

GDK: 181.43 + 145.7 (497.12)

Prispelo/Received: 23.11.2001  
Sprejeto/Accepted: 24.12.2001

Izvirni znanstveni članek  
Original scientific paper

## VPLIV POŽAROV NA ENTOMOFAVNO - PREDVSEM SUBKORTIKALNO, V MONOKULTURAH ČRNEGA BORA (*PINUS NIGRA* ARN.) NA SLOVENSLEM KRASU

Maja JURČ\*

### Izvleček:

Raziskava žuželk v hirajočih in odmrlih deblih črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) je bila opravljena v letih od 1999 do 2001 na pogoriščih črnega bora na slovenskem Krasu. Izbrali smo tri lokacije: Kojnik (UTM: LV41, gorelo je aprila 1998, površina 46 ha, talni in vršni požar), Podgovci (LV60, avgust 1998, 7.53 ha, talni) ter Mlave (LV61, avgust 2000, 2.4 ha, vršni). Entomofavno smo nabirali pod skorjo in v lesu poškodovanih debel črnega bora. Skupaj smo nabrali 2181 osebkov, določili 84 taksonov (53 vrst ter 31 rodov) iz štirih redov (Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera in Raphidioptera). Najpomembnejše determinirane vrste so: iz reda Coleoptera - *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Pityogenes chalcographus*, *P. bistridentatus*, *Hylastes ater*, *Nudobius lentus*, *Placusa complanata*, *Platysoma elongatum*, *P. lineare*, *Thanasimus formicarius*, *Corticus longulus*, *Uleiota planata*, *Rhagium inquisitor*, *Acanthocinus aedilis*, *Pisodes notatus*, *Otiorhynchus cardiniger*, iz reda Heteroptera po številčnosti izstopa *Pyrrhocoris apterus*, v redu Hymenoptera zasledimo vrsto *Camponotus herculeanus*. Razlike v vrstni sestavi in v številu osebkov iste vrste na različnih lokacijah kažejo na razlike v rastiščnih in mikrorastiščnih razmerah ter tudi na stopnjo poškodovanosti gostitelja. Najvišji Shannon-Wienerjev indeks diverzitete subkortikalne entomofavne smo ugotovili na najmlajšem pogorišču in najnižji na najstarejšem pogorišču.

Ključne besede: monokultura, črni bor, *Pinus nigra* Arn., subkortikalna žuželka, gozdni požari, Slovenija, Kras

## INFLUENCE OF FOREST FIRES ON ENTOMOFAUNA - MOSTLY SUBCORTICAL, IN THE AUSTRIAN PINE MONOCULTURES (*PINUS NIGRA* ARN.) OF SLOVENE KARST

### Abstract:

A study of insect species found in trunks of declining and dead Austrian pine (*Pinus nigra* Arn.) trees was carried out on burnt out areas of Austrian pine plantations in Slovene Karst from 1999 to 2001. Three locations were chosen: Kojnik (UTM: LV41, the fire took place in April 1998 over an area of 46 ha, characterized by a ground and crown fire), Podgovci (LV60, August 1998, 7.53 ha, ground fire), Mlave (LV61, August 2000, 2.4 ha, crown fire). Entomofauna was collected under the bark and in the wood of damaged trunks of Austrian pine. We collected 2181 individuals and detected 84 taxa (53 species and taxa from 31 genus) from four ordo (Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera and Raphidioptera). The most important species from the ordo Coleoptera were *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Pityogenes chalcographus*, *P. bistridentatus*, *Hylastes ater*, *Nudobius lentus*, *Placusa complanata*, *Platysoma elongatum*, *P. lineare*, *Thanasimus formicarius*, *Corticus longulus*, *Uleiota planata*, *Rhagium inquisitor*, *Acanthocinus aedilis*, *Pisodes notatus*, *Otiorhynchus cardiniger*, from the ordo Heteroptera the most common was *Pyrrhocoris apterus*, from ordo Hymenoptera *Camponotus herculeanus* was found. The differences in species composition and in the numbers of individuals of the same species at different locations indicate the differences in site and microsite characteristics as well as the degree of damage to the host. The highest Shannon-Wiener diversity index of subcortical entomofauna was established on the most recent burnt out location and the lowest on the oldest burnt out location.

Key words: monoculture, Austrian pine, *Pinus nigra* Arn., subcortical insect, forest fire, Slovenia, Karst

\* doc. dr., BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SVN

**VSEBINA**  
**CONTENTS**

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	
	INTRODUCTION.....	41
<b>2</b>	<b>MATERIAL IN METODE DE LA</b>	
	MATERIAL AND METHODS .....	45
<b>3</b>	<b>REZULTATI IN RAZPRAVA</b>	
	RESULTS AND DISCUSSION .....	48
<b>4</b>	<b>ZAKLJUČKI</b>	
	CONCLUSIONS.....	55
<b>5</b>	<b>POVZETEK.....</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>VIRI</b>	
	REFERENCES.....	62
<b>7</b>	<b>ZAHVALA</b>	
	ACKNOWLEDGEMENT .....	64

---

## 1 UVOD INTRODUCTION

V konceptu novejšje teorije "ekologija motenj" (*Disturbance ecology*) je posebna pozornost posvečena požarom (ROGERS 1996). Ta teorija zajema in tolmači dejavnike, ki prekinjajo delovanje ekosistema, kot so suša, požari, veter, geomorfološki procesi, žuželke, bolezni, objedanje zaradi herbivorov ali aktivnosti človeka. Raziskovalci ugotavljajo, da požari niso majhen ali izjemen, temveč najpomembnejši dejavnik, ki je deloval skozi stoletja v večini kopenskih ekosistemov kot sestavni dejavnik vplivov na rastlinske združbe. Požare prištevajo med vplive "klime" (ODUM 1971).

Požare lahko obravnavamo kot pomemben dejavnik razvoja rastlinskih združb, na katerega človek lahko vpliva in tako usmerja gospodarjenje z rastlinskimi cenzami. V zgodovini poznamo več primerov »načrtnega« in »kontroliranega« požiganja gozdov in prerij. Tako so Indijanci v Severni Ameriki pridobivali pašne površine, v območju Mediterana so se z ognjem borili z makijo, krčenje tal s požiganjem se je tudi pri nas uveljavilo zlasti v hribovskem svetu med višinsko kolonizacijo po 15. stoletju (ODUM 1971, TRABAUD 1988, ANONIMUS 1995). Kontrolirano požiganje kot način gospodarjenja z gozdom se je uveljavilo zlasti v 60-ih letih v Severni Ameriki, v Kanadi in v mediteranskem območju. Takrat so ugotavljali, da zmerno požiganje talne vegetacije in grmičevja sprošča večje količine hranil, ki so dostopna rastlinam, spodbuja naselitev predvsem stročnic, ki bogatijo tla z dušikom, zmanjša konkurenco v mladju. Nekateri bori odprejo svoje storže samo po zmernih požarih. Na novo zrasle rastline in rastlinski deli so ustrežnejša hrana za herbivore, požar preprečuje kopičenje gorljivega materiala pri tleh in s tem obvaruje odraslo drevje v istem sestoju pred nevarnimi vršnimi požari. Novejše raziskave poudarjajo predvsem negativne učinke vseh požarov, tudi šibkih in kontroliranih. Na ploskvah s ponavljajočimi se požari ugotavlja York (1999) za 41 do 82 % zmanjšano število različnih skupin nevretenčarjev (pajkov, pršic, ščipalcev, paščipalcev, hroščev, kožekrilcev) v primerjavi s kontrolnimi ploskvami, kjer požara ni bilo. V sestojih iglavcev in hrasta prihaja po kontroliranih požarih, izzvanih v obdobju mirovanja vegetacije, do siromašenja populacij artropodov in migracij nekaterih vrst

metuljev (HERMANN in sod. 1998). V avstralskih listnatih gozdovih ugotavljajo občutno zmanjševanje vrstnega bogastva artropodov, predvsem pajkov, pršic, žuželk iz skupine Collembola in mravelj v tleh po kontroliranih spomladanskih požarih, po drugi strani pa povečanje vrst žuželk iz skupine Diptera (muhe) (COLLETT 1999). Rezultati raziskav v borealnih gozdovih južne Finske kažejo, da prihaja v požganih gozdovih in v gozdovih, kjer so opravili golosečnjo, do uničenja kolonij mravelj (*Formica rufa* skupina) in tudi drugih žuželk, ki so habitatsko vezane na starejše razvojne stadije gozda (PUNTTILA / HAILA 1996). V primeru katastrofalnega požara v humidnih listnatih gozdovih Avstralije so v obsežni raziskavi talnih žuželk ugotovili, da je enkratni požar minimalno reduciral samo populacijo krešičev (Carabidae). Ta je po dveh letih spet dosegla stanje pred požarom, druge vrste žuželk (družine Staphylinidae, Nitidulidae, Leiodidae, Curculionidae in Cryptophagidae) so ostale na enakem vrstnem in številčnem nivoju kot pred požarom. Menijo, da je red Coleoptera (hrošči) na obravnavanem rastišču rezistenten na enkratni intenzivni požar (COLLETT 2000). Tudi drugi avtorji poročajo, da so žuželke iz skupin Collembola, Coleoptera in Hymenoptera relativno rezistentne na požare in lahko predstavljajo indikatorske vrste požarov (NUNES in sod. 2000). Raziskave kontroliranih požarov v ameriških grmovnih združbah kadulje kažejo, da se je relativna abundanca hroščev in mravelj signifikantno povečala v prvem letu po požaru, na predpožarno stanje je prišla šele po 3-5 letih (NELLE in sod. 2000).

Požari se pojavljajo bolj ali manj redno v naravnih ciklih vegetacijskih sukcesij. Povzročajo naravno pomlajevanje nekaterih rastišč in kreirajo mozaičnost rastlinskih združb, ki so prilagojene na požare (TRABAUD 1988). Vpliv požarov na rastline je izredno zapleten in se izraža na različnih rastiščih in v različnih vremenskih razmerah zelo različno. Raziskava vplivov požarov in s požarom povzročene namnožitve podlubnikov na rastlinsko združbo *Picea glauca x lutzii* na Aljaski je pokazala, da se tudi po sedmih letih število rastlinskih vrst ne obnovi, pozneje nastala cenoza vrst pa je zelo predrugačena (HOLSTEN in sod. 1995). Po požaru leta 1988 se je v subalpskih gozdovih Yellowstonskega nacionalnega parka v Ameriki vegetacija (predvsem *Pinus contorta* var. *latifolia*) obnovila v območjih, kjer je bil požar slabše jakosti, na stanje pred

požarom leta 1991. Tam, kjer je bil požar intenziven, je bila leta 1992 pokrovnost vegetacije za 50 % manjša kot pokrovnost pred njim (TURNET in sod. 1999). Raziskave opravevanja in razvoja medečih rastlin v mediteranskih rastlinskih združbah tipa garig so pokazale, da je požar deloval negativno na medeče rastline in opraševalce (*Bombus terrestris*, *Apis mellifera* in solitarne čebele), osem let po požaru je bila abundanca medečih rastlin manjša, tudi populacija opraševalcev je bila bolj revna kot pred požarom (POTTS in sod. 2001).

Vpliv požarov na rastline se neposredno navezuje tudi na živalsko komponento cenoze. Eden od aspektov vpliva na herbivore je zajet v "hipotezi rastlinske vitalnosti" (*Plant vigour hypothesis*), ki s številnimi primeri dokazuje, da so po požaru nanovo zrasli mladi rastlinski deli bolj občutljivi in predstavljajo ustrežnejšo hrano fitofagov (VIEIRA in sod. 1996; SEYFFARTH in sod. 1996). Tako je npr. število hipertrofij, ki jih izzovejo muhe rodu *Contarinia* na listih gostitelja na pogorišču petkrat večje kot na listih iste vrste na kontrolni ploskvi. V drugi generaciji se larve ne pojavljajo na nepogoreli lokaciji, na pogorišču pa je bilo kar 17 larv na 100 listih gostitelja (VIEIRA in sod. 1996). Tudi listni zavijači (Lepidoptera) preferirajo mlado listje v podmladku pogorišča (SEYFFARTH in sod. 1996).

Požari imajo lahko tudi pozitivno vlogo v gospodarjenju z gozdom. Tako v borealnih mešanih gozdovih Quebeca, kjer spodbujajo jelko, menijo, da imajo vršni požari, v katerih odmrejo najmlajši poganjki, ki jih napade določena vrsta metulja (*Choristoneura fumiferana*), odločilen pomen v ohranitvi podmladka jelke (BERGERON / HARVEY 1997).

Požari pogosto izzovejo gradacije sekundarnih vrst žuželk, tistih, ki naselijo oslABLJENE in poškodovane gostitelje. Tako so zabeležili gradacijo velikega rjavega rilčkarja (*Hylobius abietis*) v sestojih rdečega bora na območju južne Norveške (BAKKE 1996). V smrekovih sestojih centralne Švedske je požar izzval gradacijo podlubnikov (*Polygraphus polygraphus* in *Pityogenes chalcographus*) (EHNSTROM in sod. 1995). V

opožarjenih borovih plantažah (*Pinus elliotii*, *P. caribaea*, *P. taeda*) na območju Brisbanea (Avstralija) se je že po šestih tednih namnožil lubadar (*Ips grandicollis*), v sestojih je bil prisoten 10 mesecev, eno leto po požaru pa so zabeležili namnožitev lestvičarjev (*Xyleborus perforans* in *X. ferrugineus*) (WYLIE in sod. 1999). Pri nas smo na pogorišču monokulture črnega bora ugotovili gradacijo dvanajsterozobega borovega lubadarja (*Ips sexdentatus* (Börner)) (JURC 2000).

Na splošno imajo žuželke kot ektotermne vrste razvite specifične mehanizme preživetja v okolju z relativno nizkimi in ali visokimi temperaturami. Nekatere prenašajo tudi temperature do  $-30^{\circ}\text{C}$  v diapavzi (to je lahko rezultat povečane koncentracije hemolimfe zaradi povečanja koncentracije glicerola do 25 %, ekstracelularnega oblikovanja kristalov ledu v telesnih tekočinah) ali lahko živijo v okolju s temperaturo 49 do  $51^{\circ}\text{C}$  (npr. larve družine Chronomidae, ki živijo v vročih vodah). Toleranca na visoke temperature je vrstno in individualno specifična, odvisna je tudi od razvojne stopnje žuželke (SCHOWALTER 2000).

Novejše etiološke raziskave so razkrile prilagoditve žuželk na požare, ki jim priskrbijo ustrezno trofično okolje in okolje za razvoj potomstva. Tako imajo nekatere vrste rodu *Melanophila* (*M. acuminata*) iz družine krasnikov (Buprestidae) fotomehantične infrardeče receptorje na toraksu ali na bazi srednjih nog za zaznavanje sveže pogorelih dreves kot ustreznega medija za odlaganje jajčec in razvoj zaroda na oddaljenosti do 12 km (SCHMITZ in sod. 1997, SCHMITZ / BLECKMANN 1998)

V Sloveniji je požarna ogroženost gozdov zelo različna in je odvisna od številnih dejavnikov. Dokaz za to je različno pojavljanje gozdnih požarov v posameznih gozdnogospodarskih območjih. Po pogoreli površini je več kot 90% požarov na Kraškem GGO, sledi novomeško območje, na ostalih območjih pa je površina pogorišč relativno majhna (KOVAČEVIĆ 1989). Na Krasu je letno povprečno 56 požarov, v vsakem pogori 17.6 ha gozda ali grmišč. Vsota vseh pogorišč v 24 letih (1966-1989) je znašala 15.903 ha ali kar 20% vse površine tega GGO (PRELEC 1993). Ob ugodnih vremenskih

razmerah za nastanek požara so ogrožene velike površine gozdov tudi v notranjosti Slovenije. Večkrat dosegajo pogorele površine gozdov v GGO zunaj Krasa več kot 50% vseh pogorelih površin, vendar dolgoletne statistike te posebne razmere zakrijejo (tako je bilo leta 1983 kar 70% vseh pogorišč zunaj Kraškega GGO) (ŽONTA 1989).

Gozdne požare, predvsem stanje vegetacijske odeje ter sukcesijske razvojne stopnje gozda, je raziskovalo več raziskovalcev v Gozdnem rezervatu Požganija (na Mozirskih planinah) (PUNCER 1962, KRANJC 1981, DIACI 1989) ter Prebevšek (1994).

## **2 MATERIAL IN METODE DE LA** **MATERIAL AND METHODS**

V okviru projekta Gozdni požari v Sloveniji smo od leta 1998 do 2001 raziskovali vpliv požarov na nekatere biotske in abiotske dejavnike pogorišč (ADAMIČ 2001, BATIČ 2001, URBANČIČ / DAKSKOBLAR 2001) ter izdelali novo metodo za ocenjevanje požarne ogroženosti gozdnih rastišč v Sloveniji.

V okviru raziskave vpliva požara na entomofavno smo:

- a) ugotavljali vrstno sestavo in številnost posameznih vrst žuželk na vseh izbranih lokacijah (vsaka lokacija zajema 2 raziskovalni ploskvi /20 x 20 m/ - pogorišče in nepogorelo primerjalno površino), vzorčili smo maja, junija in septembra v letih 1999 / 2000 / 2001;
- b) vzorčili talne vrste žuželk (predvsem iz družine Carabidae) v letu 2001;
- c) raziskovali dendrobionte (subkortikalne žuželke) pod skorjo in v plitvem delu lesa pod skorjo na lokacijah Kojnik, Podgovci in Mlave v letih 1999 / 2000 / 2001.

V prispevku prikazujemo rezultate raziskave dendrobiontov v poškodovanih deblih črnega bora (c).

## 2.1 OBMOČJE RAZISKAVE STUDY AREA

Pri izbiri raziskovalnih ploskev je bilo prvo izhodišče starost požara, drugo, čim bolj podobne ekološke in rastiščne razmere na raziskovalnih ploskvah in tretje, raziskovalne ploskve smo želeli postaviti na karbonatni in na flišni matični podlagi. Zato je bila raziskava gozdnih požarov opravljena na naslednjih sedmih lokacijah:

- Sela nad Dragonjo (občina Piran, gorelo avgusta leta 1994, talni, 3.05 ha, gozd puhastega hrasta in termofilnih listavcev porašča rjava tla na flišu), X = 5 395 807, Y = 5 035 894, n.m.v. 123 m, UTM LV39;
- Govci pod Zelenim robom (gorelo verjetno leta 1995, talni in vršni požar je zajel 1.5 ha gozda črnega bora (*Fraxino orni-Pinetum nigrae*) in bukovja s slečem (*Rhododendro hirsuti-Fagetum*)), X = 5 411 850, Y = 5 095 900, n.m.v. 1050 m – 1150 m, LV91;
- Vremščica (občina Divača, gorelo avgusta leta 1997, talni in vršni, 281 ha, mestoma zaraščajoči se pašniki in gozd črnega bora), X = 5 422 750, Y = 5 061 550, n.m.v. 460 m; LV62;
- Podgovec (občina Sežana, gorelo avgusta leta 1998, talni, 7.53 ha, gozd črnega bora (*Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae*)), X = 5 409 156, Y = 5 066 392, n.m.v. 296 m; LV60;
- Kojnik (občina Koper, gorelo aprila leta 1998, 46 ha, talni in vršni, pašniki ter gozd črnega bora in termofilnih listavcev, X = 5 418 656, Y = 5 040 536, n.m.v. 780; LV41;
- Strma reber – Dilici (občina Koper, gorelo aprila leta 1999, talni, 14.28 ha, gozd puhastega hrasta in ostalih listavcev na flišu), X = 5 404 320, Y = 5 039 113, n.m.v. 277, LV40;
- Mlave (občina Sežana, gorelo avgusta leta 2000, vršni, 2.4 ha, gozd črnega bora in termofilnih listavcev), X = 5 414 500, Y = 5 059 750, n.m.v. 400 m, LV61 (Slika 1).





Slika1: Raziskovalne lokacije

Picture 1: The map of research locations

## 2.2 VZORČENJE IN OBDELAVA SAMPLING PROCEDURE AND PROCEEDING

Subkortikalne vrste žuželk smo vzorčili na pogorelih ploskvah velikosti 20 x 20 m na lokacijah Kojnik (22.07.1999, 26.05.2000, 22.07.2000, 1.06.2000, 17.06.2001), Podgovci (22.07.99, 26.05.2000, 22.07.2000, 1.06.2000, 13.6.2001) in Mlave (10.09.2000, 15.09.2001, 23.03.2001, 16.8.2001, 15.9.2001). Na lokaciji Mlave smo z vzorčenjem entomofavne pričeli šele leta 2000, ker je gorelo avgusta leta 2000. Pri vsakem vzorčenju smo na petih naključno izbranih drevesih črnega bora odstranili skorjo velikosti 50 x 50 cm ter nabrali prisotno entomofavno. Nabrane živali smo fiksirali, preparirali in shranili v entomološki zbirki Katedre za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali BF. Za določitev vrst žuželk smo uporabljali ključe in literaturo (REITTER 1908, 1912, ESCHERICH 1923, KÖCH 1989, JELÍNEK 1993). Za prikaz pestrosti pojavljanja posameznih vrst smo uporabili indekse biodiverzitete: bogastvo vrst ( $d=(S-1)/\log N$ ) in Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ , kjer je  $p_i$  = delež  $i$ -te vrste in  $S$  = vsota izračunov za vse prisotne / $S$ / vrste) (SCHOWALTER 2000).

### 3 REZULTATI IN RAZPRAVA RESULTS AND DISCUSSION

Nabrali smo skupaj 2181 osebkov, razvrstili smo jih v 4 rede (Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera in Raphidioptera), 25 družin, 84 taksonov (53 vrste ter 31 rodov). Najštevilčnejši je bil red hroščev (Coleoptera), ki je obsegal 20 družin, 51 vrst ter 12 rodov (Preglednica 1). V okviru hroščev je bila najštevilčnejša družina podlubnikov (Scolytidae) (72,90 %), sledijo kozlički (Cerambycidae) (5,36 %), prisekančki (Histeridae) (4,36 %), kratkokrilci (Staphylinidae) (2,34 %) ter rilčkarji (Curculionidae) (2,25 %). Drugih vrst je bilo skupaj 12,79 %. Nabrali smo in določili (do nivoja družine) ličinke, ki so bile predvsem pod skorjo, deloma tudi v lesu gostiteljskih dreves črnega bora. Skupaj smo nabrali 195 ličink, ki so pripadale družinam kozličkov (52,31 %), podlubnikov (29,23 %), iz družine pisancev (Cleridae) je bilo 12,82 % ličink, ličink kamelovratnic (Raphidioptera) 5,64 %.

Preglednica 1: Pregled žuželk, ujetih v borovem nasadu na poškodovanih in odmrlih drevesih črnega bora na lokacijah Kojnik (P1), Podgovci (P2) in Mlave (P3) v času od leta 1999 do 2001.

Table 1: Survey of Insects Collected in Pine Monocultures in Trunks of declining and dead Austrian pine Trees in Locations Kojnik (P1), Podgovci (P2) in Mlave (P3) from 1999 to 2001.

Red, družina, rod, vrsta / Order, family, genus, species	P1	P2	P3	skupaj
I. Red COLEOPTERA – hrošči	1589+98	84+57	353+29	2026+184
1. Druž. SCOLYTIDAE – podlubniki	1282+21	31+19	277+17	1590+57
<i>Ips sexdentatus</i> (Börner, 1776)	964	7	220	1191
<i>Ips acuminatus</i> (Gyllenhal, 1827)		8		8
<i>Orthotomicus laricis</i> (Fabricius, 1792)	158	7	4	169
<i>Orthotomicus suturalis</i> (Gyllenhal, 1827)		2		2
<i>Pityogenes chalcographus</i> (Linnaeus, 1761)	131			131
<i>Pityogenes trepanatus</i> (Noerdlinger, 1848)			6	6
<i>Pityogenes bistridentatus</i> (Eichhoff, 1878)			45	45
<i>Tomicus minor</i> (Hartig, 1834)	3		2	5
<i>Tomicus piniperda</i> (Linnaeus, 1758)		2		2
<i>Hylastes ater</i> (Paykull, 1800)	14	1		15
<i>Hylastes Erichson</i> , 1836 (dve vrsti)	12	4		16
2. Druž. Anobiidae - trdoglavci	2			2
<i>Ernobius mollis</i> (Linnaeus, 1758)	2			2

Red, družina, rod, vrsta / Order, family, genus, species	P1	P2	P3	skupaj
3. Druž. STAPHYLINIDAE - kratkokrilci	32		19	51
<i>Nudobius lentus</i> (Gravenhorst, 1806)	9			9
<i>Placusa (Placusa) complanata</i> Erichson, 1839	14		15	29
<i>Hapalaraea (Phyllodrepa) floralis</i> (Paykull, 1789)	1		2	3
<i>Siagonium humerale</i> Germar, 1817			2	2
<i>Hapalaraea</i> C. G. Thomson, 1858	1			1
<i>Ocalea</i> Erichson, 1837	1			1
<i>Proteinus</i> Latreille, 1796	1			1
<i>Phloeopora</i> Erichson, 1837	1			1
<i>Quedius</i> Stephens, 1829	4			4
4. Druž. HISTERIDAE - prisekančki	61	32	2	95
<i>Platysoma (Cylister) elongatum</i> (Thunberg, 1787)	46	27		73
<i>Platysoma (Cylister) lineare</i> Erichson, 1834	11	4		15
<i>Platysoma</i> Leach, 1817		1		1
<i>Paromalus parallelepipedus</i> (Herbst, 1792)	4		2	6
5. Druž. CLERIDAE - pisanci	17+10	4+14	7+1	28+25
<i>Thanasimus formicarius</i> (Linnaeus, 1758)	17	4	7	28
6. Druž. NITIDULIDAE	3			3
<i>Glischrochilus (Glischrochilus) quadripunctatus</i> (Linnaeus, 1758)	3			3
7. Druž. TENEBRIONIDAE - črnivci, temačniki	10	2	12	24
<i>Corticeus (Paraphloeus) longulus</i> (Gyllenhal, 1827)	10	2	12	24
8. Druž. SILVANIDAE (CUCUJIDAE)	25	5	2	32
<i>Uleiota planata</i> (Linnaeus, 1761)	24	5	2	31
<i>Silvanus unidentatus</i> (Fabricius, 1792)	1			1
9. Druž. CERAMBYCIDAE - kozlički, rogini	86+67	5+24	26+11	117+102
<i>Rhagium (Rhagium) inquisitor</i> (Linnaeus, 1758)	79	1	8	88
<i>Monochamus galloprovincialis pistor</i> (Germar, 1818)	1			1
<i>Acanthocinus aedilis</i> (Linnaeus, 1758)			14	14
<i>Saperda (Anarea) carcharias</i> (Linnaeus, 1758)	1			1
<i>Leptura dubia</i> Scopoli	1	2		3
<i>Criocephalus rusticus</i> Linnaeus, 1758			1	1
<i>Criocephalus fesus</i> (Mulsant, 1839)			1	1
<i>Ergates faber faber</i> (Linnaeus, 1767)			2	2
<i>Acmaeops collaris</i> (Linnaeus, 1758)	4	2		6
10. Druž. CURCULIONIDAE - rilčkarji	47	2		49
<i>Hylobius (Hylobius) abietis</i> (Linnaeus, 1758)	1			1
<i>Pisodes notatus</i> (Fabricius, 1787)	17			17
<i>Otiorhynchus cardiniger</i> (Host, 1789)	21	1		22
<i>Otiorhynchus sensitivus</i> (Scopoli, 1763)	3			3
<i>Otiorhynchus bisulcatus</i> (Fabricius, 1781)	2	1		3
<i>Phyllobius argentatus</i> (Linnaeus, 1758)	3			3

Red, družina, rod, vrsta / Order, family, genus, species	P1	P2	P3	skupaj
11. Druž. BUPRESTIDAE – krasniki		<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>
<i>Chalcophora mariana</i> (Linnaeus, 1758)			1	1
<i>Melanophila (Phaenops) cyanea</i> (Fabricius, 1775)		1		1
12. Druž. CRYPTOPHAGIDAE	<u>1</u>			<u>1</u>
<i>Cryptophagus</i> Herbst, 1792	1			1
13. Druž. MYCETOPHAGIDAE	<u>2</u>			<u>2</u>
<i>Litargus connexus</i> (Fourcroy, 1785)	2			2
14. Druž. LATRIDIIDAE	<u>1</u>			<u>1</u>
<i>Latridius consimilis</i> Mannerheim, 1844	1			1
15. Druž. LEIODIDAE (CATOPIDAE, CHOLEVIDAE)	<u>1</u>			<u>1</u>
<i>Choleva</i> Latreille, 1796	1			1
16. Druž. CARABIDAE – krešiči	<u>7</u>	<u>1</u>	<u>7</u>	<u>15</u>
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	2			2
<i>Tachyta nana</i> (Gyllenhal, 1810)	2			2
<i>Dromius angustus</i> Brullé, 1834	1			1
<i>Philorhizus spilotus</i> (Illiger, 1789)	1			1
<i>Microlestes</i> Schmidt-Goebel, 1846	1			1
<i>Carabus</i> Linnaeus, 1758		1	7	8
17. Druž. GEOTRUPIDAE	<u>2</u>			<u>2</u>
<i>Trypocopris vernalis</i> (Linnaeus, 1758)	2			2
18. Druž. CHRYSOMELIDAE – lepenjci	<u>2</u>			<u>2</u>
<i>Longitarsus</i> Latreille, 1825	1			1
<i>Chrysomela populi</i> Linnaeus, 1758	1			1
19. Druž. MALACHIIDAE	<u>4</u>	<u>1</u>		<u>5</u>
<i>Malachius bipustulatus</i> (Linnaeus, 1758)	3	1		4
<i>Malachius marginellus</i> Olivier	1			1
20. Druž. ALLECULIDAE	<u>4</u>			<u>4</u>
<i>Omophlus lepturoides</i> (Fabricius, 1787)	4			4
II. Red HETEROPTERA – stenice (več vrst)	<u>18</u>	<u>4</u>	<u>72</u>	<u>94</u>
21. Druž. PYRRHOCORIDAE: <i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)			60	60
22. Druž. Lygaeidae: <i>Lygaeus</i> Fabricius, 1794	1			1
III. Red HYMENOPTERA – kožekrilci (več vrst)	<u>32</u>	<u>7</u>	<u>15</u>	<u>54</u>
23. Druž. FORMICIDAE				
<i>Camponotus herculeanus</i> (Linnaeus, 1758)	7	4	7	18
<i>Camponotus</i> Mayr, 1861	1			1
<i>Lasius</i> Fabricius, 1804	6	1	8	15
<i>Myrmica</i> Latreille, 1804	9			9
24. Druž. ICHNEUMONIDEA (več vrst)	<u>3</u>	<u>1</u>		<u>4</u>
IV. Red RAPHIIDOPTERA – kamelovratnice	<u>6+6</u>	<u>1+4</u>	<u>+1</u>	<u>7+11</u>
25. Druž. RAPHIIDIDAE				
SKUPAJ	<u>1645+104</u>	<u>96+61</u>	<u>440+30</u>	<u>2181+195</u>

\* podčrtana številka (2181) pomeni seštevek (za vrsto, rod, družino ali red), znak + ter podčrtano v kurzivu (+195) pa število ujetih larv.

Na lokaciji Kojnik (P1) se je požar pojavil aprila leta 1998, spomladi naslednjega leta smo ugotovili gradacijo dvanajsterozobega borovega lubadarja (*Ips sexdentatus* (Börner)) (JURC 2000). *I. sexdentatus* se pogosto pojavlja v namnožitvah kot rezultat negativnih vplivov predvsem abiotskih dejavnikov na gostitelja (COBOS-SUAREZ / RUIZ-URRESTARAZU 1990, LUTEREK 1996, MARKALAS 1997). Požar je bil talni in vršni na površini 46 ha, destrukcija sestoja je bila močna. V literaturi zasledimo podatke, da na število vrst žuželk na pogoriščih vplivata velikost požara in starost pogorelih dreves. Na večjih pogoriščih, in če je drevje starejše, je tudi vrst žuželk več (LEGOWSKI in sod. 1998). Znano je, da gradaciji ene vrste sledijo namnožitve njenih naravnih sovražnikov in tudi drugih vrst. Zaradi tega je bilo na lokaciji Kojnik veliko vrst žuželk (tudi predatorjev in parazitov) in številčnost v okviru ene vrste je bila velika. Na lokaciji Kojnik smo ujeli skupaj 1645 osebkov in določili skupaj 68 taksonov. Hroščev je bilo 50 taksonov (38 vrst in 12 rodov), stenic 6 taksonov, iz reda kožekrilcev smo določili skupaj 11 taksonov, iz reda kamelovratnic pa eno vrsto. Bogastvo vrst ( $d$ ) je 20,81 in je bistveno nižje od bogastva vrst na drugih dveh lokacijah. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 0,73 in je nižji od vrednosti na lokacijah Podgovci ter Mlave. Na tej lokaciji so se od podlubnikov najpogosteje pojavljale vrste *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Pityogenes chalcographus*, *Hylastes ater*, od kratkokrilcev *Nudobius lentus* in *Placusa complanata*, od prisekančkov *Platysoma (Cylister) elongatum* in *Platysoma (Cylister) lineare*, od pisancev *Thanasimus formicarius*. Pogosto se je pojavljal od kozličkov *Rhagium inquisitor*. Pomembne vrste so še Tenebrionidae (*Corticeus longulus*), od rilčkarjev *Hylobius abietis*, *Pisodes notatus*, *Otiorhynchus cardiniger* in skupina stenic. Od ličink je bil prisoten predstavnik reda Raphidioptera.

Talni požar na lokaciji Podgovci (P2) se je pojavil avgusta leta 1998 na površini 7.53 ha. Ni prišlo do gradacije žuželk. Na tej lokaciji smo ujeli skupaj 96 osebkov in določili skupaj 27 taksonov (20 vrst in 7 skupin višjih taksonov). Hroščev je bilo 20 taksonov (18 vrst in 2 reda), stenic 2 taksona, kožekrilcev 4 taksone in kamelovratnic 1 rod. Po bogastvu vrst ( $d = 13,13$ ) je med lokacijama Mlave in Kojnik. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 0,79 in je višji od vrednosti na lokaciji Kojnik in nižji od vrednosti na

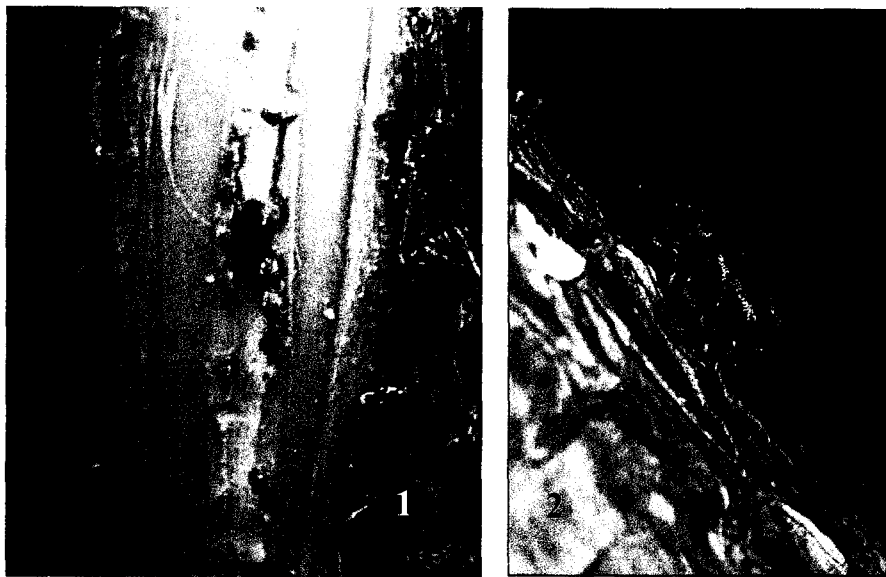
lokaciji Mlave. Od hroščev tukaj zasledimo podlubnike (*Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Tomicus piniperda*), sledijo prisekančki (*Platysoma elongatum*) in pisanci (*Thanasimus formicarius*).

Na lokaciji Mlave (P3) je gorelo avgusta leta 2000 na površini 2.4 ha, požar je bil vršni. Tukaj smo skupaj ujeli 440 osebkov ter določili skupaj 26 taksonov (20 vrst in 2 roda ter 4 taksoni iz višjih sistematskih skupin). Hrošči so bili najštevilčnejši (18 vrst in en rod), stenic je bilo 5 taksonov in kožekrilcev 2 taksona. Bogastvo vrst (d) je 9,47 in je na tej lokaciji v primerjavi z drugima dvema največje. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 1,11 in je višji od vrednosti na lokacijah Kojnik in Podgovci. Tukaj ni prišlo do namnožitve žuželk. Entomofavno smo pričeli vzorčiti že septembra istega leta in zato lahko domnevamo, da smo nabrali vrste, ki predstavljajo pionirske vrste na požariščih. To so predvsem krasniki (vrste *Chalcophora mariana*, *Phaenops cyanea*) (SCHMITZ in sod. 1997, SCHMITZ / BLECKMANN 1998). Sledijo jim kozlički (*Acanthocinus aedilis*, *Criocephalus rusticus*, *C. tristis*, *Ergates faber faber*) in pozneje tudi kratkokrilci (*Placusa complanata*, *Hapalaraea floralis*, *Siagonium humerale*). Podobno kompozicijo vrst so ugotovili na požarišču bora v Grčiji (MARKALAS 1997). Od podlubnikov se na tej lokaciji pojavljajo vrste *Pityogenes bistridentatus*, *Ips sexdentatus*, *Pityogenes trepanatus*, *Orthotomicus laricis*, *Tomicus minor*. Na tej lokaciji zasledimo večjo abundanco vrste stenic *Pyrrhocoris apterus*.

Ujete osebkove uvrščamo med kambiksilofagne, fleofagne, ksilofagne, saprofagne, detritogene, predatorske, parazitske vrste ter vrste, ki so se slučajno pojavile pod odstranjeno skorjo ali na njej in niso na njo vezane trofično. Najštevilčnejše so kambiksilofagne in fleofagne vrste, ki se prehranjujejo s kambijem, z živim delom skorje in živim delom lesa, kot so na primer omenjene vrste družine podlubnikov (Scolytidae) ter nekateri rilčkarji (Curculionidae). V lesu živijo ličinke družine Buprestidae, Cerambycidae in Anobiidae. Med predatorje (npr. podlubnikov) spadajo družine Cleridae, Staphylinidae, Histeridae, Nitidulidae, Tenebrionidae, Cucujidae in Raphidioptera. Zoofagne vrste so tudi krešiči (Carabidae), ki so večinoma talne vrste,

živijo ali prezimujejo pa tudi pod skorjo dreves. Neselektivni predatori so predstavniki družine Formicidae. Posamezne skupine mravelj so pomembne mirmekohorne vrste. Parazitoidi drugih živali, predvsem žuželk, so ose najezdnice (druž. Ichneumonidae) in nekateri predstavniki reda Heteroptera. Druge prisotne skupine živijo pod drevesno skorjo (Cryptophagidae, Mycetophagidae) in njihova ekologija in pomen še ni dovolj jasen. Ujeli smo tudi nekaj vrst, ki so po literaturi vezane na druge trofične niše kot zgoraj opisani, take so vrste iz skupin Geotrupidae, Chrysomelidae, Malachiidae. Predstavniki družine Alleculidae se prehranjujejo s cvetnimi deli, lahko prezimujejo pod skorjo dreves (SCHWENKE 1974, Escherich 1923, REITTER 1908, 1912, BRAUNS 1964).

Najpogostejše vrste raziskovanih žuželk so prikazane na slikah 1-9.



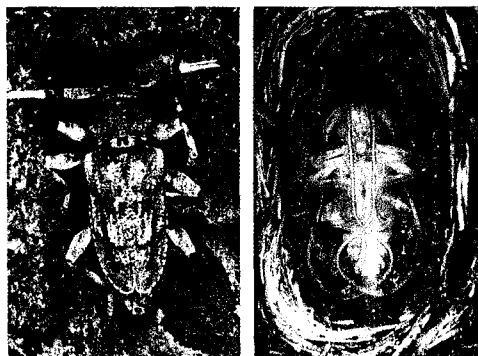
Slika 1, 2: Dvanajsterozobi borov lubadar (*Ips sexdentatus*), vsta, ki se je pojavila v gradaciji na črnem boru na Kojniku (velikost: 7,2 mm)

Fig. 1, 2: On location Kojnik outbreak of the six-toothed bark beetle (*Ips sexdentatus*) on Austrian pine occurred (length: 7,2 mm)



Slika 3: Veliki borov krasnik *Chalcophora mariana* naseljuje sveže požgana debla črnega bora (velikost: 26 mm)

Fig. 3: *The jewel beetle (Chalcophora mariana) colonizes fresh burnt trunks of Austrian pine (length: 26,0 mm)*



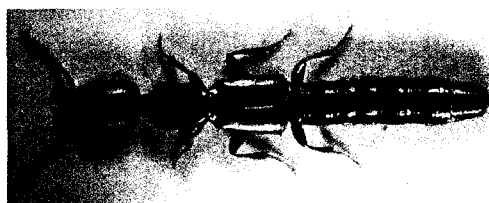
Slika 4,5: Tesar *Acanthocinus aedilis* in njegova buba (velikost: 16 mm)

Fig. 5,5: *The longhorn beetle (Acanthocinus aedilis) and his pupa (length: 16,0 mm)*



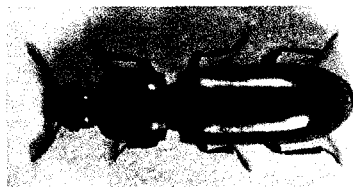
Slika 6: *Platysoma elongatum* iz družine prisekančkov (velikost: 4,1 mm)

Fig. 6: *The species Platysoma elongatum from the family of Hister beetles (length: 4,1 mm)*



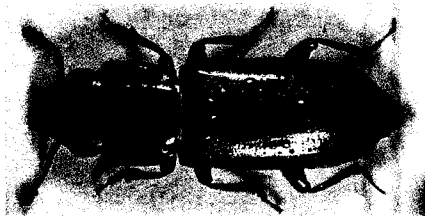
Slika 7: *Nudobius lentus* iz družine kratkokrilcev (velikost: 9,0 mm)

Fig. 7: *The species Nudobius lentus from the family of Rove beetles (length: 9,0 mm)*



Slika 8: *Corticeus longulus* iz družine temačnikov (velikost: 3,9 mm)

Fig. 8: *The species Corticeus longulus from the family of Darking beetles (length: 3,9 mm)*



Slika 9: *Glischrochilus quadripunctatus* iz družine Nitidulidae (velikost: 5,7 mm)

Fig. 9 *The species Glischrochilus quadripunctatus from the family of Driedfruit beetles (length: 5,7 mm)*



#### 4 ZAKLJUČKI CONCLUSIONS

Entomofavno pogorišč smo raziskovali na treh lokacijah, in sicer Kojnik, Podgovci ter Mlave. Največja površina požara je bila na Kojniku, požar je bil talni in vršni, kar je povzročilo destrukcijo monokulture črnega bora. Na tej lokaciji se je pojavila gradacija dvanajsterozobega borovega lubadarja (*Ips sexdentatus*). Na lokacijah Mlave in Podgovci ne glede na to, da je bil *I. sexdentatus* prisoten v monokulturi, do gradacije ni prišlo. V literaturi zasledimo podatek, da do gradacij žuželk prihaja, če je zajeta večja površina sestojev in če požar zajame celoten sestoj. Možno je, da je do gradacije vrste *I. sexdentatus* prišlo zaradi velike površine požara in močne destrukcije sestoj, gotovo pa je, da se na drugih dveh lokacijah ni pojavila gradacija žuželk zaradi neustrezni trofičnih ali vremenskih razmer ali koincidence obeh dejavnikov.

V raziskavi entomofavne na pogoriščih (Kojnik, Podgovci, Mlave) smo nabrali skupaj 2181 osebkov, razvrstili smo jih v 4 rede (Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera in Raphidioptera), 25 družin, 84 taksonov (53 vrst ter 31 rodov). Najštevilčnejši je bil red hroščev (Coleoptera), ki je obsegal 20 družin, 51 vrst ter 12 rodov. V okviru hroščev je bila najštevilčnejša družina podlubnikov (Scolytidae) (72,90 %), sledijo kozlički (Cerambycidae) (5,36 %), prisekančki (Histeridae) (4,36 %), kratkokrilci (Staphylinidae) (2,34 %) ter rilčkarji (Curculionidae) (2,25 %). Drugih vrst je bilo skupaj 12,79 %. Analiza nabranih vrst kaže, da je večina prisotnih vrst kambiksilofagnih in fleofagnih (ker se te vrste prehranjujejo z oslabljenimi in poškodovanimi gostitelji), ksilofagnih je nekaj družin (Anobiidae, Cerambycidae, Buprestidae), saprofagnih in detritogenih je tudi nekaj družin. Sledijo predatorske, parazitske vrste ter vrste, ki so se slučajno pojavile pod odstranjeno skorjo ali na njej in niso na njo trofično vezane.

Nabrali in določili smo (do nivoja družine) ličinke, ki so bile predvsem pod skorjo, deloma tudi v lesu gostiteljskih dreves črnega bora. Skupaj smo nabrali 195 ličink, ki so pripadale družinam kozličkov (52,31 %), podlubnikov (29,23 %), predstavnikov iz družine Cleridae je bilo 12,82 %, ličink kamelovratnic (Raphidioptera) pa 5,64 %.

Največje število ličink predatorskih in ksilofagnih vrst je bilo na lokaciji Kojnik, torej tam, kjer se je pojavila gradacija lubadarja *I. sexdentatus*.

Na lokaciji Kojnik smo ujeli skupaj 1645 osebkov in določili skupaj 68 taksonov. Hroščev je bilo 50 taksonov (38 vrst in 12 rodov), stenic 6 taksonov, iz reda kožekrilcev smo določili skupaj 11 taksonov, iz reda kamelovratnic pa eno vrsto. Bogastvo vrst ( $d$ ) je 20,81 in je bistveno nižje od bogastva vrst na drugih dveh lokacijah. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 0,73 in je nižji od vrednosti na lokacijah Podgovci ali Mlave.

Na lokaciji Podgovci smo ujeli skupaj 96 osebkov in določili skupaj 27 taksonov (20 vrst in 7 skupin višjih taksonov). Hroščev je bilo 20 taksonov (18 vrst in 2 reda), stenic 2 taksona, kožekrilcev 4 taksona in kamelovratnic 1 rod. Po bogastvu vrst ( $d = 13,13$ ) je med lokacijama Mlave in Kojnik. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 0,79 in je višji od vrednosti na lokaciji Kojnik in nižji od vrednosti na lokaciji Mlave.

Na lokaciji Mlave smo skupaj ujeli 440 osebkov ter določili skupaj 26 taksonov (20 vrst in 2 roda ter 4 taksona iz višjih sistematskih skupin). Hrošči si bili najštevilčnejši (18 vrst in en rod), stenic je bilo 5 taksonov in kožekrilcev 2 taksona. Bogastvo vrst ( $d$ ) je 9,47 in je na tej lokaciji v primerjavi z drugimi dvema največje. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 1,11 in je višji od vrednosti na lokacijah Kojnik in Podgovci.

Najvišji indeks diverzitete subkortikalne entomofavne smo ugotovili na najmlajšem pogorišču in najnižjega na najstarejšem. To pomeni, da so sveže poškodovani črni bori najustreznejši habitat subkortikalnih vrst žuželk in s staranjem substrata se njihova habitatska ustreznost zmanjšuje.

## 5 POVZETEK

Raziskava prisotnih žuželk v hirajočih in odmrlih deblih črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) je bila opravljena v času od 1999 do 2001 na pogoriščih črnega bora na slovenskem Krasu. Bila je opravljena na lokacijah Kojnik (občina Koper, gorelo aprila leta 1998, 46 ha, talni in vršni, pašniki ter gozd črnega bora in termofilnih listavcev, X = 5 418 656, Y = 5 040 536, n.m.v. 780; UTM LV41), Podgovci (občina Sežana, gorelo avgusta leta 1998, talni, 7.53 ha, gozd črnega bora (*Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae*)), X = 5 409 156, Y = 5 066 392, n.m.v. 296 m; LV60) ter Mlave (občina Sežana, gorelo avgusta leta 2000, vršni, 2.4 ha, gozd črnega bora in termofilnih listavcev, X = 5 414 500, Y = 5 059 750, n.m.v. 400 m, LV61)

Subkortikalne vrste žuželk smo vzorčili na pogorelih ploskvah velikosti 20 x 20 m. Pri vsakem vzorčenju smo na petih naključno izbranih drevesih črnega bora odstranili skorjo velikosti 50 x 50 cm ter nabrali prisotno entomofavno. Nabrane živali smo fiksirali, preparirali, določili in shranili v entomološki zbirki Katedre za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali BF. Za prikaz pestrosti pojavljanja posameznih vrst smo uporabili indekse biodiverzitete, kot so bogastvo vrst ( $d=(S-1)/\log N$ ) in Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ ).

Nabrali smo skupaj 2181 osebkov, razvrstili smo jih v 4 rede (Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera in Raphidioptera), 25 družin, 84 taksonov (53 vrste ter 31 rodov). Najštevilčnejši je bil red hroščev (Coleoptera), ki je obsegal 20 družin, 51 vrst ter 12 rodov. V okviru hroščev je bila najštevilčnejša družina podlubnikov (Scolytidae) (72,90 %), sledijo kozlički (Cerambycidae) (5,36 %), prisekančki (Histeridae) (4,36 %), kratkokrilci (Staphylinidae) (2,34 %) ter rilčkarji (Curculionidae) (2,25 %). Drugih vrst je bilo skupaj 12,79 %. Nabrali in določili smo (do nivoja družine) ličinke, ki so bile predvsem pod skorjo, deloma tudi v lesu gostiteljskih dreves črnega bora. Skupaj smo nabrali 195 ličink, ki so pripadale družinam kozličkov (52,31 %), podlubnikov (29,23 %), pisancev je bilo 12,82 %, ličink kamelovratnic (Raphidioptera) pa 5,64 %.

Na lokaciji Kojnik smo ujeli skupaj 1645 osebkov in določili skupaj 68 taksonov. Hroščev je bilo 50 taksonov (38 vrst in 12 rodov), stenic 6 taksonov, iz reda kožekrilcev smo določili skupaj 11 taksonov, iz reda kamelovratnic pa eno vrsto. Bogastvo vrst ( $d$ ) je 20,81 in je bistveno nižje od bogastva vrst na drugih dveh lokacijah. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 0,73 in je nižji od vrednosti na lokacijah Podgovci in Mlave. Na tej lokaciji so se od podlubnikov najpogosteje pojavljale vrste *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Pityogenes chalcographus*, *Hylastes ater*, od kratkokrilcev *Nudobius lentus* in *Placusa complanata*, od prisekančkov *Platysoma (Cylister) elongatum* in *Platysoma (Cylister) lineare*, od pisancev *Thanasimus formicarius*. Pogosto se je pojavljal od kozličkov *Rhagium inquisitor*. Pomembne vrste so še Tenebrionidae (*Corticeus longulus*), od rilčkarjev *Hylobius abietis*, *Pisodes notatus*, *Otiorhynchus cardiniger* in skupina stenic. Od ličink je bila prisotna kamelovratnica.

Na lokaciji Podgovci smo ujeli skupaj 96 osebkov in določili skupaj 27 taksonov (20 vrst in 7 skupin višjih taksonov). Hroščev je bilo 20 taksonov (18 vrst in 2 reda), stenic 2 taksona, kožekrilcev 4 taksona in kamelovratnic 1 rod. Po bogastvu vrst ( $d = 13,13$ ) je med lokacijama Mlave in Kojnik. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 0,79 in je višji od vrednosti na lokaciji Kojnik in nižji od vrednosti na lokaciji Mlave. Od hroščev tukaj zasledimo podlubnike (*Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Tomicus piniperda*), sledijo prisekančki (*Platysoma elongatum*) in pisanci (*Thanasimus formicarius*).

Na lokaciji Mlave smo skupaj ujeli 440 osebkov ter določili skupaj 26 taksonov (20 vrst in 2 roda ter 4 taksona iz višjih sistematskih skupin). Hrošči so bili najštevilčnejši (18 vrst in en rod), stenic je bilo 5 taksonov in kožekrilcev 2 taksona. Bogastvo vrst ( $d$ ) je 9,47 in je na tej lokaciji v primerjavi z drugimi dvema največje. Shannon-Wienerjev indeks diverzitete ( $H'$ ) je 1,11 in je višji od vrednosti na lokacijah Kojnik in Podgovci. Pojavljajo se krasniki (vrste *Chalcophora mariana*, *Phaenops cyanea*), sledijo jim kozlički (*Acanthocinus aedilis*, *Criocephalus rusticus*, *C. fesus*, *Ergates faber faber*) in pozneje tudi kratkokrilci (*Placusa complanata*, *Hapalaraea floralis*, *Siagonium humerale*). Od

podlubnikov se na tej lokaciji pojavljajo vrste *Pityogenes bistridentatus*, *Ips sexdentatus*, *Pityogenes trepanatus*, *Orthotomicus laricis*, *Tomicus minor*. Na tej lokaciji zasledimo večjo abundanco vrste stenic *Pyrrhocoris apterus*.

Najvišji indeks diverzitete subkortikalne entomofavne smo ugotovili na najmlajšem pogorišču in najnižjega na najstarejšem.

V celoti gledano so bile najpomembnejše determinirane vrste na vseh treh lokacijah: iz reda Coleoptera: *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Pityogenes chalcographus*, *P. bistridentatus*, *Hylastes ater*, *Nudobius lentus*, *Placusa complanata*, *Platysoma elongatum*, *P. lineare*, *Thanasimus formicarius*, *Corticeus longulus*, *Uleiota planata*, *Rhagium inquisitor*, *Acanthocinus aedilis*, *Pisodes notatus*, *Otiorhynchus cardiniger*, iz reda Heteroptera po številčnosti izstopa *Pyrrhocoris apterus*, v redu Hymenoptera zasledimo vrsto *Camponotus herculeanus*.

## 6 SUMMARY

*The study of insects in dying and dead trunks of the Austrian pine (Pinus nigra Arn.) was carried out between 1999 and 2001 on burnt areas of the Austrian pine in the Slovenian Karst. It was conducted on the following sites: Kojnik (municipality of Koper, fire in April 1998, 46 hectares, surface and crown fire, pastures as well as Austrian pine forest and thermophilic deciduous trees, X = 5 418 656, Y = 5 040 536, 780 m above sea level, UTM LV41); Podgovci (municipality of Sežana, fire in August 1998, surface fire, 7.53 hectares, Austrian pine forest (Seslerio autumnalis-Pinetum nigrae), X = 5 409 156, Y = 5 066 392, 296 m above sea level; LV60) and Mlave (municipality of Sežana, fire in August 2000, crown fire, 2.4 hectares, Austrian pine forest and thermophilic deciduous trees, X = 5 414 500, Y = 5 059 750, 400 m above sea level, LV61).*

*We sampled specimens of subcortical insects on burnt plots of 20 m x 20 m in size. At every sampling we removed bark (50 cm X 50 cm) from five randomly selected Austrian pine trees and collected the entomofauna. We pinned, preserved, determined and stored the animals in the entomological collection of Chair of forest protection and wildlife ecology at Biotechnical faculty. In order to demonstrate the diversity of collected animals we used biodiversity indexes such as species richness ( $d=(S-1)/\log N$ ) and Shannon-Wiener Diversity Index ( $H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ ).*

*We collected 2181 specimens altogether, classified them into 4 orders (Coleoptera, Heteroptera, Hymenoptera and Raphidioptera), 25 families and 84 taxons (53 species and 31 genera). The most numerous order was beetles (Coleoptera), which encompassed 20 families, 51 species and 12 genera. Among beetles we found the largest number of bark beetles (Scolytidae) (72.90 %), followed in number by longhorn beetles (Cerambycidae) (5.36 %), the Histeridae (4.36 %), the Staphylinidae (2.34 %) and the Curculionidae (2.25 %). The other species accounted for 12.79 % of the insects. We collected and determined (to the family level) the larvae, which were mostly found under the bark, and only partly in the wood of the host Austrian pine. Altogether we collected 195 larvae that belonged to the families of longhorn beetles (52.31 %), bark beetles (29.23%), the Cleridae (12.82%) and the Raphidioptera (5.64%).*

*On the Kojnik site we caught 1645 specimens and determined 68 taxons. Beetles encompassed 50 taxons (38 species and 12 genera) and bugs 6 taxons; in the Hymenoptera order we determined 11 taxons and one species in the Raphidioptera order. Biodiversity ( $d$ ) is 20.81 and is considerably lower than biodiversity on the other two sites. The Shannon-Wiener Diversity Index ( $H'$ ) is 0.73 and is lower than the indexes on the Podgovci and Mlave sites. On the Kojnik site the most common bark beetles were *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Pityogenes chalcographus*, *Hylastes ater*, in the Staphylinidae *Nudobius lentus* in *Placusa complanata*, the Histeridae *Platysoma (Cylister) elongatum* and *Platysoma (Cylister) lineare*, and the Cleridae *Thanasimus formicarius*. A common longhorn beetle was *Rhagium inquisitor*. Other important species*

were *Tenebrionidae* (*Corticeus longulus*), in the *Curculionidae* *Hylobius abietis*, *Pisodes notatus*, *Otiorhynchus cardiniger* and a group of bugs. The larvae were represented by the *Raphidiidae*.

On the Podgovci site we caught 96 specimens and determined 27 taxons (20 species and 7 groups of higher taxons). The population of beetles comprised 20 taxons (18 species and 2 orders), bugs 2 taxons, the Hymenoptera 4 taxons and the *Raphidiidae* 1 genus. When comparing species richness ( $d = 13.13$ ), it is between the other two sites. Its Shannon-Wiener Diversity Index ( $H'$ ) is 0.79 and is higher than the Kojnik site index and lower than the Mlave site index. Beetles are here represented by bark beetles (*Ips acuminatus*, *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Tomicus piniperda*), the *Histeridae* (*Platysoma elongatum*) and the *Cleridae* (*Thanasimus formicarius*).

On the Mlave site we caught 440 specimens and determined 26 taxons (20 species, 2 genera and 4 taxons of higher systematic groups). Beetles were the most numerous (18 species and 1 genus), bugs encompassed 5 taxons and the Hymenoptera 2 taxons. Biodiversity ( $d$ ) is 9.47 and is the highest out of the three sites. The Shannon-Wiener Diversity Index ( $H'$ ) is 11.1 and is again higher than the indexes on the other two sites. We found jewel beetles (species *Chalcophora mariana*, *Phaenops cyanea*), longhorn beetles (*Acanthocinus aedilis*, *Criocephalus rusticus*, *C. ferus*, *Ergates faber faber*) and the *Staphylinidae* (*Placusa complanata*, *Hapalaraea floralis*, *Siagonium humerale*). Bark beetles were represented by the species *Pityogenes bistridentatus*, *Ips sexdentatus*, *Pityogenes trepanatus*, *Orthotomicus laricis*, *Tomicus minor*. On this site we observed an increased abundance of red bugs *Pyrrhocoris apterus*.

The highest index of subcortical entomofauna diversity was found on the youngest burnt area and the lowest on the oldest burnt area.

All in all, the most important determined species on the three above-mentioned sites were the following: in the *Coleoptera* order *Ips sexdentatus*, *Orthotomicus laricis*, *Pityogenes*

chalcographus, *P. bistridentatus*, *Hylastes ater*, *Nudobius lentus*, *Placusa complanata*, *Platysoma elongatum*, *P. lineare*, *Thanasimus formicarius*, *Corticus longulus*, *Uleiota planata*, *Rhagium inquisitor*, *Acanthocinus aedilis*, *Pisodes notatus*, *Otiorhynchus cardiniger*; in the *Heteroptera* order *Pyrrhocoris apterus* was the most numerous; and the *Hymenoptera* order was represented by species *Camponotus herculeanus*.

## 7 VIRI REFERENCES

- ADAMIČ, M., 2001, Požari v naravi in prostoživeče živali - Zbornik gozdarstva in lesarstva 66, Ljubljana, s. 5-23.
- ANONIMUS, 1995. Enciklopedija Slovenije.- Mladinska knjiga, Ljubljana, 416 s.
- BAKKE, A., 1996. Influence of forest fire on the beetle fauna.- Repport fra Skogforsk, No. 3, 20 s.
- BATIČ, F., 2001, Vpilv požarov na vrstno sestavo vegetacije na primerih Krasa in Istree- Zbornik gozdarstva in lesarstva 66, Ljubljana, s. 25-38.
- BERGERON, Y. / HARVEY, B., 1997. Basing silviculture on natural ecosystem dynamics: an approach applied to the southern boreal mixedwood forest of Quebec.- *Forest Ecology and Management*, 93, 1-3, s. 235-242.
- BRAUNS, A., 1964. Taschenbuch der Waldinsekten.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 817 s.
- COBOS-SUAREZ, J.M. / RUIZ-URRESTARAZU, M.M., 1990. Phytosanitary problems of the species *Pinus radiata* D. Don in Spain, with special reference to the Basque country- *Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas*, 16, 1, s. 37-53.
- COLLETT, N. G., 1999. Effects of three short rotation prescribed fires in spring on surface-active arthropods in dry sclerophyll eucalypt forest of west-central Victoria.- *Australian Forestry*, 62, 4, s. 295-306.
- COLLETT, N. G., 2000. Catastrophic wildfire and its short-term effects on families of order Coleoptera (beetles) in *Eucalyptus regnans* forest in the Central Highlands of Victoria.- *Australian Forestry*, 63, 1, s. 7-20.
- DIACI, J., 1989. Gozdni rezervat Požganija (na Mozirskih planinah).- *Diplomska naloga. BF VTOZD za gozdarstvo*, Ljubljana, 56 s.
- ESCHERICH, K., 1923. Die Forstinsekten Mitteleuropas.- Zweiter Band. Berlin, Verlagsbuchhandlung Paul Parey, 663 s.
- EHNSTROM, B. / LANGSTROM, B. / HELLGVIST, C., 1995. Insects in burned forests - forest protection and faunal conservation (preliminary results).- *Proceedings of the XXIII Nordic Meeting of Entomology held in Turku, Finland, on 24-27 July 1994. Entomologica Fennica*, 6, 2-3, s. 109 - 117.
- HERMANN, S. M. / HOOK, T. / FLOWERS, R. W. / BRENNAN, L. A. / GLETZENSTEIN, J. S. / STRENG, D. R. / WALKER, J. L. / MYERS, R. L. HOOK, T. / WADSWORTH, K. G., 1998. Fire and biodiversity: studies of vegetation and arthropods.- *Transactions of the Sixty-third North American Wildlife and Natural Resources Conference, Orlando, Florida, USA, 20-24 March*, s. 384-401.



- HOLSTEN, E. H. / WERNER, R. A. / DEVELICE, R. L., 1995. Effects of a spruce beetle (Coleoptera: Scolytidae) outbreak and fire on Lutz spruce in Alaska.- *Environmental Entomology*, 24, 6, 1539-1547.
- JELÍNEK, J., 1993. Check-list of Czechoslovak Insects IV (Coleoptera).- *Seznam Československých brouků.- Folia Heyrovskyana*, Praha, 172 s.
- JURC, M., 2000 Vrste kukaca na požarištima crnog bora (*Pinus nigra* Arn.) na slovenskom Kršu.- V: MALEŠ, P. (ur.). Unapredenje poljoprivrede i šumarstva na kršu : sažeci : summaries. Zagreb: Hrvatska akademija znanosti i umetnosti, Znanstveno vijeće za poljoprivredu i šumarstvo, 2000, str. 108-109.
- KOVAČEVIĆ, N., 1989. Ogroženost gozdov pred gozdnimi požari.- Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 8 s., tipkopis.
- KOCH, K., 1989. Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Band 1.- Goecke&Evers.Krefeld, 440 s.
- KRANJC, V., 1981. Gozdno-gojitvena analiza požganine na Mozirski planini.- Diplomsko delo. BF VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana, 61 s.
- LEGOWSKI, D. / MAZUR, S. / PERLINSKI, S. / SLAWSKI, M., 1998. A comparative analysis of forest plantation colonization by foliophages and by bud and shoot pests occurring on former (forest) fire areas near Solec Kujawski and Ostrow Mazowiecka.- *Sylvan*, 142, 3, s. 21-28.
- LUTEREK, R., 1996. Primary insect invaders of post-fire stands in the virgin Notecka Forest.- *Prace z Zakresu Nauk Lesnych*, 82, s. 103-110.
- MARKALAS-S., 1997. Frequency and distribution of insect species on trunks in burnt pine forests of Greece.- *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 70, 1-2, s. 57-61.
- NELLE, P. J. / REESE, K. P. / CONNELLY, J. W., 2000. Long-term effects of fire on sage grouse habitat.- *Journal of Range Management*, 53, 6, s. 586-591.
- NUNES, L. F. / LEATHER, S. R. / REGO, F. C., 2000. Effects of fire on insects and other invertebrates. A review with particular reference to fire indicator species.- *Silva Lusitana*, 8, 1, s. 15-32.
- ODUM, E.P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. Third edition.- Saunders College Publishing, Philadelphia, 574 s.
- POTTS, S. G. / DAFNI, A. / NEUEMAN, G., 2001. Pollination of a core flowering shrub species in Mediterranean phrygana: variation in pollinator diversity, abundance and effectiveness in response to fire.- *Oikos*, 92, 1, s. 71-80.
- PREBEVŠEK, M., 1994. Požarno varstvo kot integralni del gospodarjenja z gozdovi.- V: MAROLT, P. (ur.), JURATOVEC, V. (ur.), KARBA, J. (ur.). *Varstvo pred požari v naravi, Bled '93* : [Zbornik referatov z mednarodnega posveta o varstvu pred požari v naravi na Bledu]. Ljubljana: Republiška uprava za zaščito in reševanje pri Ministrstvu za obrambo, str. 67-71.
- PRELEC, F., 1993. Varstvo gozdov na kraškem GGO.- *GV, Ljubljana*, 51, 1, 2-18 s.
- PUNCER, I., 1962. Problematika in posledice gozdnih požarov s posebnim ozirom na gozdni požar na Mozirski planini leta 1950.- Diplomsko delo, BF VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana,
- PUNTTILA, P. / HAILA, Y., 1996. Colonisation of a burned forest by ants in the southern Finnish boreal forest.- *Silva Fennica*, 30, 4, s. 421-435.
- REITTER, E., 1908. *Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches, I Band*.- K. G. Lutz-Verlag, Stuttgart, 248 s.
- REITTER, E., 1912. *Fauna Germanica. Die Käfer des Deutschen Reiches, IV Band*.- K. G. Lutz-Verlag, Stuttgart, 236 s.
- ROGERS, P., 1996. Disturbance ecology and forest management: a review of the literature. General Technical Report Intermountain Research Station, USDA Forest Service, No. INT GTR, 336 s.

- SCHOWALTER, T. D., 2000.- Insect ecology. Academic Press. San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, 483 s.
- SCHMITZ, H. / BLECKMANN, H. / MURTZ, M., 1997. Infrared detections in a beetle.- *Nature*, London, 386, 6627, s. 773-774.
- SCHMITZ, H. / BLECKMANN, H., 1998. The photomechanic infrared receptor for the detection of forest fires in the beetle *Melanophila acuminata* (Coleoptera: Buprestidae).- *Journal of Comparative Physiology*, 182, 5, s. 647-667.
- SCHWENKE, W., 1974. Die Forstschädlinge Europas, Bd. II., Käfer, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 500 s.
- SEYFFARTH, J. A. S. / CALOURO, A. M. / PRICE, P. W., 1996. Leaf rollers in *Ouretea hexasperma* (Ochnaceae): fire effect and the plant vigor hypothesis.- *Revista Brasileira de Biologia*, 56, 1, s. 135-137.
- TRABAUD, L., 1988. Dynamics after Fire of Sclerophyllous Plant Communities in the Mediterranean Basin.- C.N.R.S./C.E.P.E.L. Emberger B.P. 5051 - route de Mende 34033 - MONPELLIER Cedex France, s. 1-16.
- TURNET, M. G. / ROMME, W. H. / GARDNER, R. H., 1999. Prefire heterogeneity, fire severity, and early postfire plant reestablishment in subalpine forests of Yellowstone National Park, Wyoming.- *International Journal of Wildland Fire*, 9, 1, s. 21-36.
- URBANČIČ, M. / DAKSKOBLAR, I., 2001. Spremembe talnih razmer in rastlinske sestave v gozdovih črnega bora in malega jesena ter bukve in dlakavega sleča, -Zbornik gozdarstva in lesarstva 66, Ljubljana, s. 95-137.
- ŽONTA, I., 1989. Ocena požarne ogroženosti v Sloveniji.- Inštitu za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 110 s., 5 kart (tipkopis).
- VIEIRA, E.M. / ANDRADE, I. / PRICE, P. W., 1996. Fire effects on a *Palicourea rigida* (Rubiaceae) gall midge: a test of the plant vigor hypothesis.- *Biotropica*, 28, 2, s. 210 - 217.
- WYLIE, F. R. / PETERS, B. / DEBAAR, M. / KING, J. / FITZGERALD, C., 1999. Managing attack by bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae) in fire-damaged *Pinus* plantations and salvaged logs in Queensland, Australia.- *Australian Forestry*, 62, 2, s. 148-153.
- YORK, A., 1999. Long-term effects of frequent low-intensity burning on the abundance of litter-dwelling invertebrates in coastal blackbutt forests of southeastern Australia.- *Journal of Insect Conservation*, 3, s. 191-199.

## 7 ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT

Za neprecenljive napotke in pomoč pri determinacijskem delu se zahvaljujem Savu Brelihu, dipl. biol.. Za pomoč pri izbiri raziskovalnih ploskev se zahvaljujem Mladenu Prebevšku, univ. dipl. inž. gozd., Boštjanu Košičku, univ.dipl. inž. gozd., za vestno in natančno nabiranje vzorcev na terenu hvala Vesni Rajh in Aleksandri Žigo-Jonozovič, univ.dipl. inž. agr. Projekt Gozdni požari v Sloveniji - L4-0529-0404-98 sta financirali Ministrstvo za znanost in tehnologijo RS in Ministrstvo za obrambo RS, zato se jima zahvaljujem.