala razvijena je s obzirom na tip obale: stjenovite ili šljunkovite i udaljenost od mora, a zabilježene su sljedeće zajednice.

Stjenovitu morsku obalu Velog Brijuna čine priobalni stjenoviti grebeni u čijim se pukotinama, u zoni zračne posolice i prskanja morskih valova, razvija halofitska zajednica grebenjača rešetkaste mrižice i grebenskog trpuca (As. *Plantagini-Limonietum cancellati*, H-ić. (1934) 1939) sveze *Crithmo-Limonion*. To je endemična zajednica u sjevernom do srednjem dijelu istočno-jadranskog primorja. Građena je od malog broja, dijelom endemičnih vrsta te da su stijene mediteranskih obala obrasle endemičnim vrstama *Limonium* spp. ciljno stanište područja ekološke mreže HR2000604 Nacionalni park Brijuni (Natura 2000 kôd 1240). Šljunkovitu morsku obalu čine većinom pokretni šljunkoviti žalovi izgrađenih od valutica, mjestimično s nanosima organskog materijala bogatog dušikom, koje obrašta halofitska zajednica polegle mlječike i morske makovice (As. *Euphorbio-Glaucietum flavi*, H-ić. 1934), sveze *Euphorbion peplis*. Pored navedene, na supralitoralnim šljuncima i kamenju. razvija se biocenoza sporosušećih nakupina ostataka morske vegetacije. Ovisno o lokalnim karakteristikama supstrata te utjecaju plime i oseke, mjestimično je moguća pojava elemenata zajednice jesenske mrižice i modrikastog pelina (As. *Limonio-Artemisietum coerulescentis*, H-ić. 1934) te europsko-mediteranskih sitina visokih sitova (As. *Juncetum maritimo-acuti*, H-ić. 1934). Šljunkovite obale su izrazito ugrožena staništa na nacionalnoj razini, prvenstveno radi turizma, gradnje i nekontroliranog odlaganja otpada. Također, uvale pod manjim antropogenim pritiskom mogu predstavljati pogodno stanište za gniježđenje, selidbu i/ili zimovanje pojedinih vrsta ptica - ciljnih vrsta područja ekološke mreže HR1000032 Akvatorij zapadne Istre ((Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015).

1.10. ŠUMSKA VEGETACIJA

Od kopnenih staništa najzastupljenija i najvrijednija su upravo ona šumska. Istražujući biljnogeografsku raščlanjenost Istre, Šugar (1984) Brijunsko otočje definira u Eumediteranskoj zoni koju čine šume hrasta crnike *(Quercus ilex* L.). Na osnovu fitogeografskog raščlanjenja klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske Trinajstić (1998) Brijunsko otočje svrstava u Mediteransku regiju, Mediteransko-litoralni vegetacijski pojas i Eumediteransku vegetacijsku zonu šuma hrasta crnike (česmine) sveze *Quercion ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936.

Osnovicu svake šumske vegetacijske zone izgrađuje obično samo jedna klimazonalna zajednica. Klimazonalnu vegetaciju Brijuna čine šume hrasta crnike. Crnika je glavni edifikator eumediteranske zone, ukupna površina crnikovih šuma u Hrvatskoj procjenjuje se na 35 000 ha (Meštrović i Laginja, 1990) od čega geografski najveće površine zauzimaju mješovite šume crnike i crnog jasena (Trinajstić, 1986). Matić i sur. (1997) dalje navode kako je cilj progresivne sukcesije šumskih zajednica mediteranskog područja upravo uspostavljanje stabilnih klimatogenih zajednica, što je i cilj ovog istraživanja, te se detaljniji pregled šuma NP Brijuni nalazi u nastavku teksta.

S obzirom na specifičnost korištenja i upravljanja Brijunskim otočjem kroz noviju povijest (zatvoreno za javnost) kao rezidencijalno područje, floristička i vegetacijska istraživanja su vrlo oskudna. Anić (1945) ističe da šume crnike prekrivaju veće površine Brijuna. On napominje da ,osim djelomično sačuvanih lijepih sastojina poput onih na Rabu i Lošinju,prevladavaju oblici bujne i potpuno razvijene makije. Anić (1958) ipak ističe da fitocenoze šuma hrasta crnike nisu nigdje sačuvane u Istri osim na jednom dijelu Brijuna. Tek informativno, o razvijenosti i biljnom sastavu šuma hrasta crnike na Velikom Brijunu piše Šugar (2009). Isti autor u svom prikazu vegetacije Istre u Istarskoj enciklopediji ističe lijepe šume hrasta crnike i crnog jasena na Velikom i Malom Brijunu, ali ističe prekomjerni utjecaj divljači tijekom nekoliko desetljeća što je dovelo do njihovog flornog osiromašenja te znatne devastacije i degradacije (Šugar, 2005).

Na području Velog Brijuna na relativno maloj površini izmjenjuju se elementi više šumskih stanišnih tipova sveze *Quercion ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936-uz mješovitu šumu i makiju crnike sa crnim jasenom (*Fraxino orni-Quecetum ilicis* Horvatić (1956) 1958) javljaju se i elementi

čistih vazdazelenih šuma i makije crnike s mirtom (*Myrto-Quercetum ilicis* (Horvatić 1963) Trinajstić 1985), te na manjim površinama elementi šuma i makije tršlje i vazdazelene krkavine (*Pistacio-Rhamnetum alaterni* Šugar (1985) 1994) koja se inače pojavljuje samo u zapadnoj Istri te na brijunskom i rovinjskom otočju. Nastala je degradacijom šuma hrasta crnike i crnog jasena, u njoj crnika i neke njezine vrste izostaju, a crni je jasen rijedak. Najznačajnije su vrste edifikatori *Pistacia lentiscus* i *Rhamnus alaternus*, od ostalih vrsta najrasprostranjenije su *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo*, *Myrtus communis*, *Smilax aspera*, *Lonicera implexa*, *Rubia peregrine*, *Erica arborea* te u prizemnom rašću vrste iz submediteranskih travnjaka (Vukelić, 2012).

Daljnjom degradacijom makije nastaju garizi – površine rjeđe ili gušće obrasle najrezistentnijim elementima makije (poput vrsta *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Rubus ulmifolius*, *Phillyrea latifolia*, *Rosa* sp. itd.), ali i površine obrasle gotovo čistim sastojinama bušinaca (*Cistus* spp.), tzv. bušicima. Bušici se floristički bitno razlikuju od makija i šumskih sastojina, a kako su mnoge vrste koje rastu u sklopu bušika aromatične i medonosne, doprinose raznolikosti faune kukaca. Ova staništa raspoređena su fragmentarno na području Velog Brijuna. Na Velikom Brijunu, kao i na cjelokupnom otočju šume i makije su kroz noviju povijest znatno izmjenjene floristički, a dijelom i degradirane i devastirane. Dva su čimbenika koji se mijenjali vegetacijsku sliku autohtone vegetacije Brijuna kroz povijest. Antropogeni čimbenik je utjecao na nestanak dijelova šuma sječom i gradnjom infrastrukture (objekata, staza i dr.), općenito sječom i sadnjom alohtonih (unesenih) vrsta prvenstveno zbog estetskih razloga, krajobraznog i hortikulturnog uređenja. Sađeni su borovi i to *Pinus halepensis* Mill., *Pinus pinea* L., *Pinus brutia* Ten., čempresi (*Cupressus* sp.), cedrovi *(Cedrus* sp.), te alohtone listače: eukaliptusi (*Eucaliptus* sp.), citrusi (*Citrus* sp.), lipe (*Tilia* sp.), platane (*Platanus* sp.) i dr. Drugi čimbenik je već spomenuti utjecaj prekobrojnog broja divljači na otoku (Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015).

Iz prethodno iznesenih razloga upravo će zajednica hrasta crnike s crnim jasenom (*Fraxino orni-Quercetum ilicis* Horvatić (1956) 1958) biti predmetom ovog rada. Prostire se na području od južne i jugozapadne Istre, preko Lošinja, južnih dijelova Cresa, Raba, Paga, Murtera i kopnom od Zadra do Prevlake (Vukelić, 2012). Kako je crnika kao prirodni resurs u prošlosti korištena preko svojih potencijala, visoke crnikove šume zadržale su se tek mjestimično i to na manjim površinama, gdje su bile zaštićene kao objekti prirode, na otocima Brijuni, Rab, Krk, Brač, Lastovo, Mljet (Meštrović i Laginja 1990).

Sistematski, prema Vukeliću (2012) asocijacija je određena ovako:

Razred *Quercetea ilicis* Br.-Bl. 1947
Red *Quercetalia ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936
Sveza *Quercion ilicis* Br.-Bl. (1931) 1936
Asocijacija *Fraxino orni-Quecetum ilicis* Horvatić (1956) 1958.

Hrast crnika ili česvina je vazdazelena, anemofilna, jednodomna, heliofilna i kserotermofilna vrsta koja raste kao stablo ili grm sa širokom i okruglastom krošnjom. Ima jaku izbojnu snagu iz panja i korjenja, dosegne visinu oko 20 m i doživi i do 1000 godina (Franjić, Škvorc, 2010). Idžojtić (2013) navodi kako biljke iz sjemena počinju cvjetati u starosti od 8 do 10 godina, a biljke iz panja već s 2 do 3 godine. Vazdazeleni listovi ostaju na izbojku 2 (3-4) godine, dugački su 3-8 cm, široki 2-4 cm, a peteljka je dugačka 5-10 (-15) mm (Idžojtić 2009). Crnikovo drvo je čvrsto, elastično i trajno, te je veoma cijenjeno u brodogradnji, a ima i veliku kaloričnu vrijednost.

Osim hrasta crnike u ovoj zajednici rastu i druge vazdazelene vrste reda *Quercetalia ilicis* kao što su: *Viburnum tinus, Erica arborea, Arbutus unedo, Phillyrea media* i *P. latifolia, Rubia peregrina, Lonicera implexa, Laurus nobilis*, ali i listopadne vrste od koih su najznačajnije *Fraxinus ornus, Coronilla emerus* ssp. *emeroides, Paliurus spina-christi, Rosa sempervirens, Lonicera etrusca, Acer monspessulanum, Carpinus orientalis, Cotinus coggygria* i dr. (Vukelić 2012).

Struktura i opis šuma NP Brijuni obrađena je u Programu gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003) za razdoblje od 2003. do 2012., a precizna razdioba površina uređajnih razreda u Studiji krajobraznog i prostornog identiteta otoka Veli Brijun (2015), te navode sljedeće uređajne razrede s pripadajućim površinama za otok Veliki Brijun :

- crnika: 198,22 ha.....59,66 %
- crnogorica: 18,06 ha.....5,43 %
- makija: 64,75 ha.....19,49 %
- parkovi: 49,51 ha.....14,90 %
- ostale površine: 1,73 ha.....0,52 %
- ukupno: 332,26 ha.....100,00 %.

Svi manji otoci su gotovo isključivo pod makijom. Šumska vegetacija brijunskog otočja pod tisućljetnim je antropogenim utjecajem koji je bitno izmijenio njenu prirodnu strukturu te danas uglavnom nalazimo sastojine iz panja s manjim grupama stabala iz sjemena. Međutim, danas najveći negativni utjecaj na šumsku vegetaciju ima unesena divljač čija brojnost uvelike premašuje kapacitet staništa. Zbog prekomjerne ispaše sve su prisutniji degradacijski stadiji i to bez sloja grmlja, prizemnog rašća i mogućnosti prirodnog obnavljanja. Zbog intenzivnog utjecaja divljači mijenja se i florni sastav zajednice, te šume hrasta crnike i crnog jasena u svom tipičnom sastavu nalazimo na samo nekoliko mjesta na Velikom Brijunu.

To je prije svega lokalitet istočno od Bijele vile, gdje je ova sastojina ograđena i smatra se jednom od najljepših šuma ovog tipa u Hrvatskoj, te najvrednijim šumskim dijelom Nacionalnog parka Brijuni te je ista dijelom zaštićena Prostornim planom Nacionalnog parka Brijuni (NN 45/01) kao posebni rezervat šumske vegetacije – šuma crnike (odnosno područje s najstrožim režimom zaštite prirode). Prostorni plan predviđa također zaštitu područja od Bizantskog kastruma i Solina do poluotoka Peneda kao područje šumskog rezervata na Velom Brijunu, a šumu crnike na rtu Vrbanj kao Arboretum za očuvanje istarskog genofonda (Oikon d.o.o, Arhikon d.o.o., 2015).

1.11. STO TRAJNIH POKUSNIH PLOHA

Osnivanje pokusnih ploha metoda je koju koriste različite znanosti čiji je predmet istraživanja u prirodi, te se kao takva smatra uvriježenom i učestalom metodom ekoloških istraživanja.

U Republici Hrvatskoj je osnivanje i istraživanje takvih ploha započeto 1976. godine u sklopu UNESCO-vog programa „ Čovjek i biosfera“ (″Man and Biosphere″, MAB) i u razdoblju od 1977. do 1990. godine osnovano je ukupno 100 takvih trajnih pokusnih ploha (Barčić i sur. , 2000).

Općenito, UNESCO 1971. godine pokreće ovaj međunarodni znanstveni program koji za cilj ima osnivanje znanstvene baze kao osnovnice na kojoj će se graditi i unaprijediti bolji odnosi između čovjeka i njegovog okoliša. Prema podacima UNESCO-ve službene stranice, do današnjeg dana programu se priključilo 120 zemalja i ukupno 669 područja pod zaštitom. Kako navode, glavni ciljevi programa su:

- identificirati i procijeniti promjene u biosferi koje su nastale pod utjecajem čovjeka i prirodnih sila kao i efekt tih promjena na čovjeka i okoliš, posebice u kontekstu klimatskih promjena
- proučiti i usporediti dinamiku međuovisnosti između prirodnih/gotovo prirodnih ekosustava i socio-ekonomskih procesa, posebice u kontekstu ubrzanog gubitka biološke i kulturne raznolikosti
- osigurati okoliš koji će biti pogodan za život ljudi u kontekstu urbanizacije i potrošnje energije koji su ujedno i glavni pokretači promjena u ekosustavima
- promovirati razmjenu znanja o okolišnim problemima i rješenjima, omogućiti edukaciju u svrhu održivog razvitka.

Prilikom osnivanja trajnih pokusnih ploha u Hrvatskoj principi za realizaciju mreže takvih područja zasnivali su se na ovim načelima:

1) Mreža treba obuhvatiti sve prirodne ekosustave svih biogeocenoza na horizontalnom i vertikalnom profilu kopna i mora u Hrvatskoj.

2) Pri odabiru lokacija prioritet su imale:

- biogeocenoze specifične za određena biogeografska područja Hrvatske

- biogeocenoze koje su i prije na ovakav ili sličan način istraživane
- biogeocenoze koje su pod jakim pritiskom antropogenih faktora (degradirane)
- biogeocenoze u kojima je antropogeni faktor dominantan (agrobiocenoze)
- biogeocenoze čije je trajno proučavanje opravdano s društveno-ekonomskog stajališta

3) Odabir lokacija izvršen je u skladu s programom „ Čovjek i biosfera“ (MAB) i „Program IUFRO“.

Program istraživanja ima tri faze. Prva obuhvaća osnivanje, organizaciju mreže trajno zaštićenih površina koje će biti izolirane od utjecaja čovjeka i prepuštene svom prirodnom razvoju. Prva faza dovršena je do kraja 1990. godine. Druga faza započela je 1991. godine početkom detaljnim komparativnih istraživanja s namjerom trajanja od najmanje 10 godina. Treća faza podrazumijeva sintezu i primjenu rezultata iz druge faze, s time da se istraživanja i praćenja ekosustava i dalje nastavljaju (stoga i naziv trajne plohe) (Rauš i sur., 1980).

Površina trajnih pokusnih ploha određena je na 1 ha (100 x 100 m) i locirane u sklopu zaštićenih područja prirode veličine od barem 5 ha (Šegulja, Rauš, 1993).

Na svim izdvojenim plohama stavljena je limena tablica veličine 50 x 60 cm na stupu. Na svakoj piše:

TRAJNA POKUSNA PLOHA br.
Projekt: „ ČOVJEK I BIOSFERA“
Tema: KOMPARATIVNA ISTRAŽIVANJA EKOSISTEMA
Osnovana: godine
Površina: 1 ha
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
(Rauš i sur., 1980) .

U NP Brijuni, na otoku Velikom Brijunu, postavljene su dvije trajne plohe, jedna u ograđenom prostoru oko Bijele vile (br. 57) i druga u slobodnom prostoru u predjelu Mrtvi vrh (br. 56).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi trenutno stanje šume hrasta crnike i crnog jasena na pokusnim plohama br. 56 i 57, odnosno nastaviti istraživanje sukcesivnog razvoja tih sastojina, međusobno ih usporediti i usporediti ih s prijašnjim istraživanjima.

Šuma hrasta crnike i crnoga jasena predstavlja najprošireniju klimatogenu zajednicu eumediterana, pa ipak malo je sastojina u odnosu na nekadašnje i dalje u strukturi i izgledu srednje i visoke šume. Mediteranski šumski ekosustavi, kada su u svom optimumu ili progresivnoj sukcesiji osiguravaju čitav niz funkcija kao što su: sanitarno-higijenska, sportsko-rekreacijska, turistička, obrazovna ili edukativna, estetska i zaštitna. U tom smislu zaštićeni objekti prirode i trajne pokusne plohe pridonose očuvanju stabilnosti ekosustava i djelovanju čovjeka u njemu, a sve u svrhu očuvanja autohtonog ekosustava i ekološke ravnoteže.

Poslužimo li se definicijom O.P. Springera i D. Springera (2008.) koji ekosustav definiraju kao osnovnu funkcionalnu jedinicu koja uključuje sve fizičke, kemijske i biološke značajke staništa (biotopa) te organizme koji prostorno i vremenski žive u njemu i koji su ujedinjeni kruženjem tvari i protokom energije između njih, jasno je da je ekosustav dinamična, konstantno promjenjiva jedinica.

Posljednja izmjera tih dviju ploha obavljena je 1988. godine, te je jedan od ciljeva istraživanja bio evidentirati sve nastale promjene od zadnje izmjere. Jednako tako, s obzirom da je trajna pokusna ploha (TPP) br. 56 postavljena u slobodnom prostoru i nezaštićena od divljači istraživanje se također usredotočilo na razlike između dviju sastojina jer je TPP br. 57 ograđena i divljač je ne brsti. S obzirom da su plohe postavljene u nacionalnom parku, čijim šumama se ne gospodari, već su one izuzete od djelatnosti čovjeka i prepuštene prirodnom razvoju, istraživanjem se želio utvrditi smjer u kojem se prirodna sukcesija razvija.

Kako bi se utvrdili svi potrebni vegetacijski i ekološki čimbenici provedeno je terensko istraživanje na dvjema navedenim plohama, dobiveni podaci su analizirani i međusobno uspoređeni.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Istraživanjem na trajnim pokusnim plohama nastoji se omogućiti usporedba i praćenje različitih ekosustava i dati pregled stanja vegetacije. Mjerenjima i istraživanjima u budućnosti nastavit će se pratiti sukcesija ovih sastojina i promjene u odnosu na sadašnje stanje vegetacije. Istodobno, dobiveni rezultati će se usporediti s posljednjom izmjerom i na taj način utvrditi promjene nastale tokom skoro tri desetljeća.

3.1. TERENSKO ISTRAŽIVANJE

Istraživanje flornog sastava uključivalo je izradu fitocenoloških snimaka na plohi po metodi ciriško-monpelješke škole (Braun-Blanquet 1964). Dvije fitocenološke snimke su snimljene na dvije plohe od 400 m² (20 m x 20 m) unutar svake trajne pokusne plohe. Fitocenološko snimanje obuhvaća popis svih biljnih vrsta u sloju drveća, grmlja i prizemnog rašća koje su uočene i zabilježene na odabranim plohama s pripadajućim vrijednostima za pokrovnost.

Na TPP 57 provedeno je i istraživanje stanja ponika i pomlatka po vrsti drveća i broju, zbog čega su na terenu osnovane privremene pokusne plohe.

3.2. OBRADA PODATAKA

Nakon terenski prikupljenih podataka pristupilo se matematičko-statističkoj obradi podataka i određivanju osnovnih sastojinskih elemenata te obračunu drvne zalihe sastojine. Osnovni sastojinski elementi su broj stabala (N), temeljnica (G) i volumen (V) izraženi po debljinskim stupnjevima i zbirno za svaku vrstu pojedino te ukupno kada se odnose na cijelu sastojinu.

Prikupljeni podaci prepisali su se u Excel 2016 računalni program. Svi izmjereni opsezi pretvoreni su u prsne promjere preko formule za opseg kruga.

Dakle izmjereni opsezi podijelili su se s π (3,141593) kako bi se dobio 2r, odnosno prsni promjer stabla. Dobiveni prsni promjeri grupirani su u debljinske stupnjeve od po 2 cm na kojima su se zatim izrazili broj stabala po pojedinom debljinskom stupnju, ukupna temeljnica svih stabala u debljinskom stupnju i njihov kumulativni volumen. Ista analiza napravila se za sve izmjerene vrste drveća. Rezultat analize je strukturna tablica trajne pokusne plohe čiji su podaci korišteni za prikaz prirodne sukcesije crnikovih šuma u edumediteranu i usporedbu sa strukturom prijašnjih izmjera iste plohe.

Temeljnica sastojine izražava se preko sume površina poprečnog presjeka svakog stabla na prsnoj visini. Površina poprečnog presjeka pojedinog stabla u m² izražava se formulom:

$$g = \frac{d^2\pi}{40000}$$

Volumen sastojine suma je volumena svakog pojedinačnog stabla u njoj. Volumen stabla izražava se u m³ kao funkcija prsnog promjera i visine. Za izradu lokalne tarife poslužile su terenski izmjerene visine. Lokalni volumni nizovi (tarife) za vrste u sastojini izračunate su pomoću Schumacher-Hallove jednadžbe koja glasi:

$$V = b_0 \; x \; d^{b_1} \; x \; h^{b_2} \; x \; f$$

Scumacher-Hallova jednadžba koristi se za određivanje obujma drveta u ovisnosti o prsnom promjeru (h) i visini stabla (h). Parametri b_0, b_1 i b_2 unaprijed su zadani za pojedine vrste drveća. S obzirom da su u mjerenoj sastojini parametri Schumacher-Hallove jednadžbe poznati samo za hrast crniku (*Quercus ilex* L.), volumen ostalih vrsta drveća na plohi za koje ne postoje parametri izračunao se po istoj jednadžbi supstituirajuću parametre hrasta crnike.

Tablica 2. Parametri Schumacher-Hallove jednadžbe za hrast crniku (*Quercus ilex* L.)

Quercus ilex L.	b_0	b_1	b_2	f
	0,000096	1,821	0,759	1

Regresijskom analizom izmjerenih visina stabala na trajnoj pokusnoj plohi dobiveni su parametri potrebni za izradu visinske krivulje koja predstavlja odnos visina stabala i njihovih prsnih promjera. Izmjerene visine izjednačene su Mihajlovljevom funkcijom koja glasi:

$$h = b_0 \, x \, e^{\frac{-b_1}{d}} + 1{,}30$$

Parametri b_0 i b_1 procjenjeni su metodom najmanjih kvadrata, e je prirodni logaritam, a d je prsni promjer stabla. Metoda najmanjeg kvadrata se koristi kako bi se minimaliziralo kvadratno odstupanje izjednačenih od izmjerenih vrijednosti.

Na TPP 57 rađena je i izmjera ponika i pomlatka po visinskim klasama od 25 cm. Odabrano je reprezentativno 5 pokusnih ploha veličine 5 x 5 m, dakle ukupne površine 125 m^3 (5 x 25 m^2). Rezultati su prikazani po plohi i po 1 ha.

Dobiveni strukturni podaci predstavljaju ulaz za daljnju komparativnu analizu i prikaz sukcesije crnikovih šuma na eumediteranu. Statistička obrada obavila se pomoću programskog paketa Statistica 10. Analiza sukcesije uključila je floristički analizu i usporedbu strukturnih podataka dobivenih terenskom izmjerom s prikupljenim podacima iz prijašnjih izmjera istih trajnih pokusnih ploha iz 1988. godine.

.

Tablica 3. Struktura TPP 56 prema izmjeri 1988.godine

ŠUMARIJA: NP BRIJUNI				POKUSNA PLOHA: 56											
PREDJEL: MRTVI VRH				POVRŠINA: 1 ha											
ODJEL/ODSJEK:15a				DATUM: 1988. god.											
Debljinski razredi	*Quercus ilex* L.			*Laurus nobilis* L.			*Fraxinus ornus* L.			*Phillyrea latifolia* L.			UKUPNO		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
4	9	0,01	0,04	74	0,09	0,30	1		0,00				84	0,10	0,34
6	8	0,02	0,09	273	0,77	3,00	1		0,01	1		0,01	283	0,79	3,11
8	12	0,06	0,25	251	1,26	5,52	1	0,01	0,01	1	0,01	0,02	265	1,34	5,81
10	28	0,22	0,98	227	1,79	8,40	6	0,05	0,21				261	2,06	9,59
12	29	0,33	1,51	151	1,71	8,46	4	0,05	0,21	1	0,01	0,05	185	2,10	10,22
14	43	0,66	3,14	113	1,74	8,81	3	0,05	0,21	2	0,03	1,09	161	2,48	13,25
16	52	1,05	4,99	57	1,15	5,87	1	0,02	0,09				110	2,22	10,96
18	63	1,60	7,75	27	0,69	3,54				1	0,03	0,11	91	2,32	11,39
20	72	2,26	10,94	25	0,79	4,08							97	3,05	15,02
22	35	1,33	6,48	3	0,11	0,59				1	0,04	0,16	39	1,48	7,23
24	43	1,95	9,42	6	0,27	1,42	1	0,05	0,21				50	2,27	11,04
26	38	2,02	9,77	3	0,16	0,83							41	2,18	10,59
28	33	2,03	9,80										33	2,03	9,80
30	26	1,84	8,87	1	0,07	0,37							27	1,91	9,23
32	13	1,05	4,98										13	1,05	4,98
34	11	1,00	4,79										11	1,00	4,79
36	7	0,71	3,40										7	0,71	3,40
38	6	0,68	3,23										6	0,68	3,23
40	3	0,38	1,79										3	0,38	1,79
42	2	0,28	1,31										2	0,28	1,31
44													0	0,00	0,00
46	1	0,17	0,78										1	0,17	0,78
48	1	0,18	0,86										1	0,18	0,86
UKUPNO	535	19,83	95,14	1211	10,60	51,18	18	0,23	0,96	7	0,12	1,43	1771	30,78	148,70

Tablica 4. Struktura TPP 57 prema izmjeri 1988.godine

ŠUMARIJA: NP BRIJUNI							POKUSNA PLOHA: 57																							
GOSPODARSKA JEDINICA: BIJELA VILA(TURANJ)							POVRŠINA: 1 ha																							
ODJEL/ODSJEK: 24 a							DATUM: 1988.god.																							
Debljinski razredi	*Quercus ilex* L.			*Laurus nobilis* L.			*Fraxinus ornus* L.			*Viburnus tinus* L.			*Erica arborea* L.			*Arbutus unedo* L.			*Phillyrea latifolia* L.			*Pistacia lentiscus* L.			*Rhamnus alaternus* L.			UKUPNO		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
2																														
4				372	0,48	1,49	74	0,09	0,30	49	0,06	0,2	9	0,01	0,03	8	0,01	0,03	106	0,14	0,37	4	0,01	0,14	4	0,01	0,01	626	0,81	2,57
6	3	0,01	0,03	218	0,61	2,40	53	0,15	0,64	21	0,06	0,2	1		0,01	40	0,11	0,44	71	0,20	0,71	4	0,01	0,04	8	0,02	0,08	419	1,17	4,57
8	6	0,03	0,12	147	0,74	3,09	45	0,23	0,99	3	0,02	0,1				54	0,27	1,13	35	0,18	0,70				12	0,06	0,24	302	1,53	6,33
10	10	0,08	0,34	110	0,87	3,74	33	0,26	1,16	1	0,01	0,0				59	0,46	2,01	28	0,22	0,90				13	0,10	0,42	254	2,00	8,59
12	29	0,33	1,42	38	0,43	1,86	23	0,26	1,20							50	0,57	2,45	19	0,21	0,86				8	0,09	0,37	167	1,89	8,15
14	76	1,17	5,09	31	0,48	2,08	26	0,40	1,85							38	0,58	2,55	14	0,22	0,90				5	0,08	0,32	190	2,93	12,77
16	77	1,55	6,78	8	0,16	0,70	19	0,38	1,77							41	0,82	3,57	8	0,16	0,67				3	0,06	0,25	156	3,13	13,73
18	68	1,73	7,68				13	0,33	1,53							23	0,59	2,53	4	0,10	0,40							108	2,75	12,15
20	94	2,95	13,16				5	0,16	0,73							24	0,75	3,31	3	0,09	0,41							126	3,95	17,60
22	47	1,79	7,90				3	0,11	0,53							8	0,30	1,32	1	0,04	0,16							59	2,24	9,90
24	45	2,04	9,05													5	0,23	0,99										50	2,27	10,04
26	26	1,38	6,08													5	0,27	1,15										31	1,65	7,23
28	35	2,16	9,52				5	0,31	1,39																			40	2,47	10,91
30	19	1,34	5,93																									19	1,34	5,93
32	14	1,13	4,94																									14	1,13	4,94
34	3	0,27	1,19																									3	0,27	1,19
36	9	0,92	3,99																									9	0,92	3,99
38	4	0,45	1,97																									4	0,45	1,97
40	5	0,63	2,72																									5	0,63	2,72
42																												0	0,00	0,00
44	1	0,15	0,65																									1	0,15	0,65
UKUPNO	571	20,11	88,55	924	3,77	15,35	299	2,68	12,06	74	0,15	0,5	10	0,01	0,04	355	4,96	21,48	289	1,56	6,06	8	0,02	0,18	53	0,42	1,68	2583	33,68	145,92

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Analizom prikupljenih podataka dobiveni rezultati izraženi su za svaku trajnu pokusnu plohu posebno grafički i numerički. Prikazani su elementi strukture sastojine, prema zastupljenim vrstama i ukupno, florni sastav i struktura ponika i pomlatka. TPP 56 je nepromjenjena u obje izmjere i površine je 1 ha (100 x 100 m). Zbog specifičnosti terena (staze, infrastruktura) TPP 57 je u izmjeri 1988. godine bila površine 0,78 ha, dok je izmjera 2017. godine obuhvaćala površinu od 0,31 ha. Radi vjerodostojnosti usporedbi, kako je uobičajeno u šumarstvu, rezultati su prikazani za površinu od 1 ha.

4.1. OBILJEŽJA TRAJNE POKUSNE PLOHE 56

Promatrajući obilježja trajne pokusne plohe 56 odmah se primjećuju dominantna stabla hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), većinom iz panja i lovora (*Laurus nobilis* L.) koji je manjih promjera od hrasta crnike no visinski se ugrađuje u etažu crnike. Zamjetan je izostanak sloja grmlja i prizemnog rašća, nedostaju i stabla donje etaže. Ponika i pomlatka uopće nema. Takvo stanje pripisuje se štetnom utjecaju alohtone divljači koja se prenamnožila i predstavlja ugrozu za opstojnost sastojina, kojima je onemogućeno prirodno pomlađivanje, a i na starijim stablima su zamjetna oštećenja od rogovlja divljači. Po cijeloj površini pokusne plohe vidljiva su izvaljena stabla crnike i lovora. S obzirom da je ploha na blagom nagibu, uz nedostatak sloja grmlja i prizemnog rašća, a povrh horizontalno uslojenih vapnenaca i plitkog tla, stabla se veoma plitko zakorjenjuju i pod utjecajem vjetra izvaljuju. S obzirom na sinergijski učinak navedenih negativnih čimbenika, postoji opasnost od erozije. Nadalje, Markotić (1997) navodi kako je crniku u proljeće 1993. godine napao hrastov zeleni savijač (*Tortrix viridana*), ali bez većih posljedica. Floristički, osim crnike i lovora zabilježena je još i neznatna pojavnost crnog jasena (*Fraxinus ornus* L.) i zelenike (*Phillyrea latifolia* L.). Kako ponika i pomlatka nema njihova struktura po visinskim klasama i vrstama nije ni rađena.



Slika 8. Oznaka trajne pokusne plohe



Slika 9. Primjer plitkog zakorjenjivanja



Slika 10. Nedostatak sloja grmlja i prizemnog rašća na TPP 56



Slika 11. Izvaljena stabla na TPP 56

4.2. STRUKTURNI ELEMENTI TRAJNE POKUSNE PLOHE 56

Izmjerom u svibnju 2017. godine na površini TPP 56 zabilježeno je 497 drvenastih vrsta. Od toga 307 stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), 186 stabala lovora (*Laurus nobilis* L.), 3 stabla crnog jasena (*Fraxinus ornus* L.) i jedno stablo zelenike (*Phillyrea latifolia* L.). S obzirom na izmjeru iz 1988. godine koja je evidentirala 535 stabala crnike, 1211 stabala lovora, 18 stabala crnog jasena i 7 stabala zelenike, ukupno 1771 stablo, do 2017. godine odumrla su čak 1284 stabla.

Očekivani sukcesivni tijek išao bi u smjeru smanjenja ukupnog broja stabala uz povećanje volumena i ukupne temeljnice sastojine, međutim to se nije dogodilo na TPP 56. Ukupan broj stabala smanjio se i više od tri puta u jednako toliko desetljeća, što ne upućuje na prirodno starenje i odumiranje stabala, već na utjecaj nekog negativnog čimbenika koji je to odumiranje pospješio i ubrzao. Jednako tako, prisutan je i nedostatak stabala nižih debljinskih stupnjeva svih evidentiranih vrsta.

Stoga su se ukupni volumen i temeljnica sastojine zapravo smanjili od 1988. godine. Tada je temeljnica iznosila 30,78 m^2/ha, a volumen 148,70 m^3 dok je 2017. godine temeljnica 21,01 m^2/ha, a volumen sastojine 110,90 m^3. Dakle volumen se smanjio i to za 37,80 m^3 što ne upućuje na progresivan sukcesijski tijek.

Isto se može uočiti promatramo li obilježja glavnog strukturnog elementa, odnosno hrasta crnike. Temeljnica je 1988. godine iznosila 19,83 m^2/ha a volumen 95,14 m^3. Rezultati ovog istraživanja pokazuju iznos temeljnice od 16,13 m^2/ha i volumen od 85,66 m^3. Ukupni volumen hrasta crnike na TPP 56 smanjio se za 9,48 m^3.

Premda je i 1988. godine zabilježen manji broj stabala zelenike i crnog jasena, ovim istraživanjem potvrđeno je kako se taj broj dodatno smanjio, što zapravo znači florno osiromašenje zajednice iz koje njezini karakteristični elementi nestaju.

U Programu gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003.-2012.) stoji da je za odjel 15a broj stabala po hektaru 643, od čega na crniku otpada 315, a lovor 328. Temeljnica za crniku je 16,09 m^2/ha, a za lovor 5,47 m^2/ha, što znači da je ukupna temeljnica 21,51 m^2/ha. Drvna zaliha je prikazana s 107 m^3/ha crnike i 30 m^3/ha lovora, što zajedno čini volumen od 137 m^3/ha. Prirast za crniku je 2,14 m^3/ha i lovor 0,15 m^3/ha što sveukupno čini prirast

sastojine od 2,29 m^3/ha. Dakle analizom cjelokupnog odjela dobiveni su nešto veći iznosi u broju stabala i volumenu od rezultata s TPP 56. Danas je sastojina crnike starosti oko 95 godina.

Meštrović i Laginja (1990) istražujući srednju šumu na dvjema pokusnim plohama na Velikom Brijunu dobili su broj stabala po ha: 456 crnike i 360 lovora, temeljnicu od 27,56 m^2/ha, odnosno 30,90 m^2/ha, te volumen 221,404 m^3/ha i 235,57 m^3/ha. Dakle značajno veće rezultate od novih istraživanja na trajnim pokusnim plohama i rezultata iz Programa gospodarenja. Ti rezultati bi više odgovarali području TPP 57, koja je ograđena i gdje nema utjecaja divljači.

Detaljnija struktura TPP 56 prikazana je u tablicama 5. (izmjera 1988.) i 6. (izmjera 2017.) u nastavku teksta.

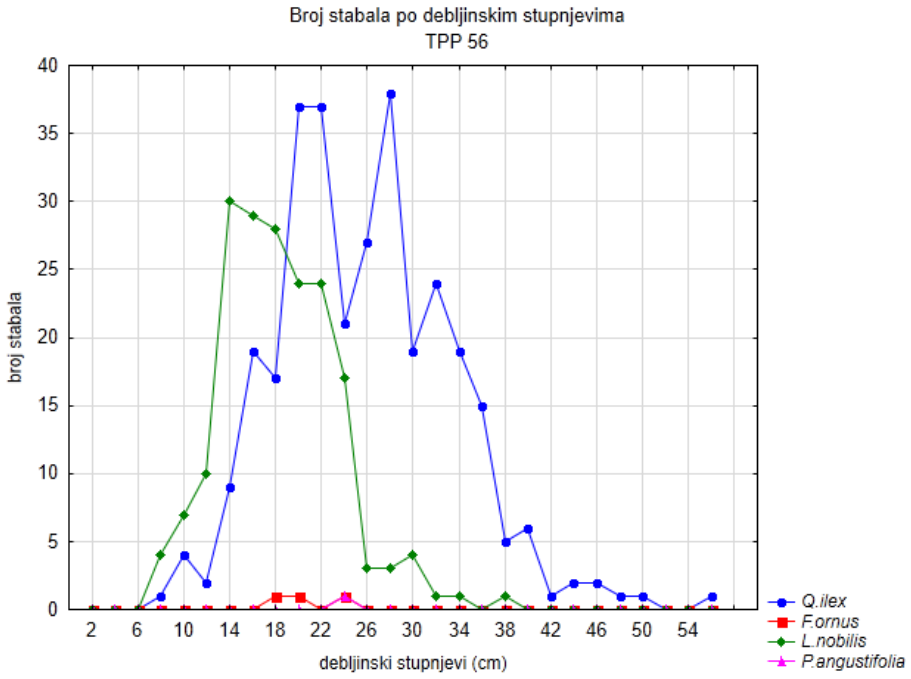
Tablica 5. Struktura TPP 56 prema izmjeri 1988.godine

ŠUMARIJA: NP BRIJUNI				POKUSNA PLOHA: 56											
PREDJEL: MRTVI VRH				POVRŠINA: 1 ha											
ODJEL/ODSJEK:15a				DATUM: 1988. god.											
Debljinski razredi	*Quercus ilex* L.			*Laurus nobilis* L.			*Fraxinus ornus* L.			*Phillyrea latifolia* L.			UKUPNO		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
4	9	0,01	0,04	74	0,09	0,30	1		0,00				84	0,10	0,34
6	8	0,02	0,09	273	0,77	3,00	1		0,01	1		0,01	283	0,79	3,11
8	12	0,06	0,25	251	1,26	5,52	1	0,01	0,01	1	0,01	0,02	265	1,34	5,81
10	28	0,22	0,98	227	1,79	8,40	6	0,05	0,21				261	2,06	9,59
12	29	0,33	1,51	151	1,71	8,46	4	0,05	0,21	1	0,01	0,05	185	2,10	10,22
14	43	0,66	3,14	113	1,74	8,81	3	0,05	0,21	2	0,03	1,09	161	2,48	13,25
16	52	1,05	4,99	57	1,15	5,87	1	0,02	0,09				110	2,22	10,96
18	63	1,60	7,75	27	0,69	3,54				1	0,03	0,11	91	2,32	11,39
20	72	2,26	10,94	25	0,79	4,08							97	3,05	15,02
22	35	1,33	6,48	3	0,11	0,59				1	0,04	0,16	39	1,48	7,23
24	43	1,95	9,42	6	0,27	1,42	1	0,05	0,21				50	2,27	11,04
26	38	2,02	9,77	3	0,16	0,83							41	2,18	10,59
28	33	2,03	9,80										33	2,03	9,80
30	26	1,84	8,87	1	0,07	0,37							27	1,91	9,23
32	13	1,05	4,98										13	1,05	4,98
34	11	1,00	4,79										11	1,00	4,79
36	7	0,71	3,40										7	0,71	3,40
38	6	0,68	3,23										6	0,68	3,23
40	3	0,38	1,79										3	0,38	1,79
42	2	0,28	1,31										2	0,28	1,31
44													0	0,00	0,00
46	1	0,17	0,78										1	0,17	0,78
48	1	0,18	0,86										1	0,18	0,86
UKUPNO	535	19,83	95,14	1211	10,60	51,18	18	0,23	0,96	7	0,12	1,43	1771	30,78	148,70

Tablica 6. Struktura TPP 56 prema izmjeri 2017. godine

ŠUMARIJA: NP BRIJUNI				POKUSNA PLOHA: 56											
PREDJEL: MRTVI VRH				POVRŠINA: 1 ha											
ODJEL/ODSJEK: 15 a				DATUM: 10.5.2017.											
Debljinski razredi	*Quercus ilex* L.			*Laurus nobilis L.*			*Fraxinus ornus L.*			*Phillyrea angustifolia L.*			UKUPNO		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
2															
4															
6															
8	1	0,00	0,02	4	0,02	0,05							5	0,02	0,07
10	4	0,03	0,13	7	0,05	0,21							11	0,07	0,34
12	2	0,02	0,08	10	0,10	0,42							12	0,11	0,50
14	9	0,12	0,68	30	0,39	1,89							39	0,51	2,57
16	19	0,34	1,97	29	0,51	2,72							48	0,84	4,69
18	17	0,39	2,16	28	0,64	3,40	1	0,024	0,138				46	1,05	5,70
20	37	1,05	5,85	24	0,69	3,63	1	0,026	0,147				62	1,77	9,63
22	37	1,29	7,09	24	0,84	4,29							61	2,13	11,38
24	21	0,89	4,83	17	0,71	3,68	1	0,039	0,224	1	0,039	0,214	40	1,67	8,95
26	27	1,33	7,26	3	0,14	0,75							30	1,48	8,01
28	38	2,15	11,56	3	0,16	0,88							41	2,32	12,43
30	19	1,24	6,56	4	0,25	1,29							23	1,49	7,85
32	24	1,81	9,51	1	0,07	0,37							25	1,89	9,89
34	19	1,62	8,43	1	0,08	0,43							20	1,71	8,86
36	15	1,47	7,59										15	1,47	7,59
38	5	0,53	2,74	1	0,11	0,50							6	0,64	3,23
40	6	0,72	3,66										6	0,72	3,66
42	1	0,13	0,64										1	0,13	0,64
44	2	0,29	1,45										2	0,29	1,45
46	2	0,32	1,63										2	0,32	1,63
48	1	0,17	0,83										1	0,17	0,83
56	1	0,22	1,02										1	c0,22	1,02
UKUPNO:	307	16,13	85,66	186	4,75	24,52	3	0,089	0,509	1	0,039	0,214	497	21,01	110,90

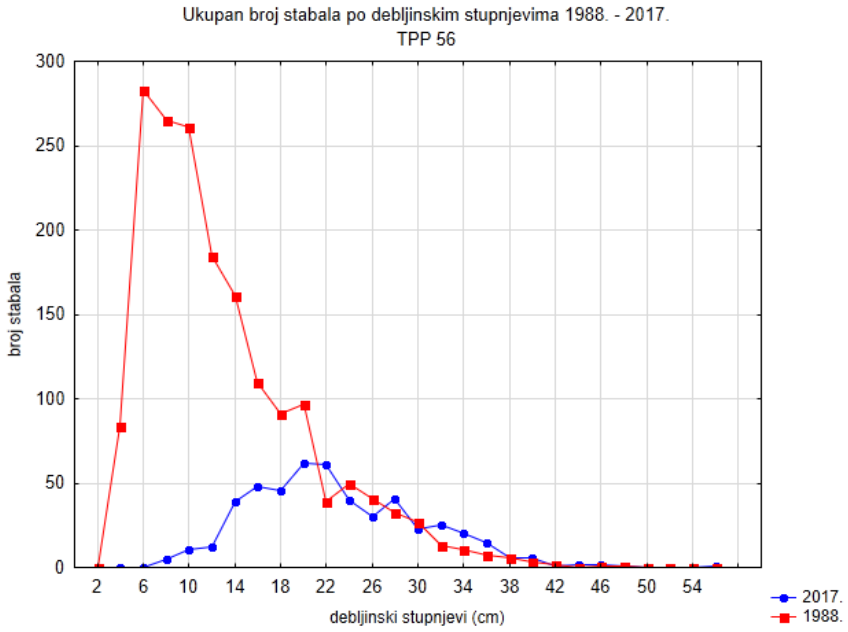
Strukturu sastojine čini njezina specifična unutarnja izgrađenost, koja je rezultat nejednolikog razvoja stabala. Zbog genetskih i okolišnih čimbenika stabla se izlučuju i raspoređuju prema debljinskim i visinskim klasama te drugim elementima strukture (Čavlović, 2013). Neki od tih elemenata prikazani su grafički.



Slika 12. Broj stabala po debljinskim stupnjevima na TPP 56 2017. godine

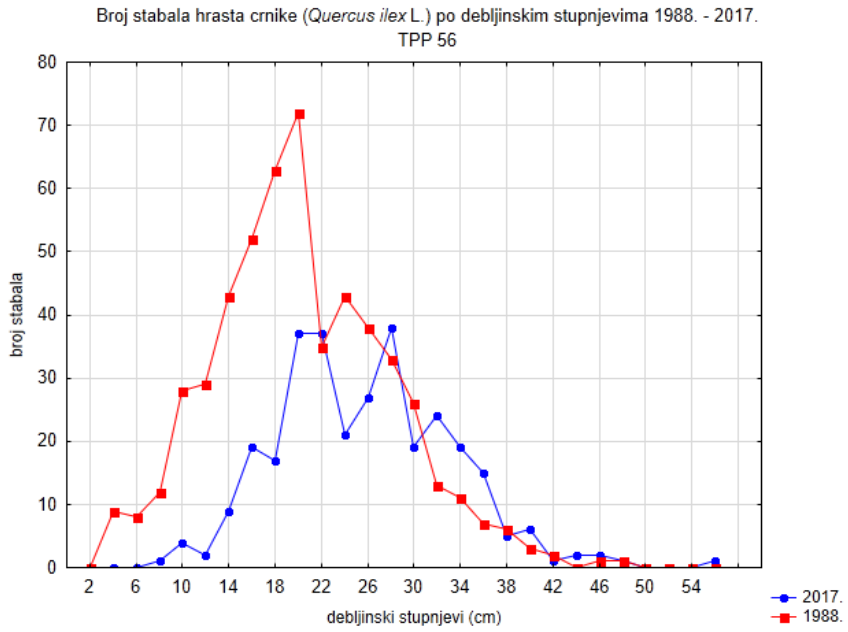
Na grafikonu je vidljiva dominacija hrasta crnike u gornjoj etaži, dok lovor, s velikim brojem stabala po jedinici površine, čini pomoćni dio sastojine. Pojavnost ostalih vrsta je neznatna.

Broj stabala dobar je pokazatelj sukcesije šumske sastojine s obzirom da ukupan broj stabala opada s razvojem sastojine. Usporedbom izmjera na trajnoj pokusnoj plohi br.56 uočava se pad ukupnog broja stabala, što bi upućivalo na pozitivan sukcesivni tijek, no u ovom slučaju, zbog nemogućnosti pomlađivanja, to nije tako i opstojnost sastojine je ugrožena.



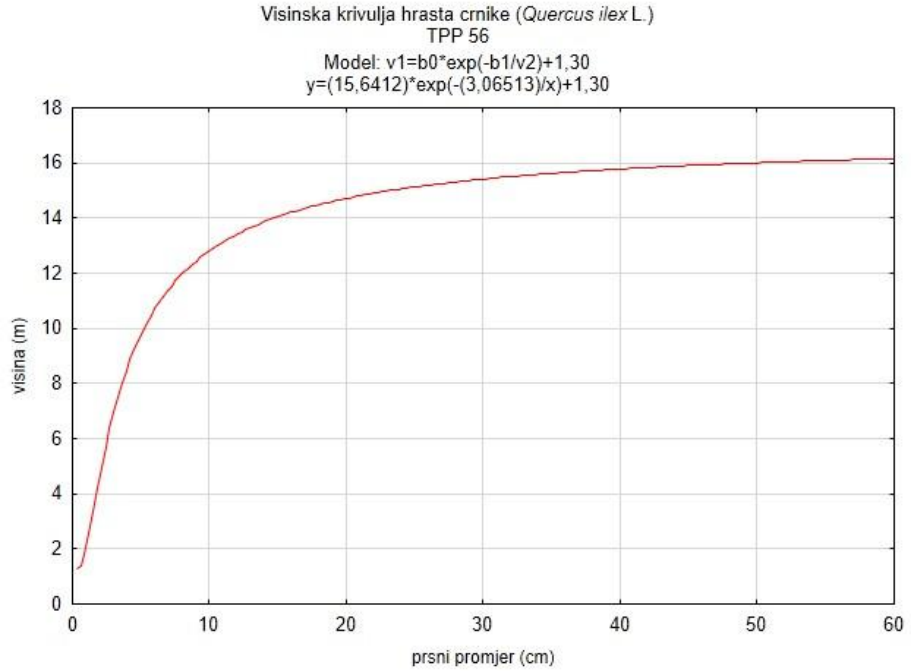
Slika 13. Usporedba ukupnog broja stabala na TPP 56 1988. i 2017. godine

Iz grafičkog prikaza na slici 13. jasno je vidljiv taj drastičan pad broja stabala u nižim debljinskim stupnjevima. Slika 14. pokazuje broj stabala hrasta crnike gdje je vidljivo kako se smanjenje broja stabala odrazilo i na glavnu vrstu drveća , što je negativno povezano ne samo s pomlađivanjem sastojine, već i s opasnošću od vjetroizvala i vjetroloma, te posljedično tome, erozijskim procesima.



Slika 14. Usporedba broja stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 56 1988. i 2017. godine

Intenzivno izlučivanje stabala i smanjenje njihova broja, uz rast promjera stabala, rezultat je i rasta stabala u visinu. Prema tome, rast sastojine u visinu nedjeljivi je dio složenog razvoja strukture sastojine (Čavlović, 2013).



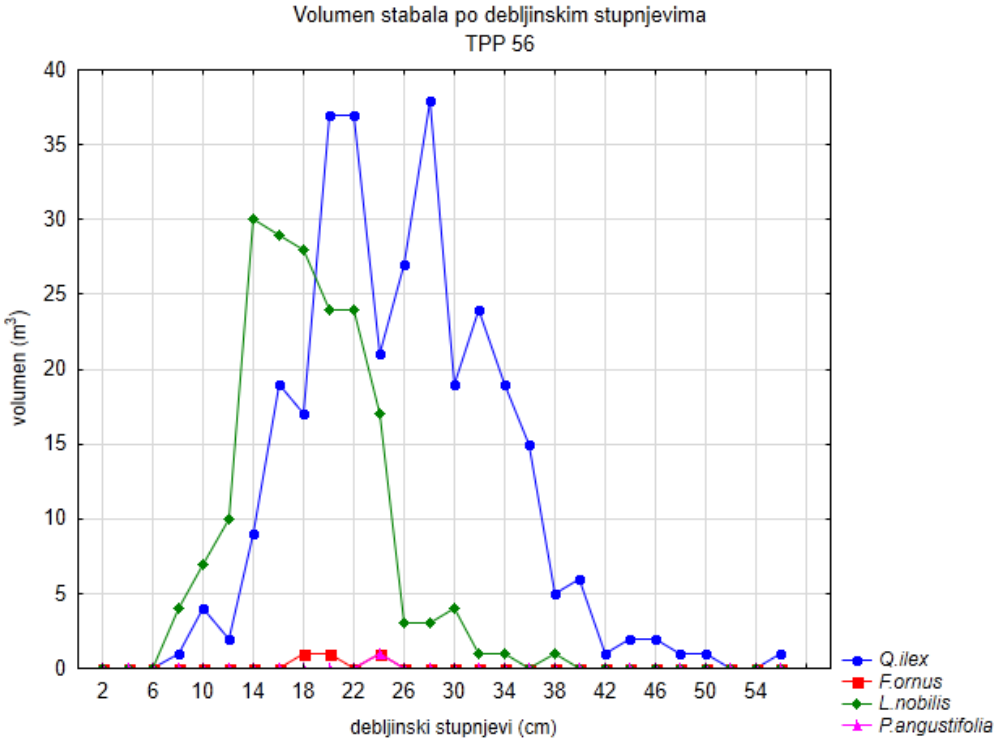
Slika 15. Sastojinska visinska krivulja za TPP 56 2017. godine

Visinska krivulja izjednačena po Mihajlovljevoj formuli prikazuje srednju vrijednost visine stabala u ovisnosti o izmjerenom prsnom promjeru.

Najveći visinski prirast očekivano je kod stabala s manjim prsnim promjerom, dok se dinamika visinskog rasta i prirasta usporava s povećanjem prsnog promjera stabala.

Kompleksan rast jednodobne sastojine u visinu može se prikazati nizom sastojinskih visinskih krivulja u trodimenzionalnom sustavu, s prsnim promjerom na osi y i dobi sastojine na osi z kao nezavisnim varijablama (Čavlović, 2013).

Volumen je izvedeni element strukture dobiven na temelju raspodjele stabala prema debljinskim stupnjevima i volumne tablice (tarife) temeljene na visinskoj krivulji. Volumen se iskazuje prema vrstama drveća, u apsolutnome i postotnom iznosu, po jedinici površine i prema ukupnoj površini sastojine (Čavlović, 2013).

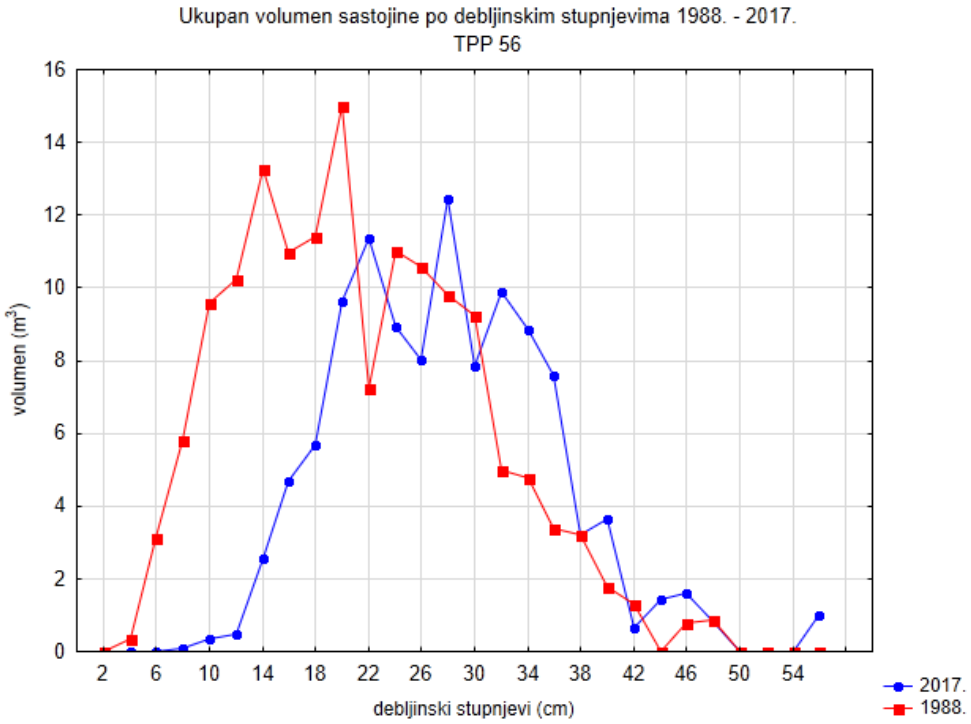


Slika 16. Prikaz strukture drvne zalihe TPP 56 2017. godine

Ostale drvenaste vrste ne pridonose značajno ukupnom volumenu sastojine na TPP 56 već se ukupni volumen sastojine gotovo pa može izjednačiti s volumenom hrasta crnike.

Čavlović (2013) navodi kako je u sastojinama približne teoretske strukture volumen postotno najzastupljeniji u srednjim debljinskim stupnjevima, a najmanje ga je u najnižim i najvišim debljinskim stupnjevima. To vrijedi kako za jednodobne, tako i za preborne i raznodobne sastojine.

U sastojini na TPP 56 to je naizgled tako, no usporedimo li strukturu drvne zalihe iste sastojine od prije skoro trideset godina i stanje kakvo je danas (kako je prikazano na slici 17.) uočavaju se odstupanja od teoretskog modela razvoja sastojine.



Slika 17. Prikaz strukture drvne zalihe sastojine na TPP 56 1988. i 2017. godine

Za istu vrstu drveća (za isti sastav vrsta drveća) na jednakim stanišnim uvjetima s povećanjem dobi sastojine povećava se iznos drvne zalihe i mijenja njezina debljinska struktura (Čavlović 2013).

Dakle, za proteklo vremensko razdoblje od 1988. godine do danas teoretski model razvoja sastojine predviđa akumulaciju volumena, što se na TPP 56 nije dogodilo. Štoviše, usporedbom rezultata izmjera ustanovljeno je smanjenje ukupnog volumena i smanjenje volumena glavne vrste drveća, odnosno hrasta crnike.

Razloge takvom stanju treba tražiti u činjenici da, iako stabla tokom vremena stare i prelaze u više debljinske stupnjeve, sastojina se ne pomlađuje. Jednako tako, na plohi je primjećena velika količina izvaljenih i polomljenih stabala čiji bi volumen također trebalo ustanoviti.

4.3. ANALIZA VEGETACIJE NA TRAJNOJ POKUSNOJ PLOHI 56

Tablica 7. Fitocenološke snimke TPP 56

Broj plohe	TPP 56		
Lokalitet	Mrtvi vrh		
Veličina snimke	400 m²		
Sastojina	Šuma hrasta crnike i crnog jasena		
Nadmorska visina	10 - 15 m		
Izloženost	SI		
Matični supstrat	vapnenac		
Nagib	-1%		
Datum	17.2.1988.	8.5.2017.	8.5.2017.
Pokrovnost			
Sloj drveća	100%	90%	90%
Sloj grmlja	30%	2%	2%
Prizemni sloj	5%	<1%	<1%
Vrsta	**Procjena**		
I - Sloj drveća			
Quercus ilex L.	4	3	3
Laurus nobilis L.	2	2	2
Fraxinus ornus L.	+	+	-
Phillyrea latifolia L.	+	-	-
II - Sloj grmlja			
Quercus ilex L.	1	+	+
Laurus nobilis L.	3	+	+
Fraxinus ornus L.	+	-	-
Phillyrea latifolia L.	+	-	-
III - Sloj prizemnog rašća			
Laurus nobilis L.	+	+	+
Quercus ilex L.	+	+	+
Cyclamen repandum Sm.	+	+	-
Fraxinus ornus L.	+	+	-
Rubia peregrina L.	+	-	+
Urtica dioica L.	-	-	+
Viola sp.	-	+	-

Sastojina je panjača, starosti oko 95 godina. U sloju drveća prevladava crnika (*Quercus ilex* L.) visine 13 – 16 m. Sloja nižeg grmlja (do 5 m) gotovo da nema, tek pokoji lovor (*Laurus nobilis* L.). Crnika i lovor su izlučeni u nuzgrednoj (B) etaži stabala. Sloja prizemnog rašća gotovo da nema, pokrovnost je manja od 1 %, zbog jako velikog utjecaja divljači. Intenzivno niče lovor iz sjemena i žilja ali ga već u stadiju ponika brsti divljač.

Horvatić (1963), opsežno istražujući vegetaciju našeg primorja, je napravio 5 fitocenoloških snimaka na Velikom Brijunu. Uspoređujući njegove lokacije s lokacijama ovog istraživanja zamjetno je da je on sve snimke radio na lokacijama koje su danas pod velikim utjecajem divljači koja mijenja floristička sliku. Njegove snimke pokazuju potpuni floristički razvoj tih sastojina po čemu se može zaključiti kako tada nije bilo značajnijeg utjecaja unesenih lovnih vrsta na vegetaciju.

Skeletnost tla je 60 – 65 %. Pločasto uslojeni vapnenci, dosta sitni i tanki, rastresiti, ispod sloja listinca koji je debljine tek 1 – 2 cm čine podlogu na kojoj se crnika jako plitko zakorjenjuje. Žilište i dijelovi korijena kod starih stabala vidljivi su iznad tla, zbog čega se stabla lako izvaljuju i lome.

Sastojina je prepuna izvaljenih i polomljenih debljih stabala crnike i lovora. Neka deblja stabla su prelomljena pa postrane grane preuzimaju vršni rast. Primjetno je i lošije zdravstveno stanje, osobito lovora. Razlog su znatna oštećenja, lomovi grana i debla koji su preduvjet za daljnji napad entomofaune i gljiva. Takvo stanje sastojine posljedica je velikog utjecaja vjetra, posebno bure, koja izvaljuje stabla i lomi grane u krošnji i vrhove stabala.

4.4. OBILJEŽJA TRAJNE POKUSNE PLOHE 57

Trajna pokusna ploha 57 smještena je u ograđenom prostoru unutar rezidencijalnog parka Bijele vile, korisnik kojega je Ured predsjednika Republike Hrvatske i Vlada Republike Hrvatske. To je također područje koje je Prostornim planom Nacionalnog parka Brijuni (NN 45/01) predviđeno zaštititi kao rezervat šumske vegetacije.

Iako je utjecaj čovjeka prisutan, građevine su dobro uklopljene unutar šumskog kompleksa, staze su uske i zelenilo je maksimalno sačuvano, te je tako utjecaj čovjeka sveden na minimum. S obzirom da je područje ograđeno žicom, nepristupačno je divljači, koja ovdje nije imala utjecaja na vegetaciju. Općenito, ploha je unutar područja bez značajnijih degradirajućih elemenata.

Štoviše, upravo su ovo reprezentativne šumske sastojine, najljepše šume hrasta crnike i crnog jasena u svom tipičnom sastavu na Brijunima.

Plohu odlikuje visok stupanj prirodnosti, razvijena vertikalna slojevitost, tlo je ispunjeno biljkama koje su od krošnje do tla isprepletene gustom zavjesom povijuše tetivke (*Smilax aspera* L.) koje plohu čine gotovo neprohodnom.

Općenito, sastojina djeluje kompaktno, zatvoreno, gusto, jednoliko i homogeno. Osim hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) od pratećih vrsta dolaze još i crni jasen (*Fraxinus ornus* L.), širokolisna zelenika (*Phillyrea latifolia* L.), obična planika (*Arbutus unedo* L.), lemprika (*Viburnum tinus* L.) i druge.

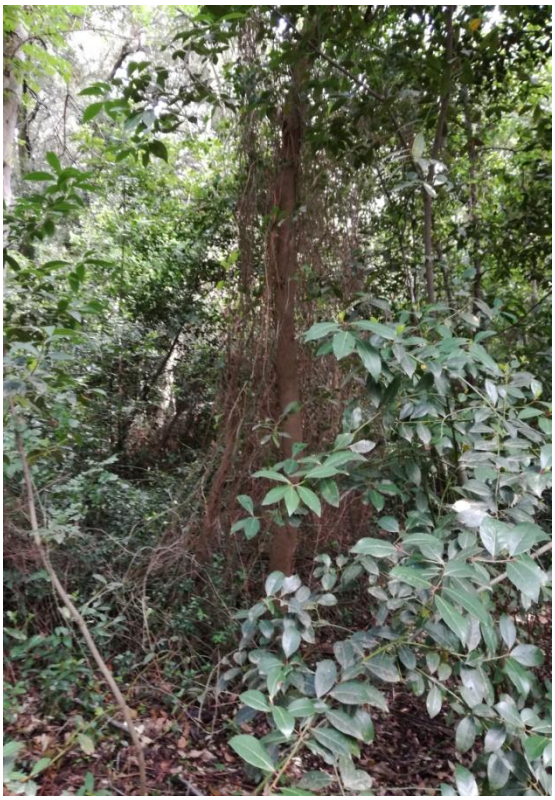
Gustim rasporedom, velikim brojem vrsta, dobro razvijenim svim slojevima ova sastojina se prirodno razvija u smjeru konačnog stadija mediteranske vegetacije u svom optimumu.



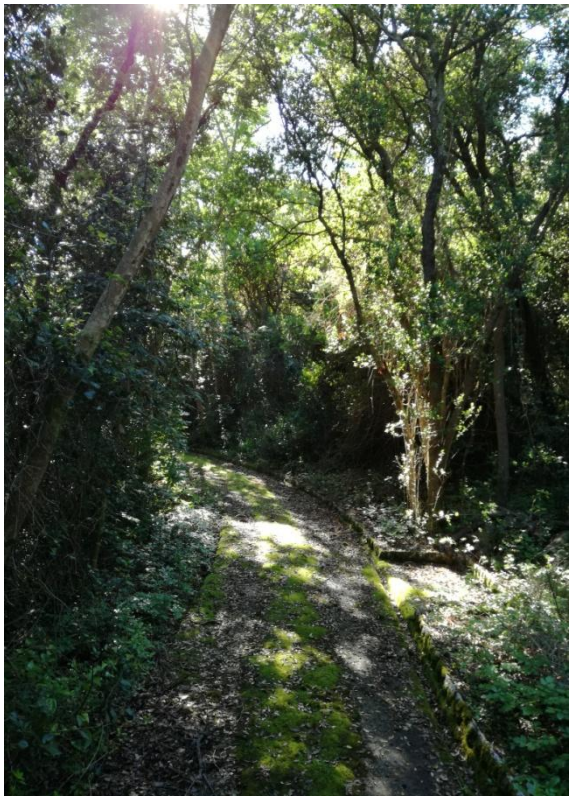
Slika 18. Stabla hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 57



Slika 19. Tetivka (*Smilax aspera* L.)obrašta stabla od krošnje do tla



Slika 20. Veritkalna slojevitost čini plohu neprohodnom



Slika 21. Zeleni tuneli, staze su tek toliko široke da se može prolaziti

4.5. STRUKTURNI ELEMENTI TRAJNE POKUSNE PLOHE 57

Sastojina crnike i makije gotovo je neprohodna na djelovima u kojoj su uz Bijelu vilu i uz cestu posađene mnoge alohtone vrste (bambus, cedrovi, španjolska jela, čempresi i dr.). Prema Programu gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003.-2012.) stabla crnike su dijelom iz panja a dijelom iz sjemena. Odsjek je ograđen žicom tako da nema utjecaja divljači na vegetaciju, što omogućuje prirodni rast i razvoj sastojine.

Na površini TPP 57 u svibnju 2017. godine zabilježena su ukupno 2634 stabla. Od toga 735 stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.), 1487 stabala lovora (*Laurus nobilis* L.), 224 stabla crnog jasena (*Fraxinus ornus* L.), 175 stabala širokolisne zelenike (*Phillyrea latifolia* L.), 10 stabala lemprike (*Viburnum tinus* L.) i 3 stabla obične planike (*Arbutus unedo* L.). Izmjera iz 1988. godine navodi 2583 drvenastih vrsta: 571 stablo crnike, 299 stabala crnog jasena, 924 stabla lovora, 289 stabala zelenike, 74 stabla lemprike, 355 stabala planike i još k tome 10 stabala velikog vrijesa (*Erica arborea* L.), 8 stabala tršlje (*Pistacia lentiscus* L.) i 53 stabla trišljike (*Rhamnus alaternus* L.).

Dakle zabilježeno je 51 stablo više, a razlika u broju vrsta može se opravdati činjenicom da mjerene površine na terenu 1988. godine i 2017. godine nisu u potpunosti identične, zbog specifičnosti terena. Primjećeno je veće povećanje broja stabala lovora, koji se izrazito dobro pomlađuje i dominira u sloju grmlja (do 5 m visine), te veće smanjenje ukupnog broja stabala obične planike.

Osim ukupnog broja stabala od kvantitativnih elemenata strukture prikazani su još temeljnica i volumen. Temeljnica je 1988. godine iznosila 33,68 m^2/ha, a volumen 145,92 m^3 dok je 2017. godine temeljnica 35,30 m^2/ha, a volumen sastojine 179,45 m^3. Dakle volumen se povećao i to za 33,53 m^3 što upućuje na progresivan sukcesijski tijek.

Slično se može primijetiti na temelju obilježja glavne vrste drveća, hrasta crnike. Temeljnica je 1988. godine iznosila 20,11 m^2/ha a volumen 88,55 m^3. Rezultati ovog istraživanja pokazuju iznos temeljnice od 28,81 m^2/ha i volumen od 149,21 m^3. Ukupni volumen hrasta crnike na TPP 57 povećao se za 60,66 m^3.

Iz Programa gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (2003.-2012.) za predjel Turanj (odjel 24a) naveden je broj od 402 stabla crnike po hektaru, a ostalih vrsta 475, što je ukupno

877 stabala po hektaru. Temeljnica za crniku je 18,04 m^2/ha, a za ostale vrste 8,07 m^2/ha, što znači da je ukupna temeljnica 26,11 m^2/ha. Volumen crnike je 125 m^3/ha, a ostalih vrsta 43 m^3/ha. Za cijeli predjel je onda ukupni volumen 168 m^3/ha. Volumni prirast za crniku je 2,50 m^3/ha, a za ostale vrste 0,21 m^3/ha, dakle sveukupni prirast sastojine je 2,71 m^3/ha.

S obzirom na metodu izmjere pri izradi Programa gospodarenja za GS Brijuni (2003.-2012.) i totalnu izmjeru provedenu prilikom ovog istraživanja, podaci su kompatibili što se vidi iz drvne zalihe (volumena).

Prema navedenim elementima strukture sastojine na TPP 57 može se zaključiti kako je ova sastojina u optimumu svoga razvoja i da predstavlja dobro razvijenu srednju šumu, a elementi strukture detaljnije su prikazani u tablicama 8. (izmjera 1988.) i 9. (izmjera 2017.).

Tablica 8. Struktura TPP 57 prema izmjeri 1988.godine

ŠUMARIJA: NP BRIJUNI
GOSPODARSKA JEDINICA: BIJELA VILA(TURANJ)
ODJEL/ODSJEK: 24 a

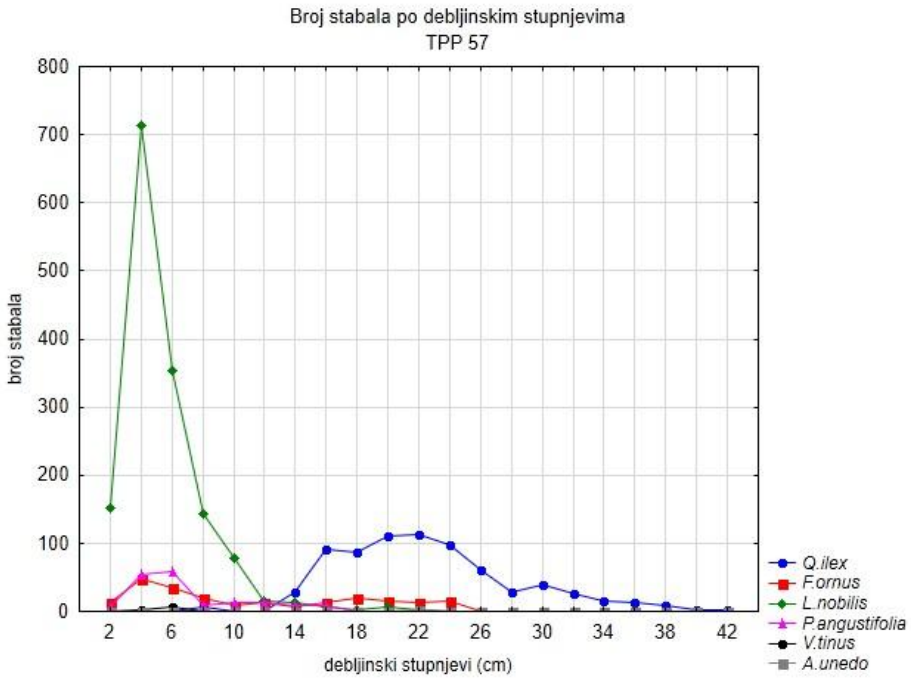
POKUSNA PLOHA: 57
POVRŠINA: 1 ha
DATUM: 1988.god.

Debljinski razredi	*Quercus ilex* L.			*Laurus nobilis* L.			*Fraxinus ornus* L.			*Viburnus tinus* L.			*Erica arborea* L.			*Arbutus unedo* L.			*Phillyrea latifolia* L.			*Pistacia lentiscus* L.			*Rhamnus alaternus* L.			UKUPNO		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
2																														
4				372	0,48	1,49	74	0,09	0,30	49	0,06	0,2	9	0,01	0,03	8	0,01	0,03	106	0,14	0,37	4	0,01	0,14	4	0,01	0,01	626	0,81	2,57
6	3	0,01	0,03	218	0,61	2,40	53	0,15	0,64	21	0,06	0,2	1		0,01	40	0,11	0,44	71	0,20	0,71	4	0,01	0,04	8	0,02	0,08	419	1,17	4,57
8	6	0,03	0,12	147	0,74	3,09	45	0,23	0,99	3	0,02	0,1				54	0,27	1,13	35	0,18	0,70				12	0,06	0,24	302	1,53	6,33
10	10	0,08	0,34	110	0,87	3,74	33	0,26	1,16	1	0,01	0,0				59	0,46	2,01	28	0,22	0,90				13	0,10	0,42	254	2,00	8,59
12	29	0,33	1,42	38	0,43	1,86	23	0,26	1,20							50	0,57	2,45	19	0,21	0,86				8	0,09	0,37	167	1,89	8,15
14	76	1,17	5,09	31	0,48	2,08	26	0,40	1,85							38	0,58	2,55	14	0,22	0,90				5	0,08	0,32	190	2,93	12,77
16	77	1,55	6,78	8	0,16	0,70	19	0,38	1,77							41	0,82	3,57	8	0,16	0,67				3	0,06	0,25	156	3,13	13,73
18	68	1,73	7,68				13	0,33	1,53							23	0,59	2,53	4	0,10	0,40							108	2,75	12,15
20	94	2,95	13,16				5	0,16	0,73							24	0,75	3,31	3	0,09	0,41							126	3,95	17,60
22	47	1,79	7,90				3	0,11	0,53							8	0,30	1,32	1	0,04	0,16							59	2,24	9,90
24	45	2,04	9,05													5	0,23	0,99										50	2,27	10,04
26	26	1,38	6,08													5	0,27	1,15										31	1,65	7,23
28	35	2,16	9,52				5	0,31	1,39																			40	2,47	10,91
30	19	1,34	5,93																									19	1,34	5,93
32	14	1,13	4,94																									14	1,13	4,94
34	3	0,27	1,19																									3	0,27	1,19
36	9	0,92	3,99																									9	0,92	3,99
38	4	0,45	1,97																									4	0,45	1,97
40	5	0,63	2,72																									5	0,63	2,72
42																												0	0,00	0,00
44	1	0,15	0,65																									1	0,15	0,65
UKUPNO	571	20,11	88,55	924	3,77	15,35	299	2,68	12,06	74	0,15	0,5	10	0,01	0,04	355	4,96	21,48	289	1,56	6,06	8	0,02	0,18	53	0,42	1,68	2583	33,68	145,92

Tablica 9. Struktura TPP 57 prema izmjeri 2017. godine

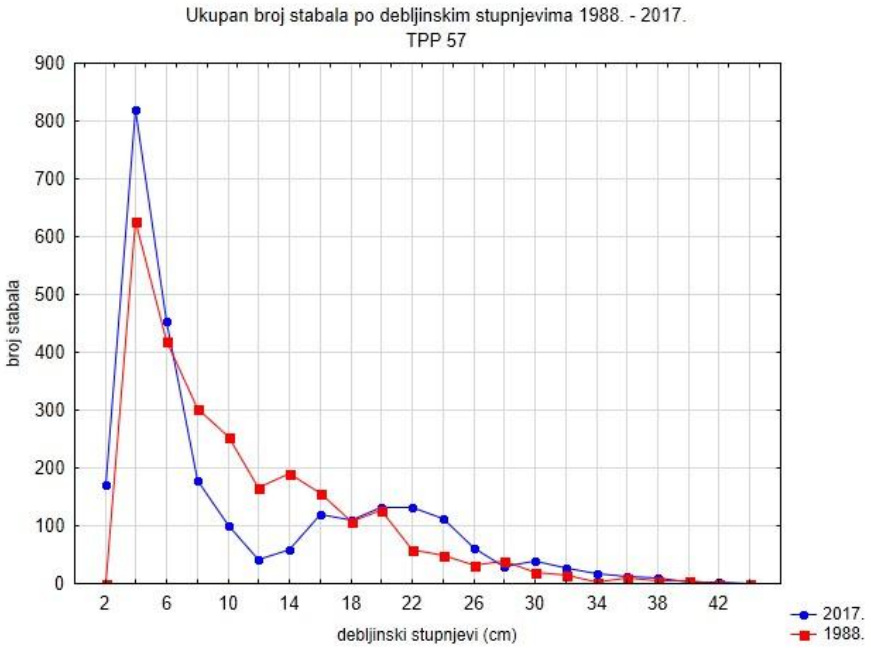
ŠUMARIJA: NP BRIJUNI				POKUSNA PLOHA: 57																	
PREDJEL: BIJELA VILA (TURANJ)				POVRŠINA: 1 ha																	
ODJEL/ODSJEK: 24 a				DATUM: 12.5.2017.																	
Debljinski razredi	*Quercus ilex* L.			*Fraxinus ornus* L.			*Laurus nobilis* L.			*Phillyrea angustifolia* L.			*Viburnum tinus* L.			*Arbutus unedo* L.			UKUPNO		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
2				13	0,00	0,01	152	0,04	0,10	6	0,00	0,00							172	0,05	0,12
4				49	0,03	0,11	713	0,49	1,42	55	0,04	0,12	3	0,00	0,01				820	0,57	1,67
6				36	0,07	0,30	353	0,66	2,24	58	0,11	0,34	7	0,01	0,03				454	0,85	2,91
8	6	0,03	0,13	19	0,07	0,38	143	0,49	2,02	10	0,04	0,12							178	0,63	2,65
10				10	0,06	0,35	78	0,48	2,18	13	0,08	0,26							100	0,62	2,79
12				13	0,13	0,75	16	0,15	0,74	13	0,13	0,51							42	0,41	2,00
14	29	0,40	2,15	6	0,07	0,43	13	0,18	0,92	10	0,13	0,55							58	0,78	4,05
16	91	1,59	8,11	13	0,25	1,48	6	0,11	0,60	10	0,16	0,77							120	2,11	10,95
18	87	1,98	10,23	19	0,45	2,48	3	0,07	0,44										110	2,50	13,15
20	110	3,05	16,14	16	0,47	2,63	6	0,18	0,95										133	3,70	19,73
22	113	3,95	20,72	13	0,45	2,51	3	0,10	0,51							3	0,10	0,35	133	4,61	24,10
24	97	4,02	20,67	16	0,66	3,63													113	4,68	24,30
26	62	3,03	15,94																62	3,03	15,94
28	29	1,65	8,62																29	1,65	8,62
30	39	2,61	13,50																39	2,61	13,50
32	26	1,96	10,00																26	1,96	10,00
34	16	1,39	7,23																16	1,39	7,23
36	13	1,23	6,38																13	1,23	6,38
38	10	1,06	5,06																10	1,06	5,06
40	3	0,40	2,09																3	0,40	2,09
42	3	0,44	2,22																3	0,44	2,22
UKUPNO:	735	28,81	149,21	224	2,72	15,05	1487	2,961	12,134	175	0,69	2,69	10	0,01	0,05	3	0,10	0,35	2634	35,30	179,47

Struktura sastojine se ne promatra kao stalna veličina. Postojanje vremenske sastavnice i njezin utjecaj na promjene strukture sastojine osobito su važni. Stanišni uvjeti, prirodna klimatsko-vegetacijska obilježja i razvojni stadiji tijekom vremena stalno doživljavaju dinamične promjene koje su posljedica rasta i izlučivanja stabala, kao i različitih poremećaja (biotičkih, klimatskih). Prikazivanje, utvrđivanje i razmatranje strukture sastojine najčešće se zasniva na krivuljama raspodjele broja stabala po debljinskim stupnjevima, u kojima je zavisna varijabla (os y) broj stabala po hektaru, a nezavisna varijabla (os x) prsni promjer, odnosno debljinski stupanj (Čavlović, 2013).



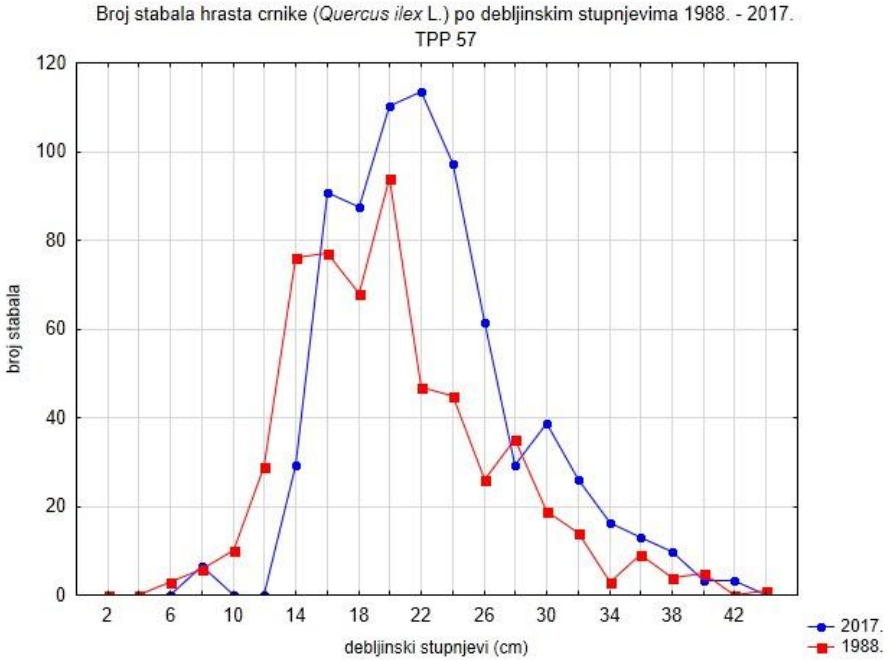
Slika 22. Broj stabala po debljinskim stupnjevima na TPP 57 2017. godine

Krivulja raspodjele stabala prema debljinskim stupnjevima za TPP 57 prikazuje različite dimenzije stabala: od tankih, prvih debljinskih stupnjeva, do stabala promjera koji odgovara zrelim stablima. U sloju grmlja dominira lovor a prisutne su i ostale drvenaste vrste koje su elementi asocijacije, ali znatno ne pridonose njenom volumenu već biološkoj raznolikosti. U višim debljinskim stupnjevima dominira hrast crnika.



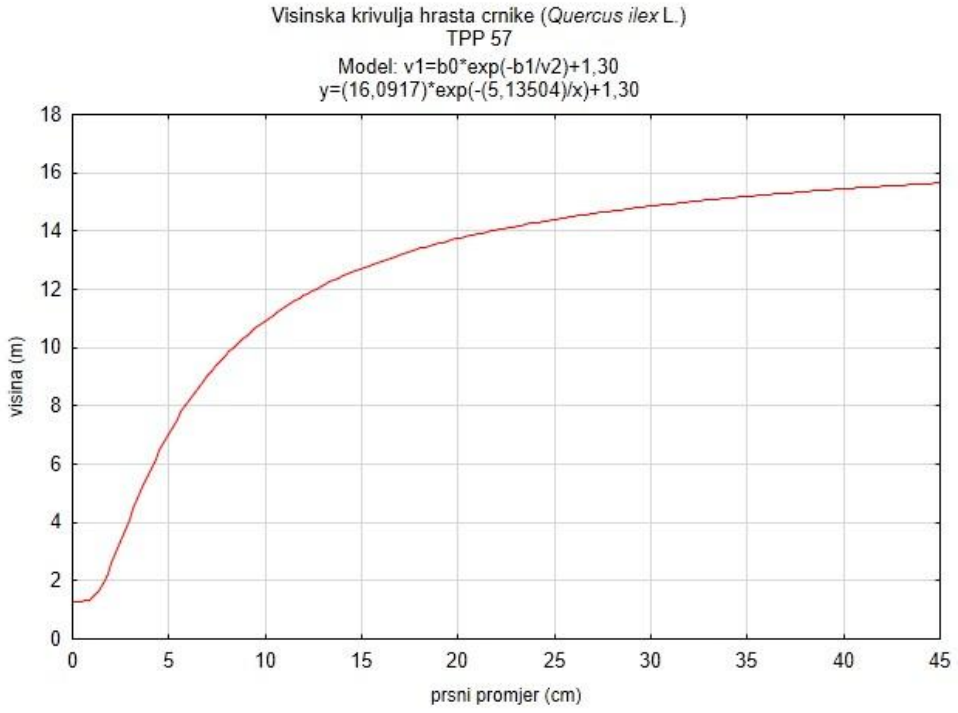
Slika 23. Usporedba ukupnog broja stabala na TPP 57 1988. i 2017. godine

Ukupan broj stabala nešto je veći 2017. godine nego što je bio 1988. Tome pridonosi velik broj stabala u nižim debljinskim stupnjevima, osobito lovora, što utječe na oblik krivulje strukture sastojine koja ima prijelazni oblik. No na slici 24., kako navode Pranjić i Lukić (1986) distribucije prsnih promjera hrasta crnike su unimodalne desno skošene tipične za jednodobne sastojine crnike i struktura poprima zvonolik oblik.



Slika 24. Usporedba broja stabala hrasta crnike (*Quercus ilex* L.) na TPP 57 1988. i 2017. godine

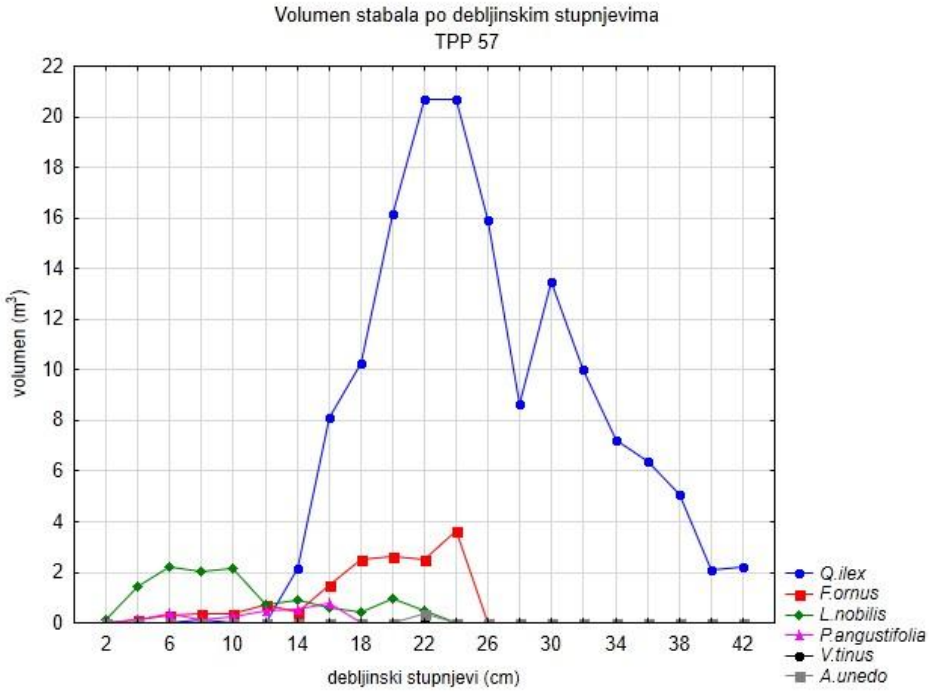
Sastojinska visinska krivulja kao element strukture pokazatelj je dobi sastojine i kvalitete staništa. Ona za određenu dob sastojine prikazuje stohastičku ovisnost visine stabala o prsnom promjeru (Čavlović, 2013).



Slika 25. Sastojinska visinska krivulja za TPP 57 2017. godine

Niz sastojinskih visinskih krivulja predočuje razvoj visine jednodobne sastojine tako što se sastojinske visinske krivulje u koordinatnom sustavu pomiču udesno i prema gore kako se povećava dob sastojine. Pomicanje krivulja udesno posljedica je razvoja debljinske strukture, a pomicanje prema gore rezultat je rasta svih stabala u visinu te izlučivanja najnižih stabala. Kad je riječ o razvoju debljinske strukture, valja naglasiti da se raspon promjera sastojinskih visinskih krivulja povećava s dobi sastojine. Suprotno tome, raspon visina stabala se smanjuje, odnosno nagib sastojinske visinske krivulje smanjuje se s povećanjem dobi sastojine. To je povezano s izlučivanjem stabala. U mladosti su visinski prirast i izlučivanje stabala intenzivni, pa je raspon visina veći nego u starim sastojinama, u kojima su stabla izlučena, a visinski je prirast slab (Čavlović, 2013).

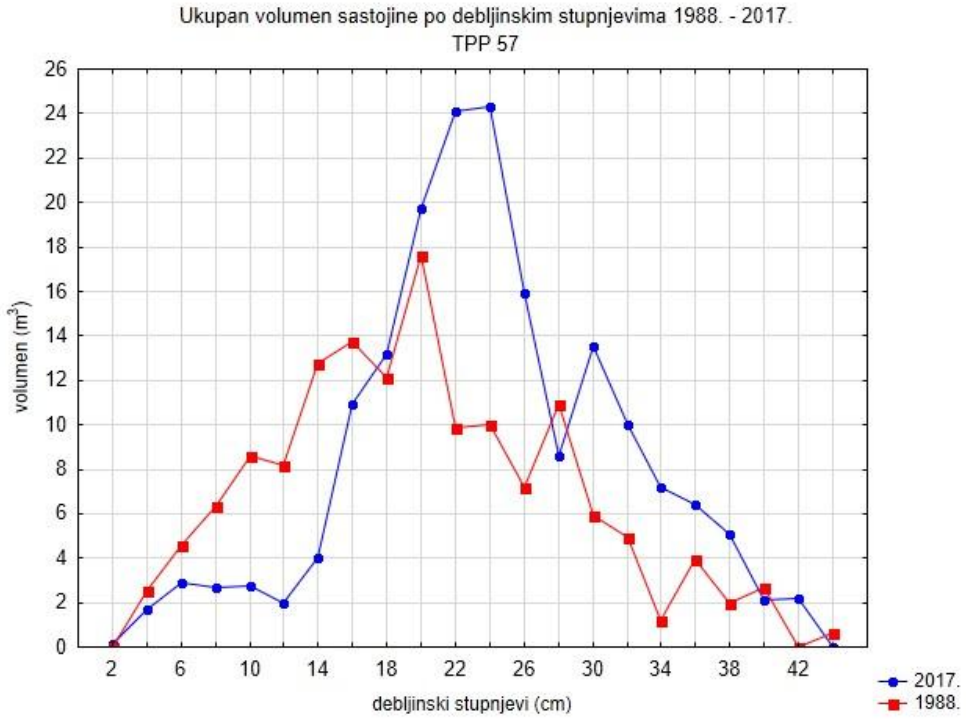
Struktura drvena zalihe sastojine označava raspodjelu drvne zalihe prema vrstama drveća te, posebno, raspodjelu drvne zalihe pojedinih vrsta drveća i ukupne drvne zalihe prema debljinskim stupnjevima ili debljinskim razredima (Čavlović 2013).



Slika 26. Prikaz strukture drvne zalihe TPP 57 2017. godine

Volumen sastojine na TPP 57 najviše je akumuliran u srednjim debljinskim stupnjevima, dok ga očekivano najmanje ima u najnižim i najvišim debljinskim stupnjevima. Također, ponovno možemo gotovo izjednačiti volumen hrasta crnike na plohi s ukupnim volumenom, ostale vrste pojavljuju se većinski u sloju grmlja, manjih su dimenzija, tek poneki crni jasen (*Fraxinus ornus* L.) dostiže dimenzije srednjih debljinskih stupnjeva.

Struktura i količina drvne zalihe pojedinih sastojina može se kretati u širokom rasponu, ovisno o sastavu vrsta drveća, bonitetu, dobi i načinu gospodarenja. U jednodobnim sastojinama na iznos i strukturu drvne zalihe utječu dob, bonitet i sastav vrsta drveća (Čavolović, 2013). Iz tog razloga na slici 27. prikazan je ukupan volumen sastojine 1988. godine i stanje kakvo je danas.



Slika 27. Prikaz strukture drvne zalihe sastojine na TPP 57 1988. i 2017. godine

Iz prikaza strukture drvne zalihe jasno je vidljiva akumulacija volumena kroz vrijeme, odnosno porast volumena s povećanjem dobi sastojine. Danas je veći broj stabala koncentriran oko srednjih debljinskih stupnjeva nego što je to bio 1988. godine i volumen je veći za iznos koji bi okvirno odgovarao volumnom prirastu hrasta crnike za proteklo razdoblje. Uzimajući volumen kao reprezentativan pokazatelj sukcesije lako se iz priloženog da pratiti pozitivan sukcesivan razvoj, ali i značaj hrasta crnike u tom procesu.

4.6. ANALIZA VEGETACIJE NA TRAJNOJ POKUSNOJ PLOHI 57

Tablica 10. Fitocenološke snimke TPP 57

Broj plohe	TPP 57		
Lokalitet	Bijela vila (Turanj)		
Veličina snimke	400 m²		
Sastojina	Šuma hrasta crnike i crnog jasena		
Nadmorska visina	15 - 20 m		
Izloženost	JZ		
Matični supstrat	vapnenac		
Nagib	1 - 3 %		
Datum	10.2.1988.	9.5.2017.	9.5.2017.
Pokrovnost			
Sloj drveća	95%	95%	90%
Sloj grmlja	75%	70%	60%
Prizemni sloj	35%	25%	30%
Vrsta	**Procjena**		
I - Sloj drveća			
Quercus ilex L.	4	4	4
Laurus nobilis L.	2	2	+
Phillyrea latifolia L.	1	+	-
Fraxinus ornus L.	1	1	+
Arbutus unedo L.	1	-	-
II - Sloj grmlja			
Laurus nobilis L.	3	3	3
Ruscus aculeatus L.	2	2	2
Phillyrea latifolia L.	2	+	1
Viburnum tinus L.	1	1	+
Arbutus unedo L.	1	-	-
Smilax aspera L.	+	1	1
Pistacia lentiscus L.	+	+	-
Rhamnus alaternus L.	+	-	-
Myrtus communis L.	+	-	-
Rosa sempervirens L.	+	-	-
Erica arborea L.	+	-	-
Quercus ilex L.	-	+	1
III - Sloj prizemnog rašća			
Laurus nobilis L.	2	2	2
Arum italicum Mill.	1	-	-
Ruscus aculeatus L.	1	1	1
Viburnum tinus L.	1	1	+
Brachypodium ramosum (L) R.S.	+	-	-
Phillyrea latifolia L.	+	+	1
Asparagus acutifolius L.	+	+	-
Rubus ulmifolius Schott.	+	-	-
Quercus ilex L.	1	1	1
Smilax aspera L.	-	+	+
Fraxinus ornus L.	-	1	1

Prema Programu gospodarenja za GS Brijuni (2003.-2012.) sastojina unutar rezidencijalnog parka Bijele vile dijelom je nastala iz sjemena, a dijelom iz panja. Sastojina na TPP 57 gusta je, gotovo neprohodna, vertikalno ispunjena u svim slojevima. U sloju drveća najzastupljeniji je hrast crnika, dok je sloj grmlja izrazito bujan i gust, a najviše ima lovora. Sloj prizemnog rašća također je razvijen, uglavnom ga ispunjavaju ponik i pomladak crnike, lovora i drugih vrsta a pojavljuju se još i bodljikava veprina (*Ruscus aculeatus* L.), oštrolisna šparoga (*Asparagus acutifolius* L.), tetivka (*Smilax aspera* L.) i druge.

Skeletnost mjerene plohe je zanemariva, vidljiv je tek pokoji kamen na površini. No zamjetni su procesi humifikacije i kao produkt toga debeli sloj listinca od 2 do 5 cm što omogućuje bujan rast i razvoj vegetacije.

Stabla unutar TPP 57 dobrog su zdravstvenog stanja, bez zamjetnih znakova oboljenja, s obzirom da je cijelo područje ograđeno nema šteta od divljači.

Zbog zamjetnog gustog sloja grmlja i prizemnog rašća istraženo je i stanje ponika i pomlatka i to na način da su se osnovale privremene pokusne plohe unutar površine TPP 57. Osnovano je pet privremenih pokusnih ploha, svaka veličine 5 x 5 m i to tako da se najbolje obuhvate što raznolikiji dijelovi trajne pokusne plohe.

Struktura ponika i pomlatka iskazana je po visinskim klasama od 25 (1-450) cm i po vrstama drveća, a u tablici 11. iskazane su vrijednosti za svaku vrstu drveća posebno, ukupna vrijednost svake klase i svake vrste i vrijednosti po hektaru.

Tablica 11. Struktura ponika i pomlatka po visinskim klasama i vrstama drveća za TPP 57

Šumarija: NP Brijuni		**Pokusna ploha: 57**				
Predjel: Bijela vila (Turanj)		**Površina: (5 m x 5 m) x 5 = 125 m^2**				
Odjel/odsjek: 24a		**Datum izmjere: 10.5.2017.**				
Visinska klasa (cm)	*Quercus ilex* L.	*Fraxinus ornus* L.	*Laurus nobilis* L.	*Phillyrea latifolia* L.	Ukupno	Po ha
1-25	211	181	324	22	738	59040
26-50	17	6	122	5	150	12000
51-75	-	-	39	2	41	3280
76-100	-	-	16	2	18	1440
101-125	-	-	2	4	6	480
126-150	-	-	4	-	4	320
151-175	-	-	21	2	23	1840
176-200	-	-	14	-	14	1120
201-225	-	-	2	-	2	160
226-250	-	-	5	-	5	400
251-275	-	-	1	-	1	80
276-300	-	-	6	-	6	480
301-325	-	2	-	-	2	160
326-350	-	-	1	-	1	80
351-375	-	-	-	-	-	-
376-400	-	-	-	-	-	-
401-425	-	-	-	1	1	80
Ukupno:	228	189	557	38	1012	80960
Po ha:	18240	15120	44560	3040	80960	

Iz prikazanih rezultata vidljivo je kako lovora ima zamjetno najviše, zabilježeno je 557 biljaka na pokusnim plohama, odnosno 44 560 biljaka po hektaru, te je prisutan u gotovo svim visinskim klasama. Crnike ima u prve dvije visinske klase (do 50 cm) što upućuje na dobru klijavost žira. Osim navedenih, zabilježen je još ponik i pomladak crnog jasena (*Fraxinus ornus* L.), također dominantno u prvim visinskim klasama, i širokolisne zelenike *(Phillyrea latifolia* L.). Ukupno je zabilježeno 1012 biljaka svih vrsta, najviše u prvoj klasi (1-25 cm), odnosno u razvojnom stadiju ponika.

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem mogu se upotrijebiti za daljnje mjerenje i praćenje prirodne obnove šume na TPP 57.

5. ZAKLJUČAK

Na oko tri kilometra od istarskog kopna smjestio se Nacionalni park Brijuni, otočje koje se odlikuje očuvanim kopnenim i morskim ekosustavima tipičnim za sjevernojadransko podneblje. Ono što ovaj Nacionalni park čini specifičnim je sprega prirodnih i antropogenih elemenata među kojima je ostvaran izuzetan sklad. Glavnina spomeničke baštine i najbolje očuvane zajednice šume hrasta crnike nalaze se na najvećem otoku, Velikom Brijunu.

Šuma hrasta crnike i crnoga jasena (As. *Fraxino orni-Quercetum ilicis* H-ić. (1956) 1958) na hrvatskoj obali je rijetko gdje sačuvana na većim površinama, što ju čini jednom od osobitosti brijunskog otočja. Iz tih razloga formirane su dvije trajne pokusne plohe za praćenje ekosustava na Velikom Brijunu: jedna u ograđenom prostoru rezidencijalnog parka Bijele vile (br. 57) i druga u slobodnom prostoru u predjelu Mrtvi vrh (br. 56).

Istraživanje na kojem se temelji ovaj rad provedeno je u svibnju 2017. godine na obje trajne pokusne plohe, u sklopu čega su analizirana vegetacijsko-ekološka obilježja tih sastojina. Dobiveni rezultati uspoređeni su sa posljednjom cjelovitom izmjerom istih ploha iz 1988. godine, a također se mogu upotrijebiti za daljnja buduća praćenja sastojina na ovim plohama.

Temeljem obrađenih podataka utvrđene su velike razlike između mjerenih površina. Za trajnu pokusnu plohu 56, veličine 1 ha, utvrđene su vrijednosti: 497 stabala, ukupne temeljnice 21,01 m^2/ha i volumena 110,90 m^3. Istodobno, za trajnu pokusnu plohu 57 ustanovljeni su sljedeći rezultati: 2634 stabla, ukupne temeljnice 35,30 m^2/ha i volumena 179,45 m^3.

Floristička slika dalje produbljuje razlike između ova dva lokaliteta. Na trajnoj pokusnoj plohi 56 gotovo uopće nema sloja grmlja i prizemnog rašća dok su na pokusnoj plohi 57 isti izrazito razvijeni i bujni, čineći sastojinu teško prohodnom. Nadalje, osim flornog osiromašenja na TPP 56 treba napomenuti i nemogućnost prirodnog pomlađivanja sastojine, dok je na TPP 57 evidentiran gust ponik i pomladak.

Razlog takve različitosti leži u činjenici da je TPP 57 ograđena i zaštićena od utjecaja divljači, dok je TPP 56 dostupna, ugrožena (obrštena) od prekobrojne visoke divljači. Ona svojim hranjenjem degradira sloj prizemnog rašća, grmlja, ali i donju etažu drveća zbog čega krošnjama nižih stabala nedostaju donje grane i ona imaju karakterističan kišobranast oblik.

S druge strane, TPP 57 nalazi se unutar područja koje se smatra vegetacijski najvrednijim dijelom brijunskog otočja, koje je predviđeno zaštititi kao rezervat šumske vegetacije. Sastav ovih šuma floristički je mnogo bogatiji, bujniji i vitalniji. Mjerena površina TPP 57 u svom je optimumu, u potpunosti odgovarajući konačnom stadiju mediteranske vegetacije.

S obzirom na mjerene elemente strukture sastojine 1988. i 2017. godine, sastojina na TPP 57 prirodno se razvija i raste dok je sastojina na TPP 56 degradirana. Osim izloženosti cjelogodišnjoj prekomjernoj ispaši od visoke divljači, primjećen je i veoma velik broj izvaljenih i polomljenih stabala većih dimenzija; pretežito lovora, kao posljedica štetnog djelovanja vjetra.

Pridodamo li takvom stanju nemogućnost prirodnog obnavljanja, nedostatak sloja grmlja i prizemnog rašća i lošije zdravstveno stanje, jasno je da takvoj sastojini predstoji izumiranje a cijelom području i opasnost od erozije. Kako bi se sastojina zaštitila od takvog ishoda nužno je provesti mjere zaštite.

Prije svega bitno smanjiti broj alohtone divljači i svesti njezin broj na održivost staništa i sastojinu privremeno zaštititi ogradom. Površinu TPP 57 i okolno područje zaštititi kao posebni rezervat šumske vegetacije i provoditi mjere u okviru te kategorije zaštite: zabraniti zahvate u prirodnim staništima, ograničiti posjećivanje, omogućiti obilazak samo po postojećim stazama i u svrhu znanstvenih istraživanja.

Osnovno polazište glede namjena šuma unutar zaštićenih područja je osiguranje potrajnosti ekosustava, održavanje općekorisnih funkcija i biološke raznolikosti, produktivnosti, obnavljanja i vitalnosti šuma u svrhu ispunjavanja ekoloških i socijalnih funkcija. Stoga se šumama Nacionalnog parka Brijuni prioritetno treba osigurati zaštita od utjecaja alohtone divljači kako bi one te funkcije mogle ispunjavati i u budućnosti.

LITERATURA

1. Anić M. (1945): Pogledi na šumsku vegetaciju Istre i susjednih zemalja, Šumarski list god.69, 13-23, Zagreb
2. Anić M. (1959): Šumsko-vegetacijski odnosi Istre. Zemljište i Biljka, VII, 1-3, 83-95, Beograd
3. Barčić D.,Španjol Ž., Antonić O.(2000): Vegetation succession on permanent plots in holm-oak (*Quercus ilex* L.) forests in Croatia, Glas.šum.pokuse 37, 133-143, Zagreb
4. Braun-Blanquet J. (1964): Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde, Springer, Wien – New York
5. Čavlović J. (2013): Osnove uređivanja šuma, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb
6. Franjić J., Škvorc Ž. (2010): Šumsko drveće i grmlje Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb
7. Horvatić S. (1963): Biljnogeografski položaj i raščlanjenje našeg Primorja u svjetlu suvremenih fitocenoloških istraživanja, Acta Botanica Croatica, Vol.22, 27-81, Zagreb
8. Idžojtić M. (2009): Dendrologija - list, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb
9. Idžojtić M. (2013): Dendrologija - cvijet, češer, plod, sjeme, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb
10. Javna ustanova Nacionalni park Brijuni: Plan upravljanja (2017. – 2026.)
11. Markotić M. (1997): Istraživanja obnove šuma hrasta crnike (*Orno-Quercetum ilicis*) na otočju Brijuni, Šumarski list br.7-8, 405-414, Zagreb
12. Matić S., Anić I., Oršanić M.(1997): Podizanje, njega i obnova šuma kao temeljni preduvjeti ekološkog, društvenog i gospodarskog napretka Mediterana, Šumarski list br.9-10, 463-472, Zagreb
13. Meštrović Š., Laginja R. (1990): Gospodarenje šumama hrasta crnike (*Orno Quercetum ilicis* Br.-Bl.), Glas.šum.pokuse 26, 425-432, Zagreb
14. Oikon d.o.o Institut za primjenjenu ekologiju, Arhikon d.o.o. (2015): Studija krajobraznog i prostornog identiteta otoka Veli Brijun, Zagreb
15. Podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske
16. Pranjić A., Lukić N. (1986): Obični broj i dvoulazne tablice volumena crnike *(Quercus ilex* L.), Glas.šum. pokuse, posebno izd. br. 2, 169-177, Zagreb

17. Prostorni plan Nacionalnog parka „Brijuni“(NN br. 45/01)
18. Rauš Đ., Seletković Z., Šegulja N., Topić J.(1980): Komparativna istraživanja ekosistema u Hrvatskoj (Prva faza), Šumarski list br. 5-6, 104-201, Zagreb
19. Springer P.O., Springer D. (2008): Otrovani modrozeleni planet- priručnik iz ekologije, ekotoksikologije i zaštite prirode i okoliša, Meridijani, Zagreb
20. Šegulja N., Rauš Đ. (1993): Sto trajnih ploha Republike Hrvatske (Ekološka istraživanja), Glas.šum.pokuse 29, 133-148, Zagreb
21. Škorić i sur. (1958): Pedosfera Istre (s pedološkom kartom Istre), Projektni savjet pedološke karte Hrvatske, posebno izdanje knjiga 2., 192, Zagreb
22. Šugar I. (1984): Novi pogledi na biljni pokrov i biljnogeografsku raščlanjenost Istre, Acta Botanica Croatica, Vol. 43, 225-234, Zagreb
23. Šugar I. (2005): Vegetacija, Istarska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 944, Zagreb
24. Šugar I. (2009): Zeleni krajolik Istre-ljepota i zdravlje, Hrvatska revija 4, Zagreb
25. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (2003): Program gospodarenja za gospodarsku jedinicu Brijuni (NP Brijuni 2003.-2012.), Zagreb
26. Trinajstić I. (1986): Fitogeografsko raščlanjenje šumske vegetacije istočnojadranskog sredozemnog područja-polazna osnovica u organizaciji gospodarenja mediteranskim šumama, Glas.šum.pokuse, posebno izd.br. 2, 53-67, Zagreb
27. Trinajstić I. (1998): Fitogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske, Šumarski list br.9-10, 407-421, Zagreb
28. Urošević M. (1985) : Brioni, kulturno-povijesni vodič, Zagreb
29. Vukelić J. (2012): Šumska vegetacija Hrvatske, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb
30. http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/man-and-biosphere-programme/