

# Raznolikost zajednica trčaka (Coleoptera: Carabidae) u mezofilnim bukovim šumama različite starosti Parka prirode Papuk

---

Lugić, Edin

Master's thesis / Diplomski rad

2009

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:864955>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

EDIN LUGIĆ

DIPLOMSKI RAD

RAZNOLIKOST ZAJEDNICA TRČAKA (INSECTA:  
COLEOPTERA: CARABIDAE) U MEZOFILNIM  
BUKOVIM ŠUMAMA RAZLIČITE STAROSTI PARKA  
PRIRODE PAPUK

ZAGREB, studeni 2009

Ovaj rad izrađen je u Zoologijskom zavodu, Biološkog odsjeka, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod vodstvom doc.dr.sc. Mladena Kučinića i pomoćnim voditeljstvom mr.sc. Lucije Šerić Jelaska radi stjecanja zvanja dipl. ing. biologije, smjer ekologija

Zahvaljujem mentoru doc.dr.sc. Mladenu Kučiniću, za prenešena znanja iz entomologije i zoologije, pomoćnoj voditeljici mr.sc. Luciji Šerić Jelaska, što me je uputila u svijet terestričke entomologije i ekologije, omogućila izradu ovog diplomskog rada i ugradila temeljne motive za daljnja istraživanja, te svim djelatnicima Odjeka za opću i sistematsku zoologiju, Zoologijskog zavoda, Biološkog odjeka.

Zahvaljujem i djelatnicima Parka prirode Papuk na ukazanoj pomoći pri istraživanju, a i ostvarenju samog istraživanja, posebno tadašnjoj nadzornici dr.sc. Vlatki Dumbović- Ružić.

Veliko hvala mojoj obitelji, prijateljima i kolegama za potporu tijekom cijelog studija.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno – matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

### **Raznolikost zajednica trčaka (Coleoptera: Carabidae) u mezofilnim bukovim šumama različite starosti Parka prirode Papuk**

Edin Lugić  
PMF, Biološki odsjek, Rooseveltov trg 6, 10 000 Zagreb

#### Sažetak:

Zajednice trčaka u mezofilnim bukovim šumama, uzorkovane su tijekom vegetacijske sezone 2008. godine (od lipnja do sredine rujna). Metodom lovnih posuda uzorkovano je na devet različitih ploha u šumama različite starosti: mlada šuma (sastojine od oko 60 godina starosti), srednje-dobna šuma (sastojine od oko 80 godina) te stara bukova šuma (sastojine od oko 150 godina). Sveukupno je uzorkovano 1239 jedinki, te je zabilježena prisutnost 31 vrsta. Najviši broj vrsta zabilježen je za srednje-dobnu i staru bukovu šumu. Shannon- Wiener-ova raznolikost je najviša za srednje-dobnu šumu, dok je najniža u mladoj šumi. Izračunom srednje individualne biomase trčaka (MIB - Mean Individual Biomass) za svaku pojedinu plohu, najstariji šumski ekosustav se izdvojio sa najvišom vrijednošću. Analizom dominantnosti trčaka, upravo je u najstarijoj šumi utvrđena dominacija velikih vrsta trčaka, koji su ujedno i šumski specijalisti, te zahtijevaju stabilan ekosustav za razvoj. MIB indeks se pokazao kao izvrstan alat u procjeni sukcesijskog stanja gospodarenih šuma, budućem upravljanju i zaštiti šumskih ekosustava.

(39 stranica, 16 slika, 9 tablica, 22 literaturnih navoda, jezik: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: trčci, MIB, Papuk, bukove šume

Voditelj: doc.dr.sc. Mladen Kučinić

Pomoćni voditelj: mr.sc. Lucija Šerić – Jelaska

Ocjenjivači: prof.dr.sc. Mirjana Pavlica

doc.dr.sc. Antun Alegro

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Graduation thesis

### **Diversity of ground beetle assemblages (Coleoptera: Carabidae) in meshophyllous beech stands of various ages in Nature park Papuk**

Edin Lugić  
PMF, Biološki odsjek, Roosveltov trg 6, 10 000 Zagreb

#### Abstract:

The ground beetle assemblages in meshophyllous beech stands were analysed during the vegetation period of the year 2008 (from June to September). Nine pitfall traps were placed in 3 types of forest: young one (beech stands old approximately 60 years), middle aged (stands 80 years old) and old type (stands about 150 years old). All together, 1239 were collected and 32 species recorded. The highest number of species is noted for middle-aged and old forests. Shannon – Wiener's diversity is highest in middle-aged forest, and lowest in young beech forest. MIB (Mean Individual Biomass) calculation for each age class brought out the oldest forest type with the highest value. Analysing dominance and activity of the ground beetle fauna, oldest forest type showed to be the habitat of large species, which are also forest specialists, and need stable conditions for its development. MIB index appear to be an excellent tool in evaluation of sucession level in logged forests, future management and conservation of the forest ecosystems.

(39 pages, 16 figures, 9 tables, 22 references, original in: croatian language)

Thesis deposited in Central biological library

Key words: ground beetles, MIB, Papuk, beech forests

Supervisors: Dr.sc. Mladen Kučinić, Asst. Prof.

Mr.sc. Lucija Šerić – Jelaska

Reviewers: dr.sc. Mirjana Pavlica, Asst. Prof.

dr.sc. Antun Alegro, Asst. Prof.

• **sadržaj**

**1. Uvod.....1**

- 1.1. Park prirode Papuk.....1
- 1.2. Šumska vegetacija Parka prirode Papuk.....3
- 1.3. Trčci kao indikatori.....6

**2. Materijali i metode.....10**

- 2.1. Odabir ploha i prikupljanje materijala.....10
- 2.2. Određivanje materijala i obrada podataka.....12

**3. Rezultati.....14**

**4. Rasprava.....28**

**5. Zaključak.....32**

**6. Literatura.....33**

# 1. UVOD

## 1.1. Park prirode Papuk

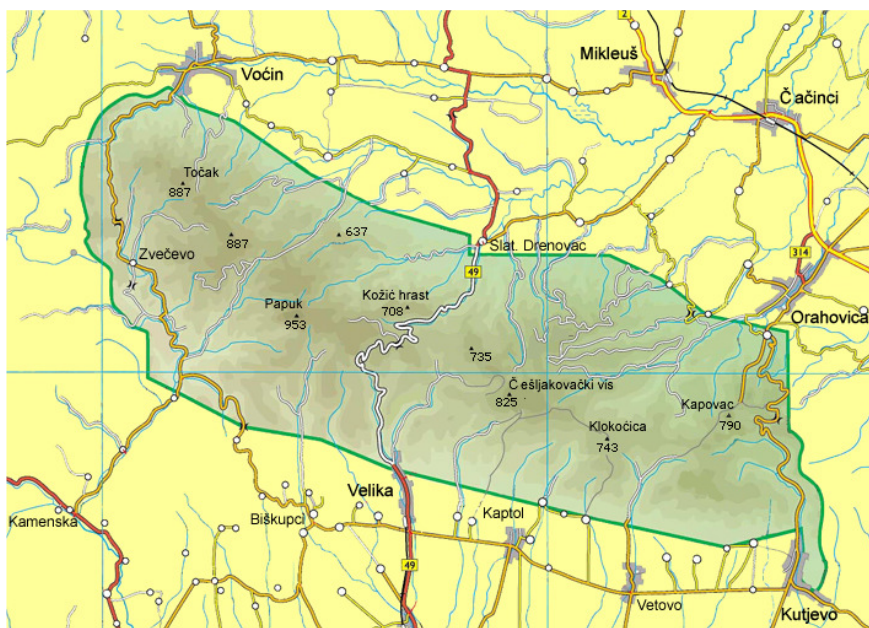
Park prirode Papuk je brdsko-planinsko područje Slavonije, iznimne geološke i biološke raznolikosti s vrijednom kulturno-povijesnom baštinom. Park prirode proglašen je 23. travnja 1999. odlukom Hrvatskoga državnog sabora, a 16. rujna 1999. Vlada Republike Hrvatske je osnovala Javnu ustanovu za upravljanje Parkom prirode. Površina Parka prirode Papuk je 336 km<sup>2</sup>, a prostire se na području dvije županije Požeško-slavonske i Virovitičko-podravske.

Područje obuhvaća veći dio planina Papuk i Krndije. Papuk i Krndija pripadaju Slavonskome gorju koje ima središnji geografski položaj u panonskom, nizinskom prostoru Slavonije, u okviru istočnoga dijela Hrvatske (slike 1 i 2). Smještene su u međuriječju Save i Drave, i oštro se izdižu iz područja Posavske i Podravske zaravni.



Slika 1. Geografski položaj parka prirode Papuk u RH (<http://hirc.botanic.hr>)

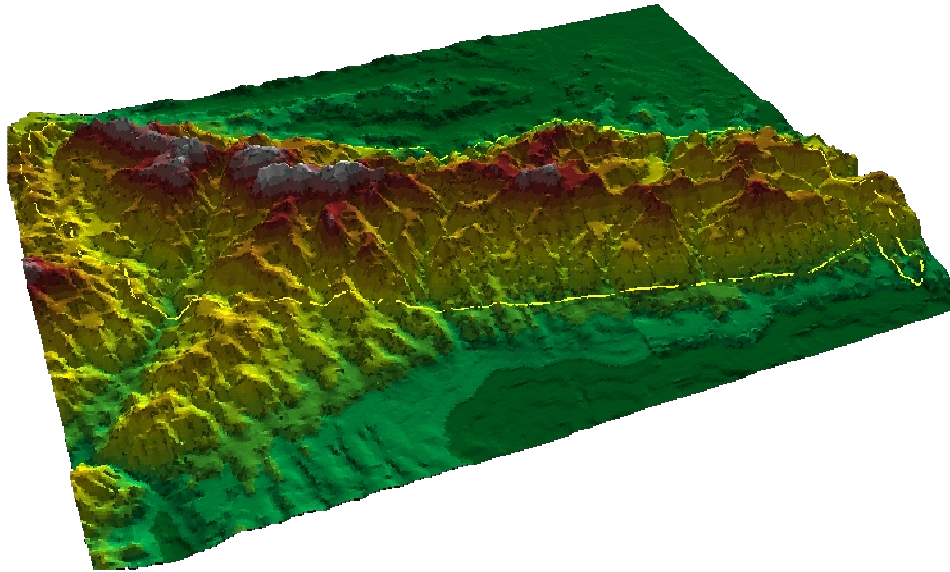




Slika 2. Granice Parka prirode Papuk

Većinom cjelovit šumski ekosustav je kako reljefno tako i visinski odijeljen od slavonske ravnice, tako da je najniža točka istraživanoga područja na sjeveru 162 m.n.v., a najviša u središnjem dijelu – Vrh Papuka 954 m.n.v.

Iako slavonska gorja nisu viša od 1000 m, njihova je prisutnost u krajobrazu vrlo uočljiva, budući da su okolne aluvijalne ravnice na samo oko 100 m nadmorske visine. Gorja su izrazito šumske površine, pa ih i to razlikuje i razdvaja od okolnoga poljoprivrednog krajobraza, te su najmarkantnija značajka reljefa istočne Hrvatske. Papučko-Krndijsko gorje proteže se smjerom istok-zapad. Od glavnoga grebena razvedene su gorske kose i slivovi u smjeru sjever-jug. Vršni greben ima funkciju vododjelnice brojnim pritocima između glavnih tekućica Drave na sjeveru i Save na jugu (slika 3) (Dumbović, 2007.)



Slika 3. Trodimenzionalni prikaz reljefa Parka prirode Papuk (Dumbović, 2007.)

Papuk obiluje potocima od kojih su veći Brzaja, Veličanka, Dubočanka i Kovačica, a tu se nalaze i tri manja, umjetna jezera: Orahovica, Jankovac i Zvečevo te prirodni termalni izvori ( $t=28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) u dolini potoka Dubočanke i Toplice kraj Orahovice. PP Papuk odlikuje izvanredna raznolikost biljnog i životinjskog svijeta (zaštićene biljne vrste, rijetka fauna, brojne šumske zajednice) te iznimna geološka raznolikost (litološka, kronostratigrafska i geomorfološka).

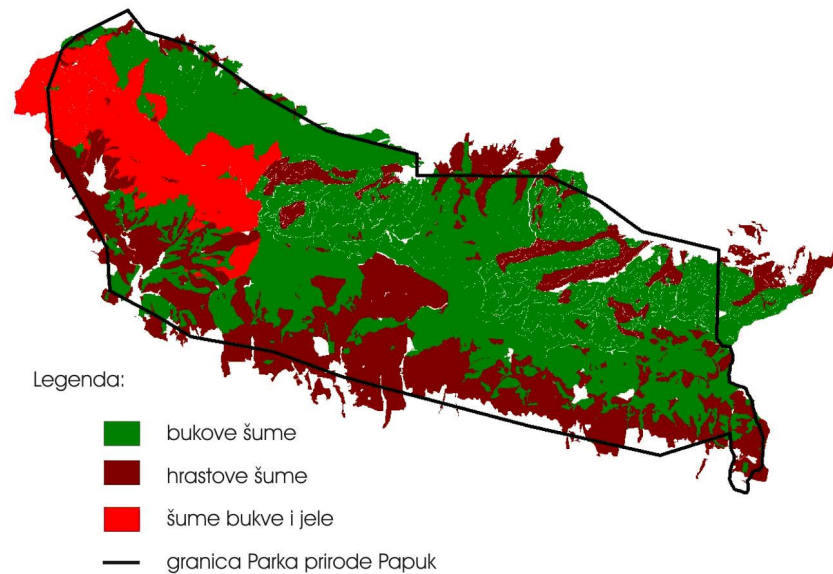
Na području se nalazi i sedam srednjovjekovnih gradova (Ružica grad, Velički grad, Kamengrad, Stari grad, Klak ...) te vrijedno arheološko nalazište iz starijega željeznoga doba (8. – 3. st. prije Krista) – Gradci kod Kaptola. Područje je naseljeno, a prirodni resursi (drvo, kamen, voda...) iskorištavani od predhistorijskog doba.

## 1.2. Šumska vegetacija Parka prirode Papuk

Šumske površine prekrivaju najveći dio (više od 96 %) površine Parka prirode Papuk. Geografski i klimatski uvjeti staništa na području Parka prirode su vrlo složeni, što se odražava na raznolikost šumske vegetacije. U Parku prirode Papuk utvrđeno je 13 šumskih biljnih zajednica (Samarđić, 2005.). Bukove šume zauzimaju najveće područje (više od 50% površine). Od vrsta drveća u ukupnoj drvnjoj masi dominira obična bukva s 47 %, zatim hrast kitnjak s 34 %, obična jela 6 %, obični grab 5 % i ostale vrste s 8 % (Samarđić, 2005.).

Šume bukve dominiraju sjevernim obroncima Papuka, u višim predjelima (iznad 650 m), ali se po udolinama spuštaju znatno niže u pojas kitnjakovo-grabovih šuma pa čak i u vlažne šume običnoga graba i hrasta lužnjaka. Šume bukve i jele

rasprostranjene su na najvišim područjima, u sjeverno-zapadnom dijelu Papuka (slika 4).



Slika 4. Šume Parka prirode Papuk (Samarđić, 2005.)

Šumama Parka prirode Papuk gospodari 7 šumarija "Hrvatskih šuma" d.o.o., iz dvije Uprave šuma (podružnica Požega i Našice), Šumarski fakultet Zagreb i privatni posjednici (iako vrlo malom površinom šuma). Površina šuma je razdijeljena u 13 gospodarskih jedinica za koje se svakih deset godina izrađuju šumskogospodarski planovi, tj. Osnove gospodarenja. Organizirano, plansko gospodarenje šumama provodi se više od 80 godina.

Na području Parka prirode trenutno je iz intenzivnog gospodarenja izuzeto samo 1400 ha (4,4 %) šume, tj. te se šume manje ili više razvijaju prema prašumskim sastojinama. To su tzv. zaštitne šume i šume posebne namjene. Zaštitne šume nalaze se na vrlo strmim ili teško pristupačnim terenima i ekonomski nezanimljive, a njihova bi sječa uzrokovala erozije. U šume posebne namjene pripadaju sjemenske sastojine, šume za odmor i rekreaciju te sastojine za znanstvena istraživanja kojima se gospodari se različitim intenzitetom. U šume posebne namjene pripadaju i Park šuma Jankovac, posebni botanički rezervat „Turjak-Mališčak-Pliš-Lapjak“ i posebni rezervat šumske vegetacije „Sekulinačka planina“. **Park šuma Jankovac (600,6 ha) je ujedno i najveći kompleks stare (>140 godina) bukove šume na Papuku.** Šume "posebne namjene", dakle,

zauzimaju 3,31 %, dok godspodarske šume zauzimaju 95,63 % ukupne površine šumskog pokrova Parka (Dumbović, 2007.)

Šumama bukve i jele u Parku prirode Papuk u proteklih se desetak godina počelo gospodariti na **preborni** način. Preborne (raznodobne) šume su one kod kojih na istoj površini rastu stabla različitih visina, debljina i starosti. Sječa se obavlja pojedinačno (uglavnom se sijeku zrela stabla) ili se sijeku manje površine šume. Na šumskom području s prebornim načinom gospodarenja uvijek postoji visoka šuma (Dumbović, 2007).

Za razliku od bukovo-jelovih šuma, bukovim i hrastovim šumama gospodari se kao **jednodobnim** (regularnim) šumama. Jednodobne sastojine su one kod kojih na istoj površini rastu stabla podjednake visina, debljina i starosti. Nakon što stabla u takvim šumama dosegnu najvišu ekonomsku vrijednost (ophodnju, koja za šume hrasta kitnjaka iznosi 120 godina, a za bukove šume 100 godina) pristupa se tzv. dovršnom sijeku svih stabala u šumi (Slika 5). Pritom površine od desetak i više hektara visoke šume nestaju, tj. na njima ostaje samo pomladak i mladik (sloj grmlja) (Dumbović, 2007.)



Slika 5. Gospodarenje jednodobnim šumama u Parku prirode Papuk – dovršni sijek u bukovoj šumi (fotografija- Dumbović, V.)

### 1.3. Trčci kao indikatori

Prema autorima Gullan i Cratson (2005.) porodica trčaka lat. Carabidae spada u koljeno životinja Arthropoda, razred Insecta, podrazred Pterygota, diviziju Neoptera, nadred Endopterygota i red Coleoptera ili tvrdokrilaša. Pterygota znači da su to kukci koji imaju krila ili su ih sekundarno izgubili. U Neoptera ili Novokrilaše ih uključuje svojstvo da mogu presaviti krila na abdomen pri odmoru te svojstvo da u venaciji krila izostaju mrežaste triadične vene. Nadred Endopterygota ili Holometabola uključuje kukce koji imaju holometaboliju – potpunu preobrazbu, pri kojoj se ličinke izrazito razlikuju od odraslih oblika. Krila i genitalni organi evaginiraju se tek pri preposlijednjem presvlačenju. Pupa ili kukuljica je mirujući, ne-hraneći stadij. Red Coleoptera filogenetski spada u rane grane endopterigotske skupine. Najznačajnije svojstvo reda kornjaša je postojanje tzv. elitri koje su sklerotizirana prednja krila. Ispod elitri nalazi se drugi par krila. Među samim kornjašima mogu se razlikovati 4 skupine: Archostemata, Adephaga, Polyphaga i Myxophaga. Adephaga, skupina kojoj pripadaju i trčci, veoma je raznolika. Odrasli oblici imaju notopleuralne suture vidljive na prednjem prsnom kolutiću - protoraxu i 6 vidljivih začanih trbušnih pločica (sternita) i prva tri kolutića združena u jedan ventrit koji je podijeljen sa zglobovom kuka (coxa). Karakteristično za ovu skupinu je i pigidijalna obrambena žlijezda. Trčci su najbrojnija porodica skupine Adephaga u koju spadaju i vodene porodice Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae i Noteridae, a također i mikofagna porodica Rhysoidae.

Porodica trčaka danas broji oko 40 000 vrsta u svijetu (Šerić Jelaska, 2008.)

U radu kanadskih znanstvenica Pearce i Venier (2006) navodi se potreba za pronalaženjem "idealnog" indikatora za kvalitetno nadgledanje šumskih ekosustava. One razlikuju 3 grupe indikatorskih vrsta: 1) indikatori bioraznolikosti, 2) okološni indikatori te 3) ekološki indikatori. Prvi, pokazuju deskriptivnu funkciju tj. ukazuju na prisutnost ili odsutnost seta drugih vrsta. Drugi, okolišni, su također opisni, jer ukazuju na promjene u abiotičkoj komponenti ekosustava. Ekološki indikatori, razlikuju se po tome što ukazuju na funkcionalan odgovor pokazujući učinke okolišnih promjena na biotičke sustave, uključujući vrste, zajednice i ekosustave. Upravo takvi indikatori trebaju se koristiti u održivom šumskom upravljanju. Ekološki indikatori moraju pružiti podatke o učincima upravljanja šumama na funkcioniranje ekosustava,

kako bi bilo održivo i produktivno. Potreba da bioindikatorska skupina održivog upravljanja šumom ima funkcionalnu ulogu, radije nego deskriptivnu, donosi mnogo konkretniju osnovu za interpretaciju važnosti promjena i njihovu analizu. Na primjer, promjene u vegetacijskoj strukturi mogu se mjeriti direktno, ali ekološki indikator pomaže u cjelokupnom razumijevanju utjecaja na biotičku komponentu. Na taj način, bioindikator mogu ujedno nadgledati promjene u ekosustavu, pomoći identificirati i uputiti na uzročnike stresa te biti temelj upravljanja šumama.

Među beskralježnjacima, trčci i pauci široko su prepoznati kao bioindikator kvalitete šumskih ekosustava (na primjer u istraživanjima: Duchesne i McAlpine, 1993., Niemela et al. 1993., Butterfield et al. 1995., Beaudry et al. 1997., Atlegrim et al. 1997., Churchill, 1997., Duchesne et al. 1999., Bromham et al. 1999., Werner i Raffa, 2000., Heyborne et al. 2003.)

Prvenstveno, zadaća indikatora je zahvatiti temeljne, često nevidljive, promjene u ekosustavu, a ne samo upućivanje na narušavanje ekosustava *per se*. Bioindikatorska skupina treba biti dio „tima“ bioindikatora koji će proizvesti holistički i kompletan pristup održivosti. Očuvanje bioraznolikosti šuma uslijedit će iz održanja integriteta tih ekosustava (Pearce i Venier, 2006.)

Ekološki indikatori moraju zadovoljiti 4 mjerila: moraju biti jednostavni i podesni za uzorkovanje, biti jednostavno i pouzdano identificirani te biti funkcionalno značajni i dosljedno odgovarati na poremećaje u ekosustavu. Trčci lako zadovoljavaju prva tri kriterija. Naime, trčci su predatori i ekološki bitni zbog svoje uloge „reguliranja“ populacija beskralježnjaka kojima se hrane (puževi, gujavice, skokuni). Njihova velika biomasa ih također čini važnim izvorom hrane za veće predatore kao što su mali sisavci, ptice i daždevnjaci.

Ekonomski su isplativi za uzorkovanje, mogu se uzorkovati simultano s velikim brojem jedinki, koristeći tehniku pasivnog uzorkovanja - uzorkovanje lovnim posudama. Također, trčci su dobro poznata i istražena taksonomska skupina sjeverne hemisfere. Ključevima za determinaciju, lako se odredi vrsta prema vanjskim, morfološkim obilježjima.

Znanstvenici predlažu trčke kao skupinu koja je usko povezana sa strukturom staništa i/ili povezanim mikroklimatskim čimbenicima (Thiele, 1997.; Samuel et al. 1999.) koji mogu biti izmijenjeni antropogenom aktivnošću. Na primjer, trčci pokazuju odgovor na tip listinca (Bergeron, 1991, Niemela et al. 1992., Koivula et al. 1999.,

Pearce et al., 2003.) i dubinu listinca (Bultman i Uetz, 1984.), poremećaj u strukturi tla (Pearce et al., 2003), temperaturu tla (Li i Jackson, 1996.), vlažnost tla (Niemela et al., 1992), pH tla (Paje i Mossakowski, 1984.)

Šumske vrste trčaka preferiraju hladnije temperature i višu vlažnost, dok vrste otvorenih staništa preferiraju toplije temperature i nisku vlažnost. Velike promjene u temperaturi i redukcija vlage utječu na promjenu zajednica tla. Narušavanja šumskih sustava (izgradnja cesta, sječa) uzrokuju djelomično ili potpuno uklanjanje krošnji. Zatvorene krošnje, djeluju kao vjetrobran i izvor sjene koji moduliraju uvjete na šumskom tlu. Uklanjanje krošnji rezultira povećanom insolacijom, višim temperaturnim promjenama, sušim mikroklimatskim prilikama i povećanim protokom vjetra.

Tip i dubina listinca bitni su parametri mikorstaništa trčaka, kao mjesto lova i sakrivanja od predatora i isušivanja. Drvni ostatci također su bitan dio staništa za trčke, kao mjesto prezimljavanja, ostavljanja jaja i ličinačkog razvoja (Goulet, 1974., Thiele, 1977; Buddle et al. 2000.).

Korištenjem intenzivnih strojeva pri sječi, dolazi do promjena u strukturi tla, uklanjanja kamenja, drvnih ostataka, gubi se sloj listinca, dolazi i do promjena u vodnom režimu.

Kao važna karika u hranidbenoj mreži šumskih ekosustava, trčci su skupina koja može dati odgovor na nepovoljno upravljanje šumama (Pearce i Venier, 2006.)

Szyzsko i sur. (2000) su pomoću vrijednosti srednje individualne biomase (MIB) za istraživane zajednice trčaka pratili utjecaj različitih sukcesijskih stadija u šumskim staništima i preporučili metodu za vrednovanje sukcesijskih stadija, ali i kao mjeru stabilnosti šumskih ekosustava, zbog njene jednostavnosti i mogućnosti primjene i na starijim uzorcima koji su pohranjeni u zbirnama (Szyzsko i Schwerk, 2000.).

Rascjepkanošću šumskih staništa, pojavljuje se sve više izoliranih šumskih područja, „šumskih otoka“. Za određene vrste trčaka koji su šumski specijalisti, s uskom ekološkom valencijom, ne postoji mogućnost širenja na druga područja jer ne postoji prostor (koridor ili „stepping stone“) koji povezuje šumska staništa. Za mnoge stenotopne vrste velike poljoprivredne površine ili prometnice predstavljaju nepremostivu zapreku, a takve vrste su uglavnom slabi ili nikakvi letači i stoga su vrlo

loši kolonizatori, te je za očuvanje biološke raznolikosti takvih staništa neophodno zaustaviti daljnju fragmentaciju.

Usprkos brojnim ekološko-faunističkim istraživanjima, fauna kornjaša na području Parka prirode "Papuk" nije dovoljno istražena. Postojeći podaci su vrlo stari nalazi (Koča 1900), a novija intenzivnija istraživanja kornjaša se nisu provodila (zadnje istraživanje studenata PMF- BIUS 2004). Pregledom literature, na području Papuka i okolice utvrđeno je 564 vrsta kornjaša, od čega je 120 vrsta trčaka. U Hrvatskoj postoje dobro očuvani prašumski kompleksi i vrlo stare šume kakvih je sve manje u Europi. Upravo ovakve šume s izostalim gospodarenjem i direktnim utjecajem čovjeka mogu se koristiti za utvrđivanje nultog stanja pri utvrđivanju promjene stanišnih čimbenika i posljedice tih promijena na živi svijet (Šerić Jelaska, 2007.).

Cilj ovog istraživanja je:

- utvrditi i usporediti raznolikost trčaka u bukovim sastojinama različite starosti, odrediti njihove cenološke značajke i utvrditi sezonsku dinamiku dominantnih vrsta,
- utvrditi bioindikatorski značaj vrijednosti srednje individualne biomase (MIB) u određivanju sukcesija i utjecaja gospodarenja u istraživanim šumskim ekosustavima



## 2. MATERIJALI I METODE

### 2.1. Odabir ploha i prikupljanje materijala

Područje istraživanja određeno je uz dogovor s djelatnicima Parka prirode, a odabrano je 9 ploha u 3 različita tipa šuma: 3 u mladoj bukovoj šumi (starosti od 50-60 godina), 3 u srednje staroj bukovoj šumi (starosti od oko 80 godina) te 3 u najstarijoj bukovoj šumi (starosti od oko 150 godina). Mjesta postavljanja lovnih posuda zabilježena su GPS uređajem (tablica 1).

Tablica 1. istraživane plohe s pripadajućim geografskim koordinatama i nadmorskom visinom

| Ploha | Lokalitet-šifra naziva | Geografske koordinate   | Nadmorska visina |
|-------|------------------------|-------------------------|------------------|
| 1     | 150 - T1               | N45 31 09.2 E17 41 59.7 | 674 m            |
| 2     | 150 - T2               | N45 30 53.4 E17 41 44.4 | 715 m            |
| 3     | 150 - T3               | N45 30 59.4 E17 41 33.3 | 765 m            |
| 4     | 80 - T1                | N45 30 48.3 E17 38 43.2 | 786 m            |
| 5     | 80 - T2                | N45 30 40.4 E17 38 55.4 | 726 m            |
| 6     | 80 - T3                | N45 30 53.0 E17 39 21.7 | 753 m            |
| 7     | 60 - T1                | N45 31 22.0 E17 38 56.4 | 792 m            |
| 8     | 60 - T2                | N45 31 26.3 E17 39 23.0 | 744 m            |
| 9     | 60 - T3                | N45 31 31.0 E17 39 49.9 | 707 m            |

Prikaz istraživanih ploha napravljen je u ArcView programu (na Geografskom odsjeku PMF- a), radi preglednijeg pogleda na istraživano područje (slika 6).



Slika 6. 3D prikaz istraživanog područja s ucrtanim istraživanim točkama

Unutar svakog pojedinog tipa šume određene su 3 plohe. Na svakoj plohi postavljene su po 3 lovne posude međusobno udaljene oko 10 metara. Lovne posude su napunjene otopinom 96 %-tnog etanola, 9 %-tnom otopinom octene kiseline i vodene otopine u jednakim volumnim omjerima. Svaka lovna posuda pokrivena je "krovićem" od stiropora ili drvnih ostataka kako bi se minimaliziralo oborinsko navodnjavanje posude, a također i ulaz malih sisavaca i ostalih kralješnjaka (slika 7).



Slika 7. prikaz lovne posude

Uzorkovanje je započelo 16. svibnja 2008. godine, s postavljanjem lovnih posuda na određene plohe. Posude su praznjene te iznova punjene otopinom, otprilike svako dva tjedna, a prikupljeni sadržaj konzerviran je u 80 %-tnom alkoholu te pohranjen u laboratorij. Posljednje uzorkovanje obavljeno je na kraju vegetacijske sezone, 10. listopada 2008., kada su posude izvađene, a plohe restaurirane.

## 2.2. Određivanje materijala i obrada podataka

Izolacija prikupljenog materijala započela je u jesen 2008. godine te je izdvajan sav životinjski materijal. Pod stereomikroskopom (povećanje 6,5-50 x) razvrstavani su zasebno trčci, zatim ostale porodice kornjaša, te u zasebne posude drugi beskralježnjaci (posebno člankonošci). Podaci o malim sisavcima su proslijeđeni za druga istraživanja u Parku prirode Papuk.

Determinacija trčaka do vrste obavljena je pomoću specijalističkih ključeva: Freude et al. 2004, Trautner and Geigenmüller 1987, Húrka 1996, te zbirke HPM u Zagrebu. Također, svaka jedinka je prilikom determinacije izmjerena (duljina od mandibula do kraja elitri) pomoću milimetarskog papira, u svrhu izračunavanja MIB- indeksa. Za svaku plohu izračunavana je relativna abundancija tj. bogatstvo vrsta (S- species richness), te Shannon – Wiener- ov indeks raznolikosti (H') prema formuli:

$$H' = -\sum_i p_i \ln(p_i)$$

$p_i$  - udio jedinki vrste  $i$  u ukupnom uzorku

MIB indeks izračunavan je prema predloženoj formuli od Szyszko et al. (2000.) :

$$\ln y = -8.92804283 + 2.5554921 \times \ln x$$

gdje je  $x$ - duljina tijela (u mm), a  $y$  – procijenjena biomasa jedinke (u mg). Biomasa svake jedinke se zbroji te podijeli s ukupnim brojem jedinki izoliranih s iste plohe, te se dobije MIB vrijednost svake određene plohe.

U izračunima biološke raznolikosti trčaka, relativne abundacije te MIB indeksa, korišteni su programi Microsoft Office Excel, a za statističku obradu podataka i STATISTICA 8.0.

Odnos brojnosti vrsta na različitim plohama uspoređen je i s obzirom na dominantnost, odnosno prema udjelu pojedine vrste u ukupnom uzorku na plohi.

Dominantnost svake prisutne vrste izračunava se prema izrazu (Tietze 1973):

$$D_i = 100(n_i / N)$$

$D_i$  = dominantnost vrste  $i$

$N$  = ukupan broj jedinki

$n_i$  = broj jedinki vrste  $i$

Prema Tietzeu (1973) vrste su s obzirom na dominantnost svrstane u četiri grupe:

1. Dominantne – udio veći od 5,00%
2. Subdominantne - udio od 4,99- 1,00%
3. Recendentne - udio od 0,99- 0,5%
4. Subrecendentne – udio od 0,49-0,01%

Konstantnost vrsta na staništu određuje omjer uzoraka tj. broj lovnih posuda u kojima je vrsta uzorkovana i ukupnog broja uzoraka tj. ukupnog broja lovnih posuda.

$$C_i = 100(a_i / a)$$

$C_i$  = konstantnosti vrste  $i$

$a_i$  = Broj uzoraka sa vrstom  $i$

$a$  = ukupan broj uzoraka

Prema Tischleru (1949) vrste su s obzirom na konstantnost svrstane u četiri grupe:

1. Eukonstantne - udio od 75% - 100%
2. Konstantne – udio od 50% - 75%
3. Akcesorne – udio od 25% - 50%
4. Akcidentalne – udio od 0,1% - 25%

### 3. REZULTATI

Uzorkovano je sveukupno 1239 jedinki i utvrđena je prisutnost **31 vrste trčaka** (Tablica 2). Vrsta *Abax carinatus* prisutna je, i to u velikom broju, na svim istraživanim plohama. *Abax parallelepipedus* i *Abax pallelus* više prevladavaju u srednje-dobnoj i staroj šumi. Vrsta *Aptinus bombardata* izražena je najviše u srednje-dobnoj šumi, gdje prati visoku brojnost vrste *Abax carinatus*. Vrste iz roda *Carabus* najbrojnije su za ovo istraživano područje, s 9 zabilježenih vrsta. *Carabus arcensis* velikom zastupljenošću javlja se u mlađoj i srednje-dobnoj šumi, dok u staroj šumi nije značajan. *Carabus coriaceus* isključivo se javlja u staroj šumi. *Carabus scheidleri* u potpunosti je odsutan u mladoj, godpodarenoj šumi, dok se u staroj šumi javlja s velikim udjelom od 119 jedinki. *Carabus violaceus* prisutan je na svim istraživanim plohama u gotovo jednakim udjelima. Vrste iz roda *Cyhrus* nisu pronađene u mladoj šumi. Vrsta *Myas chalybeus*, istaknuta kao ugrožena za RH, zabilježena je za mladu i srednje-dobnu šumu. Vrste iz roda *Pterostichus* (4) zabilježene su uglavnom za srednje-dobnu šumu, kao i vrsta *Licinius hoffmannseggii*. Od ukupnog broja vrsta od 31, u srednje-dobnoj i staroj šumi zabilježeno je 22 vrste, dok je u mladoj zabilježeno 15 vrsta.

Tablica 2. Popis vrsta i njihova brojnost po starosnoj skupini ploha

| VRSTE:   | BROJNOST (ABUNDANCIJA) |                         |            |
|--|------------------------|-------------------------|------------|
|  | Mlađa šuma             | Srednje –<br>dobna šuma | Stara šuma |
| <i>Abax carinatus</i> Duftschmid 1812                      | 136                    | 228                     | 133        |
| <i>Abax parallelepipedus</i> Piller &<br>Mitterpacher 1783 | 1                      | 32                      | 62         |

|   |           |           |           |
|---|-----------|-----------|-----------|
| <i>Abax parallelus</i> Duftschmid 1812              | 0         | 26        | 15        |
| <i>Agonum assimile</i> Paykull 1790                 | 0         | 1         | 0         |
| <i>Agonum scrobiculatum</i> Fabricius 1801          | 0         | 1         | 0         |
| <i>Aptinus bombardarda</i> Illiger 1800             | 0         | 36        | 3         |
| <i>Calosoma inquisitor</i> Linnaeus 1758            | 0         | 1         | 1         |
| <i>Carabus arcensis</i> Herbst, 1784                | 36        | 38        | 1         |
| <i>Carabus convexus</i> Fabricius, 1775             | 1         | 0         | 1         |
| <i>Carabus coriaceus</i> Linné 1758                 | 0         | 0         | 27        |
| <i>Carabus intricatus</i> Linnaeus 1761             | 3         | 0         | 1         |
| <i>Carabus irregularis</i> Fabricius 1792           | 1         | 0         | 0         |
| <i>Carabus nemoralis</i> O.F.Müller 1764            | 4         | 0         | 5         |
| <i>Carabus scheidleri</i> Panzer 1799               | 0         | 16        | 119       |
| <i>Carabus ullrichii</i> Germar 1824                | 3         | 53        | 20        |
| <i>Carabus violaceus</i> Linné 1758                 | 42        | 75        | 46        |
| <i>Cychrus attenuatus</i> Fabricius 1792            | 0         | 6         | 1         |
| <i>Cychrus semigranosus</i> Palliardi 1825          | 0         | 9         | 4         |
| <i>Harpalus aeneus</i> Fabricius, 1792.             | 0         | 1         | 1         |
| <i>Leistus piceus</i> Frölich 1799                  | 0         | 1         | 1         |
| <i>Licinus hoffmannseggi</i> Fabricius 1792         | 0         | 4         | 0         |
| <i>Molops elatus</i> Fabricius 1801                 | 0         | 0         | 1         |
| <i>Molops piceus</i> Panzer 1793                    | 3         | 5         | 4         |
| <i>Myas chalybeus</i> Palliardi 1825                | 4         | 1         | 0         |
| <i>Notiophilus rufipes</i> Curtis 1829              | 0         | 0         | 1         |
| <i>Platyderus rufus</i> Duftschmid 1812             | 1         | 0         | 0         |
| <i>Pseudoophonus rufipes</i> DeGeer 1774            | 2         | 1         | 1         |
| <i>Pterostichus aethiops</i> Panzer 1796            | 0         | 0         | 1         |
| <i>Pterostichus niger</i> Schaller 1783             | 0         | 4         | 0         |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> Fabricius 1787 | 0         | 8         | 0         |
| <i>Pterostichus transversalis</i> Duftschmid 1812   | 0         | 3         | 0         |
| <b>Broj vrsta po plohi:</b>                         | <b>15</b> | <b>22</b> | <b>22</b> |

U tablici 3. prikazan je broj vrsta po svakoj pojednjoj plohi i točki te plohe. Najveći broj vrsta zabilježen je na plohi 150T3, čak 18 vrsta. Indeks raznolikosti najviši je u srednje-dobnoj šumi (80T1 i 80T3). Malo niže vrijednosti su za staru šumu, a najmanje za mladu šumu (vidljivo iz srednjih vrijednosti na dnu tablice)

Tablica 3. Broj vrsta i indeks raznolikost za sve plohe uzorkovanih područja

| PLOHE | N  | H' (Shannon –Wiener raznolikost) |
|-------|----|----------------------------------|
| 60T1  | 9  | 1,502                            |
| 60T2  | 9  | 1,062                            |
| 60T3  | 10 | 1,454                            |
| 80T1  | 15 | 2,179                            |
| 80T2  | 11 | 1,487                            |
| 80T3  | 17 | 2,107                            |
| 150T1 | 9  | 1,77                             |
| 150T2 | 11 | 1,821                            |
| 150T3 | 18 | 1,896                            |

Srednje vrijednosti za 3 starosne skupine šuma

|                         |       |          |
|-------------------------|-------|----------|
| Mlađa šuma              | 9,33  | 1,339333 |
| Srednje –<br>dobna šuma | 14,33 | 1,924333 |
| Stara šuma              | 12,67 | 1,829    |

Indeks srednje individualne biomase (MIB) izračunat je prema zadanoj formuli, a relativna veličina izmjerena je prema svakoj jedinki, a i potvrđena literaturno (Hürka 1996). Najveća vrijednost MIB-a izračunata je za jedinke vrste *Carabus coriaceus* te iznosi 1,754109375 mg, dok većina vrsta teži manje od 1 miligrama.

Tablica 4. Biomasa (y) za svaku pojedinu vrstu

| Vrste                        | Relativna veličina (u mm) | y (u mg)    |
|------------------------------|---------------------------|-------------|
| <i>Abax carinatus</i>        | 16                        | 0,15838694  |
| <i>Abax parallelepipedus</i> | 20                        | 0,280138075 |
| <i>Abax parallelus</i>       | 17                        | 0,184928038 |
| <i>Agonum assimile</i>       | 11                        | 0,060795445 |
| <i>Agonum scrobiculatum</i>  | 11                        | 0,060795445 |
| <i>Aptinus bombardia</i>     | 12                        | 0,075934548 |
| <i>Calosoma inquisitor</i>   | 22                        | 0,357396932 |
| <i>Carabus arcensis</i>      | 21                        | 0,317337376 |
| <i>Carabus convexus</i>      | 17                        | 0,184928038 |
| <i>Carabus coriaceus</i>     | 41                        | 1,754109375 |
| <i>Carabus intricatus</i>    | 33                        | 1,007280999 |
| <i>Carabus irregularis</i>   | 25                        | 0,495478613 |

|                                      |    |             |
|--------------------------------------|----|-------------|
| <i>Carabus nemoralis</i>             | 25 | 0,495478613 |
| <i>Carabus scheidleri</i>            | 32 | 0,931106039 |
| <i>Carabus ullrichi</i>              | 26 | 0,54771354  |
| <i>Carabus violaceus</i>             | 32 | 0,931106039 |
| <i>Cychrus attenuatus</i>            | 16 | 0,15838694  |
| <i>Cychrus semigranosus</i>          | 20 | 0,280138075 |
| <i>Harpalus aeneus</i>               | 12 | 0,075934548 |
| <i>Leistus piceus</i>                | 8  | 0,026942605 |
| <i>Licinus hoffmannseggi</i>         | 13 | 0,093169486 |
| <i>Molops elatus</i>                 | 19 | 0,245722537 |
| <i>Molops piceus</i>                 | 11 | 0,060795445 |
| <i>Myas chalybeus</i>                | 16 | 0,15838694  |
| <i>Notiophilus rufipes</i>           | 6  | 0,01291694  |
| <i>Platyderus rufus</i>              | 7  | 0,019153213 |
| <i>Pseudoophonus rufipes</i>         | 16 | 0,15838694  |
| <i>Pterostichus aethiops</i>         | 14 | 0,112595596 |
| <i>Pterostichus niger</i>            | 23 | 0,400391632 |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> | 13 | 0,093169486 |
| <i>Pterostichus transversalis</i>    | 17 | 0,184928038 |

Podaci o relativnoj abundanciji svake vrste (Tablica 5) bili su potrebni pri izračunu MIB indeksa za svaku plohu gdje se množi individualna biomasa pojedine vrste sa relativnom abundancijom na određenoj točki svake istraživane plohe (Tablica 6.)

Tablica 5. Prikaz relativne abundancije pojedine vrste na određenoj plohi

| vrste                        | 60T1 | 60T2         | 60T3         | 80T1         | 80T2 | 80T3         | 150T1        | 150T2        | 150T3        |
|------------------------------|------|--------------|--------------|--------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Abax carinatus</i>        | 1,3  | 6,076<br>923 | 3,666<br>667 | 1,66666<br>7 | 9,6  | 0,846<br>154 | 2,66666<br>7 | 3,53846<br>2 | 4,84615<br>4 |
| <i>Abax parallelepipedus</i> | 0    | 0            | 0            | 0,46666<br>7 | 1,25 | 0            | 2,22222<br>2 | 1,30769<br>2 | 1,92307<br>7 |
| <i>Abax parallelus</i>       | 0    | 0            | 0            | 0,4          | 0,9  | 0,153<br>846 | 0,11111<br>1 | 0,84615<br>4 | 0,23076<br>9 |
| <i>Agonum assimile</i>       | 0    | 0            | 0            | 0            | 0    | 0,076<br>923 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Agonum scrobiculatum</i>  | 0    | 0            | 0            | 0            | 0    | 0,076<br>923 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Aptinus bombardata</i>    | 0    | 0,076<br>923 | 0            | 0,6          | 1,2  | 0,230<br>769 | 0            | 0,23076<br>9 | 0            |
| <i>Calosoma inquisitor</i>   | 0    | 0            | 0,166<br>667 | 0            | 0    | 0,076<br>923 | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Carabus arcensis</i>      | 0,5  | 1,692<br>308 | 0,666<br>667 | 0,06666<br>7 | 0,45 | 2,153<br>846 | 0            | 0,07692<br>3 | 0            |
| <i>Carabus convexus</i>      | 0    | 0            | 0,083<br>333 | 0            | 0    | 0            | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Carabus coriaceus</i>     | 0    | 0            | 0            | 0            | 0    | 0            | 0            | 0,46153<br>8 | 1,61538<br>5 |
| <i>Carabus intricatus</i>    | 0    | 0,076<br>923 | 0,166<br>667 | 0            | 0    | 0            | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Carabus irregularis</i>   | 0,1  | 0            | 0            | 0            | 0    | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <i>Carabus nemoralis</i>     | 0,1  | 0,076<br>923 | 0,166<br>667 | 0            | 0    | 0            | 0,33333<br>3 | 0            | 0,15384<br>6 |



|                                      |     |              |              |              |      |              |              |              |              |
|--------------------------------------|-----|--------------|--------------|--------------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Carabus scheidleri</i>            | 0   | 0            | 0            | 0,6          | 0,05 | 0,461<br>538 | 3,66666<br>7 | 4,53846<br>2 | 2,07692<br>3 |
| <i>Carabus ullrichi</i>              | 0,2 | 0,076<br>923 | 0            | 0,26666<br>7 | 2,4  | 0,076<br>923 | 1            | 0,61538<br>5 | 0,23076<br>9 |
| <i>Carabus violaceus</i>             | 1   | 0,769<br>231 | 1,5          | 0,66666<br>7 | 1    | 3,461<br>538 | 1,77777<br>8 | 1,53846<br>2 | 0,76923<br>1 |
| <i>Cychrus attenuatus</i>            | 0   | 0            | 0            | 0            | 0    | 0,461<br>538 | 0            | 0,07692<br>3 | 0            |
| <i>Cychrus semigranosus</i>          | 0   | 0            | 0            | 0,06666<br>7 | 0,05 | 0,538<br>462 | 0            | 0,23076<br>9 | 0,07692<br>3 |
| <i>Harpalus aeneus</i>               | 0   | 0            | 0            | 0            | 0,05 | 0            | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Leistus piceus</i>                | 0   | 0            | 0            | 0,06666<br>7 | 0    | 0            | 0,11111<br>1 | 0            | 0            |
| <i>Licinus hoffmannseggi</i>         | 0   | 0            | 0            | 0            | 0,15 | 0,076<br>923 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Molops elatus</i>                 | 0   | 0            | 0            | 0            | 0    | 0            | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Molops piceus</i>                 | 0   | 0,153<br>846 | 0,083<br>333 | 0,06666<br>7 | 0    | 0,307<br>692 | 0,33333<br>3 | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Myas chalybeus</i>                | 0,1 | 0,076<br>923 | 0,166<br>667 | 0,06666<br>7 | 0    | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <i>Notiophilus rufipes</i>           | 0   | 0            | 0            | 0            | 0    | 0            | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Platyderus rufus</i>              | 0   | 0            | 0            | 0            | 0    | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <i>Pseudoophonus rufipes</i>         | 0   | 0            | 0,166<br>667 | 0,06666<br>7 | 0    | 0            | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Pterostichus aethiops</i>         | 0   | 0            | 0            | 0            | 0    | 0            | 0            | 0            | 0,07692<br>3 |
| <i>Pterostichus niger</i>            | 0   | 0            | 0            | 0            | 0    | 0,307<br>692 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> | 0   | 0            | 0            | 0,2          | 0    | 0,384<br>615 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Pterostichus transversalis</i>    | 0   | 0            | 0            | 0,06666<br>7 | 0    | 0,153<br>846 | 0            | 0            | 0            |

Tablica 6. Umnožak relativne abundancije (iz prethodne tablice) svake vrste sa y-vrijednošću (iz tablice 4) na određenoj plohi

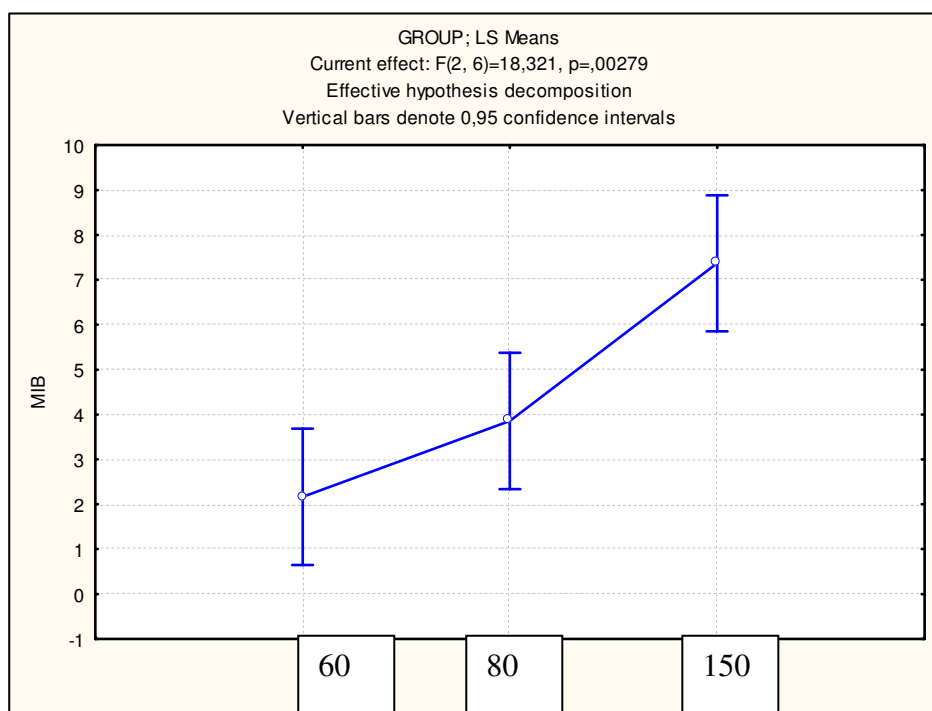
| vrste                        | Relativna abundancija x y |              |              |              |              |              |              |              |              |
|------------------------------|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                              | 60T1                      | 60T2         | 60T3         | 80T1         | 80T2         | 80T3         | 150T<br>1    | 150T<br>2    | 150T<br>3    |
| <i>Abax carinatus</i>        | 0,2059<br>03              | 0,9625<br>05 | 0,5807<br>52 | 0,2639<br>78 | 1,5205<br>15 | 0,1340<br>2  | 0,4223<br>65 | 0,5604<br>46 | 0,7675<br>67 |
| <i>Abax parallelepipedus</i> | 0                         | 0            | 0            | 0,1307<br>31 | 0,3501<br>73 | 0            | 0,6225<br>29 | 0,3663<br>34 | 0,5387<br>27 |
| <i>Abax parallelus</i>       | 0                         | 0            | 0            | 0,0739<br>71 | 0,1664<br>35 | 0,0284<br>5  | 0,0205<br>48 | 0,1564<br>78 | 0,0426<br>76 |
| <i>Agonum assimile</i>       | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0046<br>77 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Agonum scrobiculatum</i>  | 0                         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0046<br>77 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Aptinus bombardia</i>     | 0                         | 0,0058<br>41 | 0            | 0,0455<br>61 | 0,0911<br>21 | 0,0175<br>23 | 0            | 0,0175<br>23 | 0            |
| <i>Calosoma inquisitor</i>   | 0                         | 0            | 0,0595<br>66 | 0            | 0            | 0,0274<br>92 | 0            | 0            | 0,0274<br>92 |

|                                      |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <i>Carabus arcensis</i>              | 0,1586<br>69 | 0,5370<br>32 | 0,2115<br>58 | 0,0211<br>56 | 0,1428<br>02 | 0,6834<br>96 | 0            | 0,0244<br>11 | 0            |
| <i>Carabus convexus</i>              | 0            | 0            | 0,0154<br>11 | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0142<br>25 |
| <i>Carabus coriaceus</i>             | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,8095<br>89 | 2,8335<br>61 |
| <i>Carabus intricatus</i>            | 0            | 0,0774<br>83 | 0,1678<br>8  | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0774<br>83 |
| <i>Carabus irregularis</i>           | 0,0495<br>48 | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <i>Carabus nemoralis</i>             | 0,0495<br>48 | 0,0381<br>14 | 0,0825<br>8  | 0            | 0            | 0            | 0,1651<br>6  | 0            | 0,0762<br>27 |
| <i>Carabus scheidleri</i>            | 0            | 0            | 0            | 0,5586<br>64 | 0,0465<br>55 | 0,4297<br>41 | 3,4140<br>55 | 4,2257<br>89 | 1,9338<br>36 |
| <i>Carabus ullrichi</i>              | 0,1095<br>43 | 0,0421<br>32 | 0            | 0,1460<br>57 | 1,3145<br>12 | 0,0421<br>32 | 0,5477<br>14 | 0,3370<br>54 | 0,1263<br>95 |
| <i>Carabus violaceus</i>             | 0,9311<br>06 | 0,7162<br>35 | 1,3966<br>59 | 0,6207<br>37 | 0,9311<br>06 | 3,2230<br>59 | 1,6553       | 1,4324<br>71 | 0,7162<br>35 |
| <i>Cychrus attenuatus</i>            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0731<br>02 | 0            | 0,0121<br>84 | 0            |
| <i>Cychrus semigranosus</i>          | 0            | 0            | 0            | 0,0186<br>76 | 0,0140<br>07 | 0,1508<br>44 | 0            | 0,0646<br>47 | 0,0215<br>49 |
| <i>Harpalus aeneus</i>               | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0037<br>97 | 0            | 0            | 0            | 0,0058<br>41 |
| <i>Leistus piceus</i>                | 0            | 0            | 0            | 0,0017<br>96 | 0            | 0            | 0,0029<br>94 | 0            | 0            |
| <i>Licinus hoffmannseggii</i>        | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0139<br>75 | 0,0071<br>67 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Molops elatus</i>                 | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0189<br>02 |
| <i>Molops piceus</i>                 | 0            | 0,0093<br>53 | 0,0050<br>66 | 0,0040<br>53 | 0            | 0,0187<br>06 | 0,0202<br>65 | 0            | 0,0046<br>77 |
| <i>Myas chalybeus</i>                | 0,0158<br>39 | 0,0121<br>84 | 0,0263<br>98 | 0,0105<br>59 | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <i>Notiophilus rufipes</i>           | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0009<br>94 |
| <i>Platyderus rufus</i>              | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |
| <i>Pseudoophonus rufipes</i>         | 0            | 0            | 0,0263<br>98 | 0,0105<br>59 | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0121<br>84 |
| <i>Pterostichus aethiops</i>         | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,0086<br>61 |
| <i>Pterostichus niger</i>            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0,1231<br>97 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> | 0            | 0            | 0            | 0,0186<br>34 | 0            | 0,0358<br>34 | 0            | 0            | 0            |
| <i>Pterostichus transversalis</i>    | 0            | 0            | 0            | 0,0123<br>29 | 0            | 0,0284<br>5  | 0            | 0            | 0            |

Tablica 7. MIB vrijednost za svaku plohu i srednja vrijednost MIB-a za pojedinu starosnu skupinu šuma

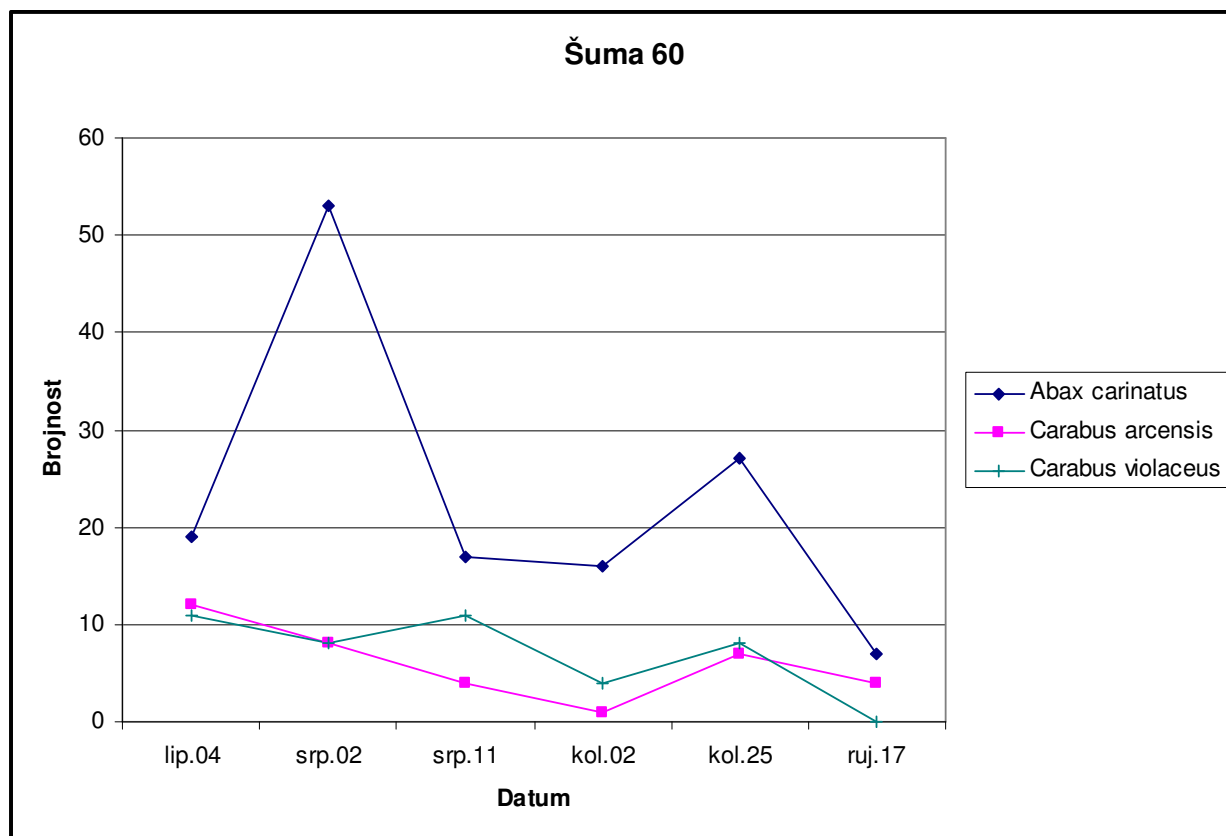
|                  | 60T1           | 60T2        | 60T3         | 80T1           | 80T2         | 80T3         | 150T1          | 150T2        | 150T3        |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| MIB              | 1,5201<br>55   | 2,4008<br>8 | 2,57226<br>8 | 1,93746<br>1   | 4,59499<br>9 | 5,03256<br>8 | 6,87092<br>9   | 8,00692<br>6 | 7,22723<br>3 |
| MIB po tipu šume | <b>2,16443</b> |             |              | <b>3,85501</b> |              |              | <b>7,36836</b> |              |              |

Konačnim izračunom vrijednosti MIB-a, za svaki tip šume vidljive razlike u rezultatima prikazane su i grafički (slika 8)



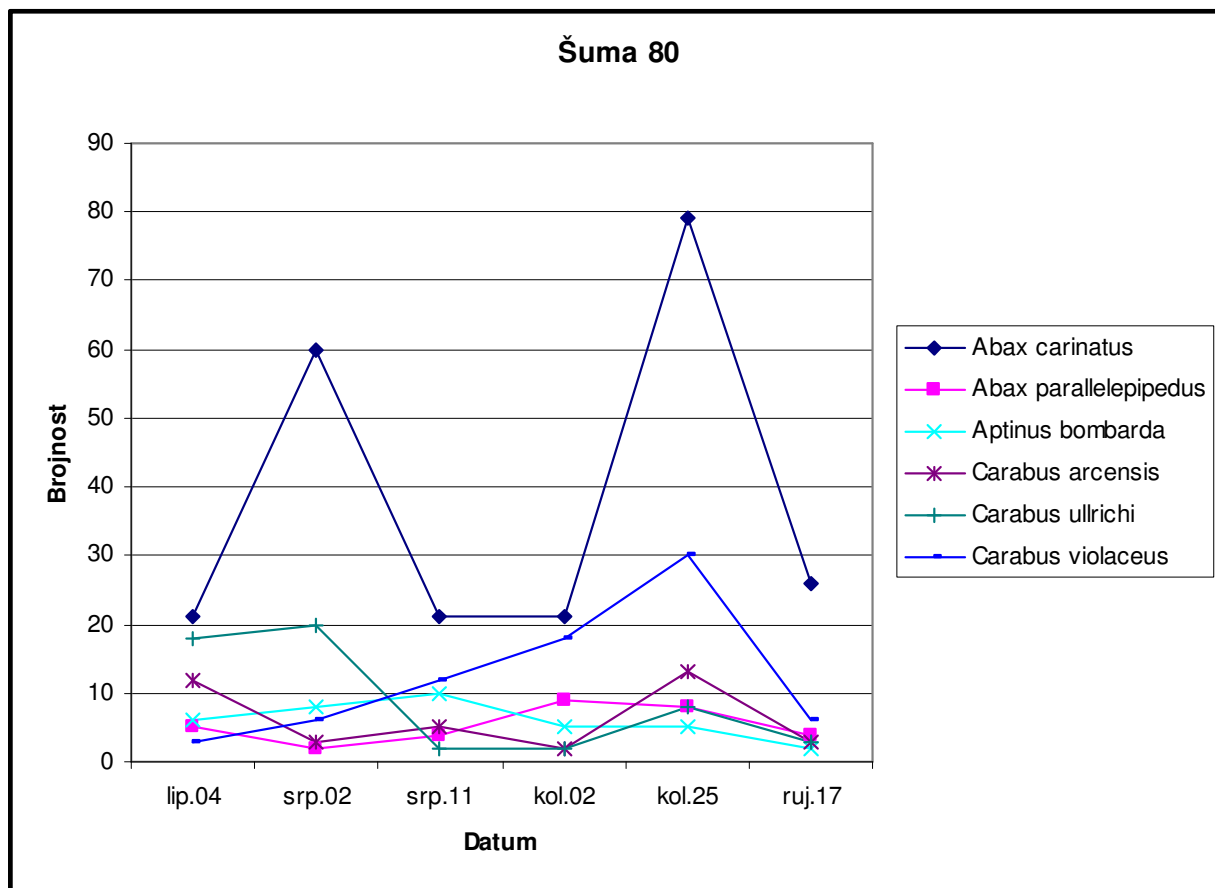
Slika 8. prikaz odnosa ukupnih MIB vrijednosti za svaku plohu

Jednostavnim grafičkim prikazom pokazana je raspodjela vrsta s obzirom na vegetacijski period za sva tri tipa šuma. Za mladu šumu (šuma 60) vidljiva je prevlast vrste *Abax carinatus* i to sa dva „pika“ početkom srpnja i krajem kolovoza. Uglavnom sve vrste prikazuju polagani pad pojavljivanja pri kraju vegetacijske sezone i to već sredinom rujna.



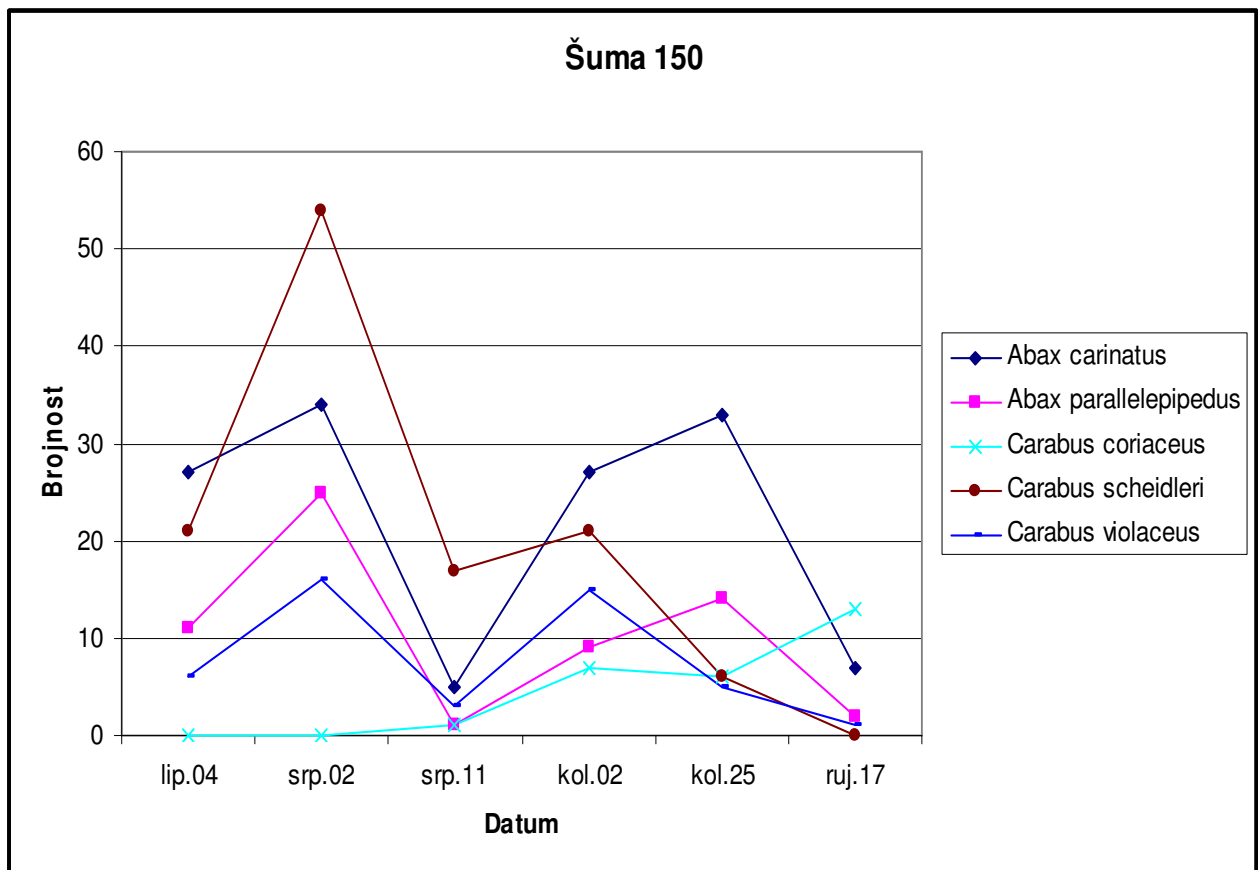
Slika 9. Prikaz brojnosti vrsta ovisno o periodu vađenja lovni posuda u mladoj šumi (uključene samo dominantne vrste)

U srednje-dobnoj šumi (slika 10) vrsta *Abax carinatus*, također pokazuje dominantnost, i također sa dva „pika“ aktivnosti, ali je u ovom slučaju veći „pik“ zabilježen za kraj vegetacijske sezone, krajem kolovoza, a isti trend pokazuju i vrste *Carabus violaceus* i *Carabus arcensis*. Vrsta *Carabus ullrichi* pokazuje veću pojavnost na samom početku sezone dok prema kraju pokazuje blagi „pik“ krajem kolovoza, a zatim sve vrste minimaliziraju svoju pojavnost.



Slika 10. Prikaz brojnosti vrsta ovisno o periodu vađenja lovni posuda u srednje-dobnoj šumi (uključene samo dominantne vrste)

U staroj šumi, također je vidljiva prevlast vrste *Abax carinatus* sa uobičajena dva vrhunca pojavljivanja. No, ovdje se uočava i visoka dominacija vrste *Carabus scheidleri*, koja prema kraju vegetacijske sezone opada. Početkom srpnja, kada sve vrste pokazuju slabu aktivnost, svoj vrhunac pojavljivanja pokazuje vrsta *Abax parallelus*. Za razliku od svih drugih vrsta, vrsta *Carabus coriaceus* pokazuje uzlazni trend pojavljivanja prema kraju vegetacijske sezone, pa svoj vrhunac aktivnosti pokazuje u rujnu.

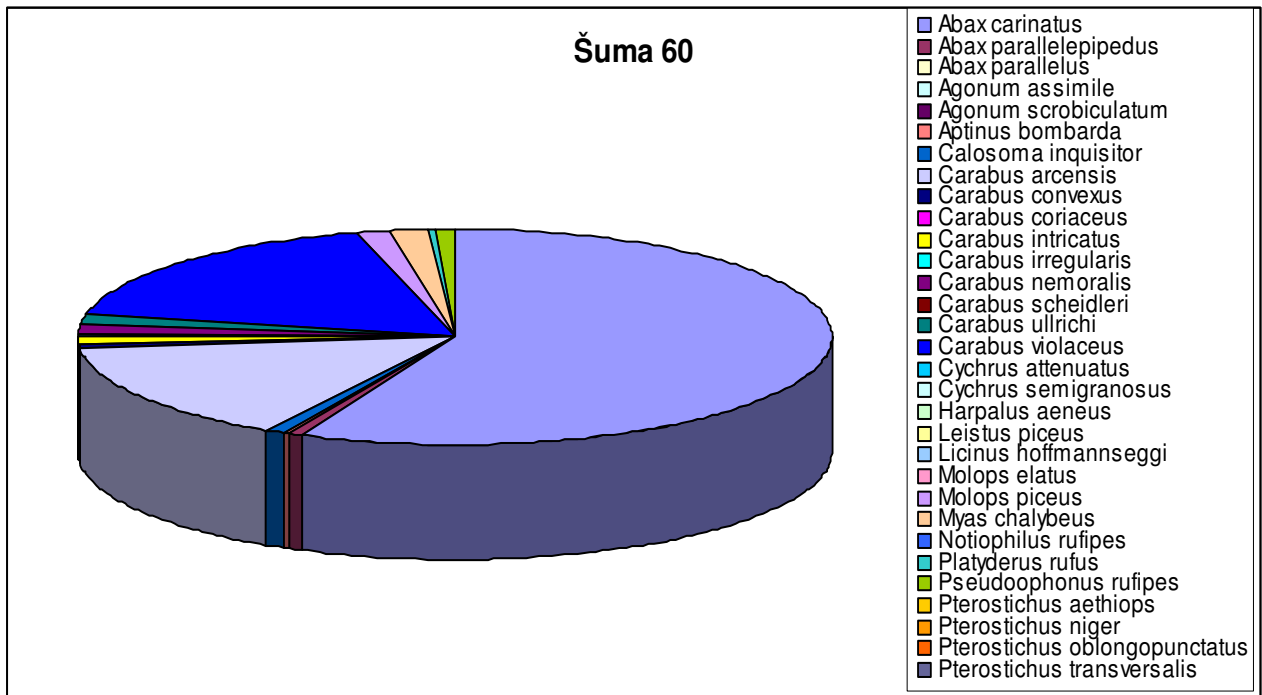


Slika 11. Prikaz brojnosti vrsta ovisno o datumu vađenja lovni posuda u staroj šumi (uključene samo dominantne vrste)

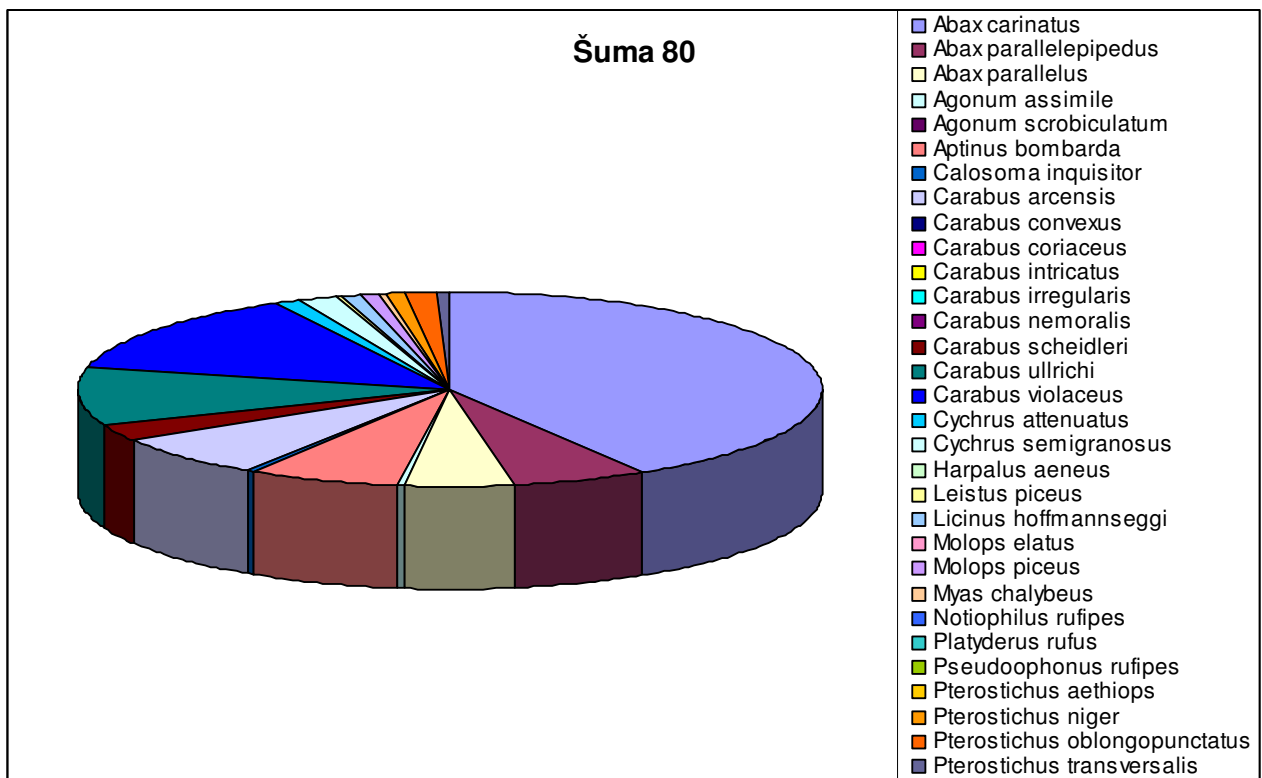
U tablici 8. prikazane su izračunate vrijednosti dominantnosti svake vrste na svakoj plohi. Već iz tablice, a i iz grafičkih prikaza (slika 12, 13 i 14) vidljiva je dominantnost vrste *Abax carinatus* na svim plohama. Razlika je što u mladoj šumi postoje samo 3 dominantne vrste (*Abax carinatus*, *Carabus arcensis* te *Carabus violaceus*) dok su ostale značajno manje zastupljene. U srednje-dobnoj šumi uz vrstu *A. carinatus* dominiraju i vrste *Abax parallelepipedus*, *Aptinus bombardae*, *Carabus arcensis*, *Carabus ullrichi* i *Carabus violaceus*). U staroj šumi dolazi do preraspodjele dominacije pa uz vrste *Abax carinatus* i *Abax parallelepipedus*, dominantne su i vrste *Carabus coriaceus*, *Carabus scheidleri* i *Carabus violaceus*.

Tablica 8. Prikaz odnosa dominantnosti vrsta na 3 istraživane plohe (crveno – dominantne vrste, narančasto – subdominantne, plavo – recendentne i svijetlo žuto – subrecendentne vrste)

|                                      | % u 60 | % u 80 | % u 150 |
|--------------------------------------|--------|--------|---------|
| <i>Abax carinatus</i>                | 56,67  | 41,45  | 29,62   |
| <i>Abax parallelepipedus</i>         | 0,41   | 5,82   | 13,81   |
| <i>Abax parallelus</i>               | 0      | 4,73   | 3,34    |
| <i>Agonum assimile</i>               | 0      | 0,18   | 0       |
| <i>Agonum scrobiculatum</i>          | 0      | 0,18   | 0       |
| <i>Aptinus bombardia</i>             | 0,41   | 6,55   | 0,67    |
| <i>Calosoma inquisitor</i>           | 0,83   | 0,18   | 0,22    |
| <i>Carabus arcensis</i>              | 15     | 6,91   | 0,22    |
| <i>Carabus convexus</i>              | 0,41   | 0      | 0,22    |
| <i>Carabus coriaceus</i>             | 0      | 0      | 6,01    |
| <i>Carabus intricatus</i>            | 1,25   | 0      | 0,22    |
| <i>Carabus irregularis</i>           | 0,41   | 0      | 0       |
| <i>Carabus nemoralis</i>             | 1,67   | 0      | 1,11    |
| <i>Carabus scheidleri</i>            | 0      | 2,91   | 26,5    |
| <i>Carabus ullrichi</i>              | 1,25   | 9,64   | 4,45    |
| <i>Carabus violaceus</i>             | 17,5   | 13,64  | 10,24   |
| <i>Cychrus attenuatus</i>            | 0      | 1,09   | 0,22    |
| <i>Cychrus semigranosus</i>          | 0      | 1,64   | 0,89    |
| <i>Harpalus aeneus</i>               | 0      | 0,18   | 0,22    |
| <i>Leistus piceus</i>                | 0      | 0,18   | 0,22    |
| <i>Licinus hoffmannseggii</i>        | 0      | 0,73   | 0       |
| <i>Molops elatus</i>                 | 0      | 0      | 0,22    |
| <i>Molops piceus</i>                 | 1,25   | 0,91   | 0,89    |
| <i>Myas chalybeus</i>                | 1,67   | 0,18   | 0       |
| <i>Notiophilus rufipes</i>           | 0      | 0      | 0,22    |
| <i>Platyderus rufus</i>              | 0,41   | 0      | 0       |
| <i>Pseudoophonus rufipes</i>         | 0,83   | 0,18   | 0       |
| <i>Pterostichus aethiops</i>         | 0      | 0      | 0,22    |
| <i>Pterostichus niger</i>            | 0      | 0,73   | 0       |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> | 0      | 1,45   | 0       |
| <i>Pterostichus transversalis</i>    | 0      | 0,55   | 0       |
| <b>dominantne vrste:</b>             | 3      | 6      | 5       |
| <b>subdominantne vrste:</b>          | 5      | 5      | 3       |
| <b>recendentne vrste:</b>            | 2      | 4      | 3       |
| <b>subrecendentne vrste:</b>         | 4      | 6      | 10      |

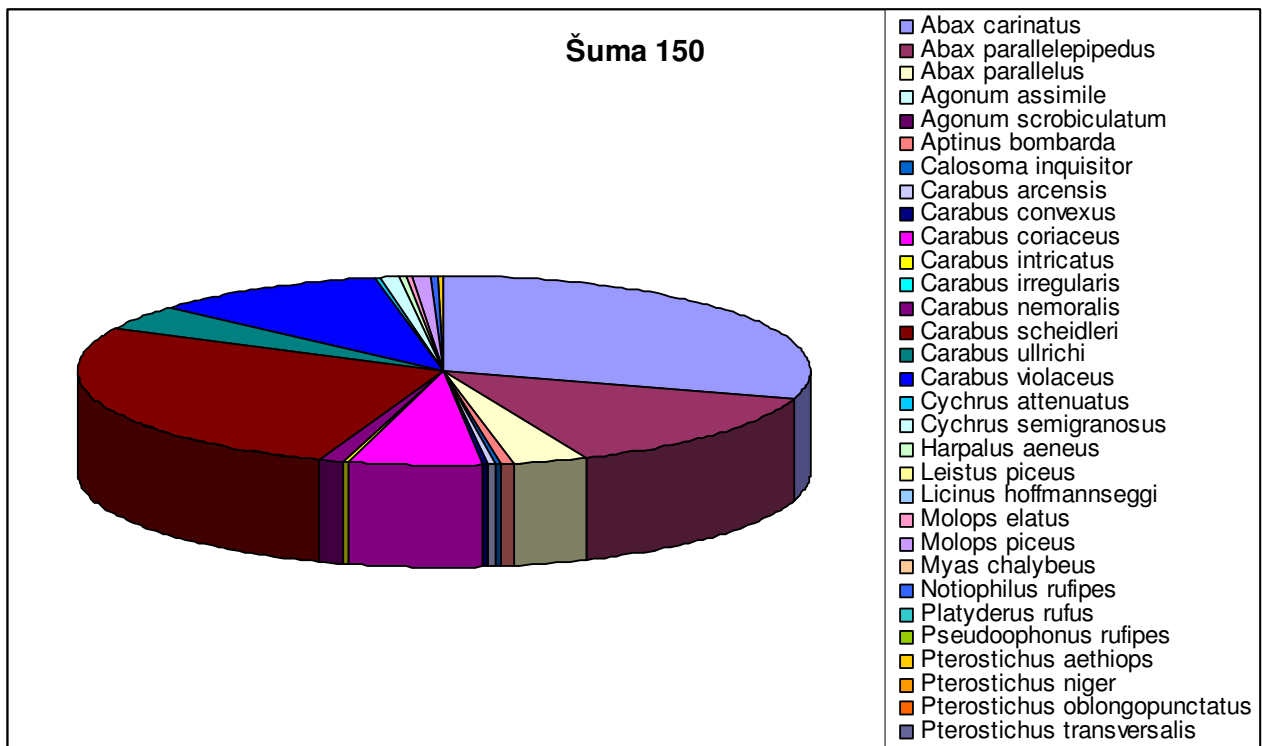


Slika 12. Prikaz dominantnosti tj. udijela vrsta u sveukupnoj brojnosti uzoraka mlade šume



Slika 13. prikaz udijela vrsta u sveukupnom broju uzoraka srednje-dobne šume





Slika 14. prikaz udijela vrsta u sveukupnom broju uzoraka stare šume

Tablica 9. prikazuje izračunate vrijednosti prevedene u 4 skupine konstantnosti vrsta prema Tischleru (1949). Eukonstantna vrsta za sve plohe je *Abax carinatus*. Vrsta *Carabus violaceus* je za sve plohe konstantna, a za srednje-dobnu šumu čak i eukonstantna. Vrsta *Carabus scheidleri* je u staroj šumi konstantna vrsta, a *Carabus coriaceus* akcesorna. Većina vrsta je ipak akcidentalna.

Tablica 9. prikaz konstantnosti vrsta na istraživanim plohama

|                              | šuma 60         | šuma 80         | šuma 150        |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Abax carinatus</i>        | eukonstantna v. | eukonstantna v. | eukonstantna v. |
| <i>Abax parallelepipedus</i> | akcidentalna v. | konstantna v.   | konstantna v.   |
| <i>Abax parallelus</i>       |                 | konstantna v.   | akcesorna v.    |
| <i>Agonum assimile</i>       |                 | akcidentalna v. |                 |
| <i>Agonum scrobiculatum</i>  |                 | akcidentalna v. |                 |
| <i>Aptinus bombardia</i>     | akcidentalna v. | konstantna v.   | akcidentalna v. |
| <i>Calosoma inquisitor</i>   | akcidentalna v. | akcidentalna v. | akcidentalna v. |
| <i>Carabus arcensis</i>      | konstantna v.   | konstantna v.   | akcidentalna v. |
| <i>Carabus convexus</i>      | akcidentalna v. |                 | akcidentalna v. |
| <i>Carabus coriaceus</i>     |                 |                 | akcesorna v.    |
| <i>Carabus intricatus</i>    | akcidentalna v. |                 | akcidentalna v. |
| <i>Carabus irregularis</i>   | akcidentalna v. |                 |                 |
| <i>Carabus nemoralis</i>     | akcidentalna v. |                 | akcidentalna v. |
| <i>Carabus scheidleri</i>    |                 | konstantna v.   | konstantna v.   |

|                                      |                 |                 |                 |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Carabus ullrichi</i>              | akcidentalna v. | konstantna v.   | akcesorna v.    |
| <i>Carabus violaceus</i>             | konstantna v.   | eukonstantna v. | konstantna v.   |
| <i>Cychrus attenuatus</i>            |                 | akcidentalna v. | akcidentalna v. |
| <i>Cychrus semigranosus</i>          |                 | akcesorna v.    | akcidentalna v. |
| <i>Harpalus aeneus</i>               |                 | akcidentalna v. | akcidentalna v. |
| <i>Leistus piceus</i>                |                 | akcidentalna v. | akcidentalna v. |
| <i>Licinus hoffmannseggi</i>         |                 | akcidentalna v. |                 |
| <i>Molops elatus</i>                 |                 |                 | akcidentalna v. |
| <i>Molops piceus</i>                 | akcidentalna v. | akcidentalna v. | akcidentalna v. |
| <i>Myas chalybeus</i>                | akcidentalna v. | akcidentalna v. |                 |
| <i>Notiophilus rufipes</i>           |                 |                 | akcidentalna v. |
| <i>Platyderus rufus</i>              | akcidentalna v. |                 |                 |
| <i>Pseudoophonus rufipes</i>         | akcidentalna v. | akcidentalna v. | akcidentalna v. |
| <i>Pterostichus aethiops</i>         |                 |                 | akcidentalna v. |
| <i>Pterostichus niger</i>            |                 | akcidentalna v. |                 |
| <i>Pterostichus oblongopunctatus</i> |                 | akcesorna v.    |                 |
| <i>Pterostichus transversalis</i>    |                 | akcidentalna v. |                 |

## 4. Rasprava

Iz utvrđenih i popisanih vrsta uzorkovanih na 9 ploha unutar 3 različita starosna tipa bukove šume, tijekom vegetacijske sezone 2008., vidljivo je značajno bogatstvo vrsta Parka prirode Papuk. Iz tablice 2. može se uočiti i da je veća raznolikost vrsta (22 od 31) u srednje-dobnoj i starijoj šumi dok je u mladoj manja (15 od 31). Iz samog popisa vrsta može se vidjeti da određene vrste dolaze samo u staroj šumi (*Carabus coriaceus*) ili u znatno većem udijelu (*Carabus scheidleri*), dok u mladoj šumi izostaju. Veliki broj jedinki (27) vrste *Carabus coriaceus* uzorkovanih isključivo u starom šumskom ekosustavu, već ukazuje na stabilnost tog ekosustava, za razliku od gospodarenih šumskih ekosustava. Prosječna veličina vrste *C. coriaceus* je 41 mm, a *C. scheidleri* 32 mm, te su među najvećim vrstama porodice trčaka (slika 15), a za razvoj tako velikih jedinki pretpostavljam da je od velike važnosti stabilnost i neometanost ekosustava. Nadalje, velike i relativno teške vrste nisu dobri letači ili su neletači, pa su stoga dobri indikatori kvalitete i stabilnosti šumskih sustava. S druge strane, u mlađoj šumi pronađene su vrste koje su generalisti i kolonizatori, dobri letači te mogu izbjeći kratku čovjekovu disturbanciju npr. vrste roda *Harpalus* (Allegro i Sciaky, 2003.).



Slika 15. Vrste *Carabus coriaceus* (desno) i *Carabus scheidleri* (lijevo) uvećane 2x.

(Izvor: [www.eurocarabidae.de](http://www.eurocarabidae.de))

Ovim istraživanjem potvrđena je prisutnost vrste koja se nalazi na crvenom popisu Hrvatske kao ugrožena: *Myas chalybeus* (VU), te vrste koje se nalaze na crvenom popisu kao osjetljive u kategoriji NT: *Carabus arcensis*, *Carabus intricatus* i *Licinus hoffmannseggi*.

S obzirom da je istraživanje provedeno u istom tipu staništa, utvrđeni broj vrsta je zadovoljavajući. Sličnim istraživanjima u bukovim sastojinama na Risnjaku i Medvednici koristeći metodu lovnih posuda zabilježeno je također oko 30 vrsta trčaka (Durbešić 1986, 1992; Durbešić i Vujčić-Karlo 2001, Šerić Jelaska 2005). Veliki broj šumskih specijalista (*C. coriaceus*, *C. intricatus*, *C. irregularis*, *C. scheidleri* i dr.), a mali broj vrsta otvorenih staništa (vrste roda *Harpalus*) upućuje na stabilno šumsko stanište u kontinuiranom arealu.

U izračunu MIB indeksa bilo je potrebno množiti sa relativnom abundancijom zbog nejednolikog lovnog napora. Dobivene srednje vrijednosti za svaki tip šume jasno pokazuju da je najviša srednja vrijednost srednje individualne biomase (MIB) trčaka upravo zabilježena za staru šumu i to je gotovo dvostruko viša u odnosu na srednje-dobnu šumu.

U usporedbi s nekim drugim indeksima, npr. FAI - Forest Affinity Index (Allegro i Sciaky, 2001.) ili IndVal (Dufrene i Legendre, 1997.) MIB je mnogo prigodniji za ista ili slična staništa, jer uzima u obzir samo individualnu masu kukaca na nekom području, a podrazumjeva se da mogu uspoređivati samo isti ekosustavi, npr. bukove šume. Probao sam na iste podatke primjeniti gore navedene indekse. FAI indeks za svaku vrstu zahtijeva indeks od -1 do 1 koji pokazuje afinitet prema šumskim ekosustavima, dakle prigodniji je za usporedbu otvorenih staništa sa šumskim, i prijelazima među njima. IndVal, indikatorska vrijednost, nemože se izračunati zbog premalog broja uzoraka- zapravo godina istraživanja. IndVal je indeks nastao nakon dugogodišnjeg istraživanja u Belgiji, od 1950. sa 69 lokaliteta.

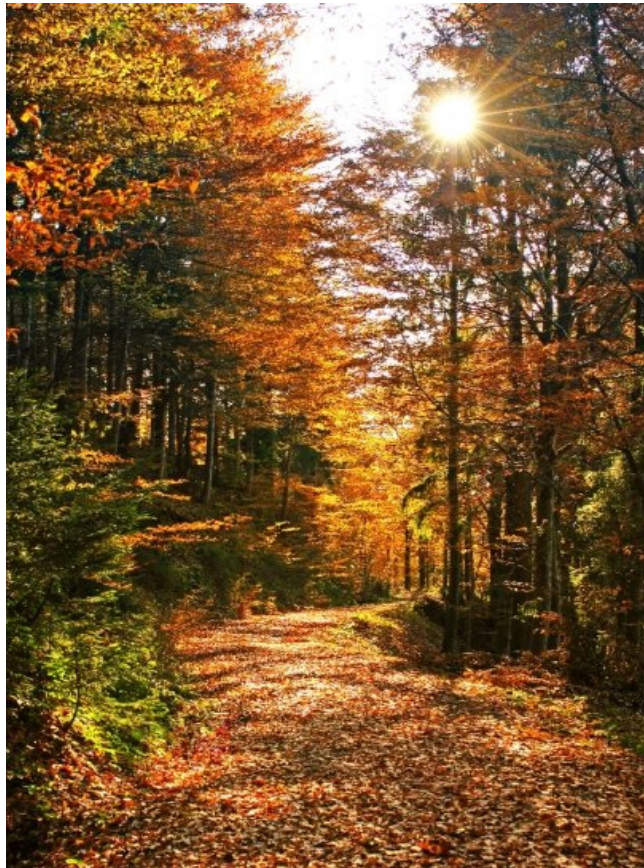
Biocenološki prikaz ponašanja životinja tijekom vegetacijske sezone 2008. godine, prikazuje sličnost za sve istraživane vrste na svim istraživanim plohama, i pokazuje stanje, koje se može smatrati početnim za daljnja istraživanja, na primjer istraživanja biologije vrsta i etoloških istraživanja na trčcima. Zanimljiv je odnos između vrsta

*Carabus scheidleri* i *Carabus coriaceus*, gdje se uočava antagonizam u pojavljivanju tj. aktivnosti. *Carabus scheidleri*, prema kraju vegetacijske sezone pokazuje pravilan pad u pojavljivanju, dok se *Carabus coriaceus* tek sredinom i krajem ljeta počinje aktivno pojavljivati (graf 4.).

U prikazima dominantnosti vrsta tj. cenološkom stanju zajednica trčaka, uočljiva je velika dominacija vrste *Abax carinatus* sa više od 50 % udijela, dok je slijede vrste *Carabus violaceus* i *Carabus arcensis* sa također velikim udjelima. Druge vrste su, uglavnom, recedentne. Već u srednje-dobnoj šumi uočava se smanjenje dominacije vrste *Abax carinatus* te povećanje udijela drugih vrsta, pa se ovo stanište može smatrati heterogenim. U staroj bukovoj šumi, dominacije vrsta su manje-više jednake, s tim da je 5 vrsta dominantno, a heterogenost vrsta smatram dobrim ekološkim statusom. U najstarijoj šumi ističe se dominacija već spomenutih vrsta *Carabus scheidleri* i *Carabus coriaceus*.

Akcidentalnost većine vrsta smatram posljedicom jednogodišnjeg istraživanja područja. Daljnjim faunističkim istraživanjima sigurno bi se potvrdila konstantnost ili istinska akcidentalnost određenih vrsta.

U kontekstu zaštite prirode, a uzimajući u obzir da je područje Papuka proglašeno Parkom prirode- za pravilan i produktivan "monitoring" potrebno je izabrati znanstveno stabilne (taksonomski minimalno promijenjive i dobro istražene) i prikladne bio- indikatore (Cardenas i Hidalgo, 2007.). Ovim istraživanjem, trčci su se pokazali kao izvrsni indikatori kvalitete i sukcesijskih stadija šumskih staništa. Stanje zatečeno u najstarijoj istraživanoj šumi može se smatrati početnim i "prirodnim" stanjem bukovih sastojina na Papuku. Daljnja istraživanja mogu se temeljiti na ovom te pratiti promjene stanišnih čimbenika, odnosno ljudske aktivnosti u gospodarenim šumama. Stanje u mladoj bukovoj šumi, u kojoj se gospodari tzv. golosječom (clear-cutting), lošije je od starih sastojina (i po bioraznolikosti i bogatstvu vrsta, ali i bitnije po MIBu). Stoga, predlažem smanjenje gospodarenja golosječom na području Parka i uvođenje prebornog gospodarenja i u bukovim šumama. Budući da su nakon geološkog bogatstva, za Park prirode najveće bogatstvo šumski ekosustavi – zaštita istih od iznimne je važnosti.



Slika 16. Bukova šuma u Parku prirode Papuk (izvor: [www.pp-papuk.hr](http://www.pp-papuk.hr))

No, potrebe za drvnim materijalom lokalnog stanovništva ne mogu se zanemariti. Dakle, uz minimalizaciju ili zabranu golasječe, te uvođenjem prebornog gospodarenja, a također i povećanjem udijela zaštićenih šuma (danas samo 4,4%) naspram gospodarenih (95,64 %) mislim da bi se očuvale, danas u cijeloj Europi rijetke, bukove šume i za slijedeće generacije.

## 5. Zaključci

- veliki broj vrsta trčaka te prisutnost četiriju zaštićenih vrsta s Crvenog popisa trčaka utvrđenih ovim istraživanjem ukazuje na bogatstvo šumskih ekosustava Parka prirode Papuk
- cenološkim analizama utvrđene su formirane zajednice tračaka, s prisutnim dominantnim vrstama, a u najstarijim šumama su dominante vrste upravo šumski specijalisti
- MIB vrijednost pokazala se kao izvrsna metoda u valorizaciji šumskih ekosustava; za jednostavno praćenje sukcesija šumskih staništa na području Parka, a i kao jednostavan pokazatelj i argument u očuvanju i konzervaciji šuma.
- velike MIB vrijednosti i indeksi raznolikosti, za razliku od ploha u mlađim šumama, usprkos prisutnom manjem broju vrsta, ukazuju na posebnost ekoloških uvjeta na plohama u starim šumama (starosti oko 150). Samo na tim plohama zabilježena je prisutnost trčaka najveće duljine tijela. "Velike" vrste trebaju više vremena za svoj razvoj, a to im je omogućeno jedino u stabilnom ekosustavu.

## 6. Literatura

Cardenas, A.M., Hidalgo, J.M. (2007) Application of the mean individual biomass (MIB) of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) to assess the recovery process of the Guadiamar Green Corridor (southern Iberian Peninsula), *Biodivers Conserv* : 16: 4131-4146.

Dumbović, V. (2007) Struktura zajednica ptica gnjezdarica u šumama Parka prirode Papuk, magistarski rad, Prirodoslovno- matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Durbešić, P. (1986) Analiza zajednica trčaka dvaju lokaliteta u asocijaciji *Seslerio autumnalis- Fagetum* u Gorskom kotaru, Hrvatska. *Acta entomologica Jugoslavica* 22(1-2): 25-37

Durbešić, P. (1992) Die Carabidae und Silphidae (Coleoptera) in Waldassoziation *Blechno- Abietum* Horvat (1938) im Nationalpark Risnjak, Kroatien. 6.IUFRO-Tannensymposium, 239-242

Durbešić, P., Vujčić-Karlo, S. (2001) Trčci (Coleoptera, Carabidae) u jelovim šumama u Hrvatskoj. U: Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Prpić, B. (Ur) Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 599-605

Freude, H., Harde, K.W., Lohse, G.A., Klausnitzer, B., 2004. Die Käfer Mitteleuropas, Band 2, pp. 521

Gullan, P.J. & Cranston P.S. (2005): The Insects - an outline of entomology, Blackwell Publishing

Hůrka, K., 1996. Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlin pp. 565

Koča, GJ. (1900): Prilog fauni gore Papuka i njegove okoline. Glasnik hrvatskoga naravoslovnoga društva, XII (1–3), 100–134. Zagreb.



Niemelä, J. (2000) Biodiversity monitoring for decision-making. *Annales Zoologici Fennici* 37: 307-317

Pearce, J.L., Venier L.A. (2006) The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Aranae) as bioindicators of sustainable forest management: A review, *Ecological Indicators* 6: 780-793

Oliver, I., Mac Nally, R., York, A. (2000) Identifying performance indicators of the effects of forest management on ground-active arthropod biodiversity using hierarchical partitioning and partial canonical correspondence analysis. *Forest Ecology and Management* 139: 21-40

Samardžić, I. (2005) Vaskularna flora Parka prirode Papuk, doktorska disertacija, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Serrano, J. & Gallego, D. (2004) Evaluacion de la regeneracion y el estado de salud de las masas forestales de Sierra Espuna (Murcia) mediante el analisis de la biomasa media individual en coleopteros carabidos, *Anales de Biologia* 26: 191-211

Skłodowski, JJW. (2005) Anrtopogenic transformation of carabid assemblages – from primeval forests to deforested open areas. U: Serrano J i sur. (Ur.), Ground beetles as a key group for biodiversity conservation studies in Europe, Nausicaa edicion Electronica, Mursia, 137-145

Szyszko, J., Vermuelen, HJW., Klimaszewski, M., Schwerk, A. (2000) Mean Individual Biomass (MIB) of ground beetles (Carabidae) as an indicator of the state of the environment. U: Brandmayr i sur. (Ur.), Natural history and applied ecology of carabid beetles, Pensoft publishers, Sofia, Moscow, 289-294

Šerić Jelaska, L., (2005) Fauna trčaka (Carabidae, Coleoptera) u šumskim zajednicama Medvednice. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu. Magistarski rad, str. 67

Trautner, J., Geigenmüller, K., (1987) Sandlaufkäfer Laufkäfer. J. Margraf Publisher, Aichtal, pp.488

Tietze, F. 1973. Zur oekologie, sociologie und phaenologie der laufkaefer (Coleoptera:Carabidae) des grunlandes im suden der DDR I, II, III, IV. Hercynia 10, 3-76, 111- 126, 243-263, 337-365.

Tischler, W. 1949: Gründzuge der terrestrichen Tierökologie. Vieweg, Braunschweig.

Tyler, G. (2008) Differences in abundance, species richness, and body size of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) between beech (*Fagus sylvatica* L.) forests on Podzol and Cambisol, Forest Ecology and Management 256: 2154- 2159.

Werner, MS., Raffa, FK. (2000) Effects of forest management practices on the diversity of ground-occurring beetles in mixed northern hardwood forests of the Great Lakes Region. Forest ecology and management 139: 135-155