

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE
VIRE

Vita KOKALJ

**ŽAGOVINARJI (CERAMBYCIDAE: *MONOCHAMUS*)
KOT VEKTORJI BOROVE OGORČICE
(*BURSAPHELENCHUS XYLOPHILUS*) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
(Univerzitetni študij – 1. stopnja)

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Vita KOKALJ

**ŽAGOVINARJI (CERAMBYCIDAE: *MONOCHAMUS*) KOT
VEKTORJI BOROVE OGORČICE (*BURSAPHELENCHUS
XYLOPHILUS*) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
(Univerzitetni študij – 1. stopnja)

**SAWYER BEETLES (CERAMBYCIDAE: *MONOCHAMUS*) AS
VECTORS OF PINE WOOD NEMATODE (*BURSAPHELENCHUS
XYLOPHILUS*) IN SLOVENIA**

B. Sc
GRADUATION THESIS
(Academic study programmes)

Ljubljana, 2011

Diplomsko delo je zaključek prve stopnje univerzitetnega programa Gozdarstvo in obnovljivi gozdni viri na Oddelku za gozdarstvo Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Diplomsko delo je bilo opravljeno na Katedri za varstvo gozdov in ekologijo prostoživečih živali.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 17. 6. 2010 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Majo Jurc, za recenzenta pa prof. dr. Dušana Jurca.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Vita Kokalj

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 145.7:134+453(043.2)=163.6
KG	Monochamus/žagovinarji/morfometrija/Bursaphelenchus xilophilus/borova ogorčica/vektorji
KK	
AV	KOKALJ, Vita
SA	JURC, Maja
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2011
IN	ŽAGOVINARJI (CERAMBYCIDAE: <i>MONOCHAMUS</i>) KOT VEKTORJI BOROVE OGORČICE (<i>BURSAPHELENCHUS XYLOPHILUS</i>) V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij 1. stopnje)
OP	VIII, 39 str., 8 pregl., 15 sl., 10 pril., 40 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

Vrste iz rodu žagovinarjev (*Monochamus* Dejean, 1821) so najpomembnejši potrjeni vektorji borove ogorčice *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle. Opravljene so bile morfološke meritve osebkov *M. galloprovincialis*, *M. sutor* in *M. sartor*, ki so bili nabrani na osmih lokacijah po Sloveniji od leta 2007 do 2010. Merili smo dolžino tipalk, dolžino glave, dolžino in širino ovratnika, širino ramen, dolžino eliter po notranji in zunanji strani in dolžino celotnega telesa. Ugotovili smo, da je *M. galloprovincialis* v povprečju velik od 16,66 do 23,64 mm (n=57), *M. sartor* od 14,3 do 21,52 mm (n=3), *M. sutor* pa od 14,65 do 22,89 mm (n=3). Tipalke pri samcih so približno še enkrat večje od celotnega telesa, pri samicah pa so tipalke večje za približno ¼. Samice imajo v povprečju krajše tipalke, krajšo glavo, in krajši a širši ovratnik. Ramena so širša pri samicah, tudi pokrovke so tako po notranji, kot tudi po zunanji strani daljše pri samicah. V povprečju so samice večje. Pridobljeni rezultati odstopajo od navedb v literaturi. Klasična determinacija, ki temelji na morfometriji je zanesljiva pri dolčanju raziskovanih vrst in uporabna v gozdarski praksi z upoštevanjem naših rezultatov.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	FDC 145.7:134+453(043.2)=163.6
CX	Monochamus/sawyer beetles/morphology/Bursaphelenchus xilophilus/pine wild nematode/vectors
CC	
AU	KOKALJ, Vita
AA	JURC, Maja
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2011
TI	SAWYER BEETLES (CERAMBYCIDAE: <i>MONOCHAMUS</i>) AS VECTORS OF PINE WOOD NEMATODE (<i>BURSAPHELENCHUS</i> <i>XILOPHILUS</i>) IN SLOVENIA
DT	B. Sc. Thesis (Academic Study Programmes)
NO	VIII, 39 p., 8 tab., 15 fig., 10 ann., 40 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

Species of the genus *Monochamus* Dejean, 1821 are the most important confirmed vectors of *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle. We measured morphological parameters of *M. galloprovincialis*, *M. sutor* and *M. sartor*, which have been collected at eight locations in Slovenia from 2007 to 2010. Measured parameters are: length of the antennae, length of the head, length and width of pronotum, shoulder width, length of elitrae on the inner and outer side, and length of entire body. We found that on average *M. galloprovincialis* vary from 16.66 to 23.64 mm (n=57) in size, *M. sartor* from 14.3 to 21.52 mm (n=3) and *M. sutor* from 14.65 to 22.89 mm (n=3). Antennae in males are about twice the size of the entire body, the female antennae are larger by about ¼. Females on average have shorter antennae, shorter head, a wider and shorter pronotum. The shoulders are wider in females, elitrae measured from the inside, as well as from outside are longer in females. On average, females are larger. The results obtained differ from the indications in the literature. Classical determination based on morphometry is appropriate in determination of studied species and applied in forestry practice taking into account our results.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
SEZNAM PRILOG.....	VIII
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA – BOROVA OGORČICA IN MOŽNOST POJAVA V SLOVENIJI	1
1.2 ŽAGOVINARJI (ROD <i>MONOCHAMUS</i> DEJEAN, 1821).....	3
1.2.1 Simptomi napada žagovinarjev	3
1.2.2 Ekologija žagovinarjev in prehranske navade.....	4
1.2.3 Biologija žagovinarjev.....	5
1.2.4 Morfologija žagovinarjev	7
1.2.5 Žagovinarji pri nas.....	8
1.2.5.1 <i>M. galloprovincialis</i> ali pekarski žagovinar.....	9
1.2.5.2 <i>M. sartor</i> ali krojaški žagovinar	11
1.2.5.3 <i>M. sutor</i> ali čevljarski žagovinar	13
1.2.5.4 <i>M. saltuarius</i> ali dimnikarski žagovinar	15
1.3 ŽAGOVINARJI KOT VEKTORJI BOROVE OGORČICE	17
1.3.1 Biologija prenosa borove ogorčice v povezavi z vektorjem.....	18
2 MATERIALI IN METODE DELA	21
2.1 PREDPRIPRAVA OSEBKOV	22
2.2 MERITVE OSEBKOV V PROGRAMU DIGIMIZER 3.0.0.0	22
2.2.1 Meritve dolžin tipalk žagovinarjev.....	22
2.2.2 Meritve parametrov na telesu žagovinarjev.....	24
3 REZULTATI.....	25
3.1 MERITVE DOLŽIN TIPALK ŽAGOVINARJEV	25
3.2 MERITVE NA TELESU ŽAGOVINARJEV	25
4 RAZPRAVA IN SKLEPI	30
5 POVZETEK (SUMMARY)	32
6 VIRI.....	34

KAZALO PREGLEDNIC

PREGL. 1: MERITVE DOLŽIN TIPALK	25
PREGL. 2: MERITVE DOLŽIN GLAV	26
PREGL. 3: MERITVE DOLŽINE OVRATNIKA	26
PREGL. 4: MERITVE ŠIRINE OVRATNIKA	27
PREGL. 5: MERITVE ŠIRINE RAMEN	27
PREGL. 6: MERITVE DOLŽINE POKROVK - ZUNANJA STRAN	28
PREGL. 7: MERITVE POKROVK - NOTRANJA STRAN	28
PREGL. 8: MERITVE DOLŽIN CELOTNEGA TELESA	29

KAZALO SLIK

SL. 1: LEVO: BUBA ŽAGOVINARJA (FORESTRY IMAGES JIJING SONG AND JUAN SHI) SREDINA: LIČINKA ŽAGOVINARJA (FORESTRY IMAGES; WILLIAM M. CIESLA) DESNO: ROVI <i>M. SALTUARIUS</i> V LESU (FORESTRY IMAGES: GYORGY CSOKA).....	6
SL. 2: MORFOLOŠKA SHEMA ŽAGOVINARJEV (PRILAGOJENO PO BENSE, 1995; 320).....	8
SL. 3: RAZŠIRJENOST PEKARSKEGA ŽAGOVINARJA (<i>M. GALLOPROVINCIALIS</i>) LETA 2006 V SLOVENIJI (JURC, 2010).....	9
SL. 4: <i>M. GALLOPROVINCIALIS</i> (SAMICA) DORZALNO (FORESTRY IMAGES: MAJA JURC)	10
SL. 5: RAZŠIRJENOST KROJAŠKEGA ŽAGOVINARJA (<i>M. SARTOR</i>) LETA 2006 V SLOVENIJI (JURC, 2010).....	11
SL. 6: <i>M. SARTOR</i> (SAMICA) DORZALNO (FORESTRY IMAGES: MAJA JURC)	12
SL. 7: RAZŠIRJENOST ČEVLJARSKEGA ŽAGOVINARJA (<i>M. SUTOR</i>) LETA 2006 V SLOVENIJI (JURC, 2010).....	13
SL. 8: <i>M. SUTOR</i> (SAMICA) DORZALNO (FORESTRY IMAGES: LARS SANDVED DALEN).....	14
SL. 9: RAZŠIRJENOST DIMNIKARSKEGA ŽAGOVINARJA (<i>M. SALTUARIUS</i>) LETA 2006 V SLOVENIJI (JURC, 2010).....	15
SL. 10: <i>M. SALTUARIUS</i> (SAMICA) DORZALNO (FORESTRY IMAGES: MAJA JURC)	16
SL. 11: RAZLIČNA DLAKAVOST ŠČITKOV PO VRSTAH (PRILAGOJENO PO BENSE, 1995; 321, 322 IN 324).....	16
SL. 12: SHEMA PRENOSA BOROVE OGORČICE NA NOVEGA GOSTITELJA S POMOČJO VEKTORJA IZ RODU <i>MONOCHAMUS</i> (JURC, 2008; 11)	20
SL. 13: LOKACIJE ZA MONITORING ŽAGOVINARJEV IN EKOLOŠKE REGIJE V SLOVENIJI (JURC, NEOBJAVLJENO).....	21
SL. 14: NAČIN MERJENJA TIPALK ŽAGOVINARJEV V PROGRAMU DIGIMIZER 3.0.0.0.....	23
SL. 15: NAČIN MERJENJA PARAMETROV NA TELESU ŽAGOVINARJEV V PROGRAMU DIGIMIZER 3.0.0.0	24

SEZNAM PRILOG

Priloga A: Podatki o lokacijah pasti za monitoring žagovinarjev

Priloga B: Meritve dolžin tipalk

Priloga C: Meritve dolžin glav

Priloga D: Meritve dolžin ovratnikov

Priloga E: Meritve širin ovratnikov

Priloga F: Meritve širin ramen

Priloga G: Meritve dolžin pokrovk na zunanji strani

Priloga H: Meritve dolžin pokrovk na notranji strani

Priloga I: Meritve dolžin celotnih teles

1 UVOD

Diplomsko delo sestoji iz dveh delov, v prvem delu - teoretičnem uvodu so na kratko zbrane informacije o borovi ogorčici in možnostim vnosa v Slovenijo. Izčrpno je opredeljen in opisan rod žagovinarjev s poudarkom predvsem na morfologiji, ekologiji, in biologiji, podrobneje pa so obravnavane štiri vrste, ki so prisotne tudi v Sloveniji. Na koncu prvega dela je opisana vektorska povezava med ogorčico in žagovinarji. V drugem delu diplomske naloge je predstavljeno praktično delo. Opravljene so bile morfološke meritve žagovinarjev nabranih na osmih lokacijah po Sloveniji v sklopu raziskave, ki poteka pod okriljem laboratorija za varstvo gozdov in ekološke študije (LEŠ – entomologija) na Oddelku za gozdarstvo. V programu Digimizer 3.0.0.0 smo s pomočjo fotografij hroščev merili osem parametrov, in sicer: dolžino tipalk, dolžino in širino glave, dolžino in širino ovratnika, širino ramen, dolžino pokrovk po zunanji strani, dolžino pokrovk po notranji strani in celotno dolžino telesa.

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA – BOROVA OGORČICA IN MOŽNOST POJAVA V SLOVENIJI

Borova uvelost (ang. pine wilt disease, PWD) je posledica napada borove ogorčice *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle, 1970. Nematoda je verjetno avtohtona v Severni Ameriki, kjer je uveljavljena kot sekundarni patogen, od tu se je preko trgovine z lesom razširila v Azijo, kjer povzroča izredno veliko ekonomsko škodo. Jurc, (2005) izpostavlja, da je borova ogorčica v zadnjih desetletjih v japonskih gozdovih najpomembnejši škodljivec, zadnja leta pa povzroča veliko škode tudi na Kitajskem. Na Japonskem je nematoda po letu 1970 razvrednotila dva milijona m³ lesa na leto in več (Data sheet ..., 1997). Leta 1999 je bila borova ogorčica zabeležena prvič v Evropi in sicer na Portugalskem, kjer se je v štirih letih že razširila na 14.076 ha (Jurc, 2008) tamkajšnjih gozdov. V Evropi so od leta 1999 do 2008 za nadzor borove ogorčice porabili 40 milijonov evrov, potencialna ekonomska škoda v gozdovih pa znaša kar 5 milijard evrov na leto (Knapič in sod., 2011). Tudi v Sloveniji bi zaradi obilne lesne zaloge bora, borova ogorčica povzročila ne samo ogromno gospodarsko, temveč tudi veliko ekološko škodo

(Načrt ukrepanja ..., 2010), zato je smiselno vprašanje, ali obstaja bojazen za vnos in širjenje nematode tudi pri nas.

Izhodišča za oceno tveganja vnosa in širjenja škodljivca, v tem primeru borove ogorčice na območju, kjer doslej še ni bila prisotna so po Jurc in sod. (2003): obstoj gostiteljev (ustrezne trofične razmere), ustrezne ekološke, predvsem vremenske razmere za razvoj škodljivca, možnost vnosa (trgovina z lesom z drugimi državami) ter v primeru, da so pomemben dejavnik v življenjskem krogu škodljivca, tudi ustrezni vektorji. Jurc (2008) ugotavlja, da imamo v Sloveniji, tako kot drugod po Evropi izpolnjene tako ekološke, kot tudi trofične pogoje za razširitev borove ogorčice, poleg tega pa je Slovenija z ostalim svetom močno povezana glede uvoza in izvoza lesa. Na območju Slovenije so prisotne tudi štiri vrste žagovinarjev, ki so potencialni vektorji nematode, tako da so možnosti vnosa velike in lahko borovo ogorčico pričakujemo tudi pri nas.

Diplomska naloga se osredotoča na rod žagovinarjev, ki so potrjeni prenašalci te bolezni v Evropi in tudi drugod po svetu. Ker se borova ogorčica na nove gostitelje prenaša zgolj s pomočjo vektorjev, so ti glavno orodje za nadzorovanje populacije te nematode. Da pa bi lažje uravnavali populacije žagovinarjev in s tem tudi morebitni izbruh bolezni borove uvelosti, je potrebno veliko pozornosti nameniti morfolologiji, ekologiji in biologiji vektorjev. Proučevanje lastnosti vektorjev, zlasti biologije prenosa borove ogorčice s pomočjo vektorja bi lahko doprineslo k odkritju novih metod za uravnavanje populacije škodljivca. Namen te diplomske naloge je določevanje in sistematična ureditev osebkov žagovinarjev, ki so bili ulovljeni v okviru Monitoringa žagovinarjev od leta 2007 do 2010 ter morfometrično proučevanje le teh. Želimo potrditi, da je klasična determinacija, ki temelji na morfometriji zanesljiva pri dolčanju raziskovanih vrst in uporabna v gozdarski praksi.

1.2 ŽAGOVINARJI (ROD *MONOCHAMUS* DEJEAN, 1821)

Rod *Monochamus* spada v oddelek *Monochamini*, poddružino *Lamiinae* in družino Cerambycidae. Angleški izraz za žagovinarje je “longhorn beetles”, poznani pa so tudi pod imenom “sawyer beetles”.

V rodu je okoli 150 različnih vrst, ki naseljujejo Azijo, Evropo, Severno Ameriko in Afriko. Po Bense (1995) je v Evropi prisotnih le pet vrst iz rodu *Monochamus* in sicer: *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795), *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787), *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758), *Monochamus urussovii* (Fischre, 1806), *Monochamus saltuarius* (Gebler, 1830). Sama (2002) pa kot v severni in osrednji Evropi prisotne navaja vrste *M. sartor*; *Monochamus rosenmuelleri* (Cederhjelm, 1798), *Monochamus galloprovincialis galloprovincialis* (Olivier, 1795), *Monochamus galloprovincialis pistor* (Germar, 1818), *M. sutor*, *M. saltuarius* in *Monochamus impluviatus* Motschulsky, 1859.

Žagovinarji so v zadnjih letih pridobili na pomenu zaradi njihove povezave z borovo ogorčico, ki postaja vse pomembnejši škodljivec tudi v Evropi. Ker prenos nematode na novega gostitelja poteka predvsem s pomočjo hroščev iz rodu *Monochamus*, se nadzor populacije nematode izvaja izključno preko monitoringa in kontrole populacij vektorja. Iz tega razloga je bistveno dobro poznavanje značilnosti žagovinarjev.

1.2.1 Simptomi napada žagovinarjev

Žagovinarji napadajo le pravkar podrti drevesa ali drevesa, ki so v stresu, zato jih uvrščamo med sekundarne škodljivce. To v praksi pomeni, da sicer niso neposreden razlog za propad drevesa, vendar pa povzročajo razvrednotenje lesnih sortimentov. Kljub temu, pa lahko v izjemnih primerih, kot so močne suše ali gozdni požari, njihova populacija naraste in takrat začnejo napadati tudi zdrava drevesa (Anderson, 2009). V Romuniji so v devetdesetih zabeležili škodo, ki je nastala zaradi napada vrst *M. sutor*, *M. sartor* in *Tetropium castaneum* (Linnaeus, 1758) na 120 000 m³ bora in 225 000 m³ smreke. Največ škode na drevesu žagovinarji naredijo v stadiju ličinke. Od zunaj lahko napad prepoznamo po sicer majhnih stožičastih brazgotinah, ki jih samica izdolbe z mandibulami pri

odleganju jajčec. V času ko se ličinke začnejo prehranjevati pod skorjo, lahko, če odstranimo lubje, opazimo ličinke, ki izjedajo široke rove v beljavi. Starejše ličinke povzročajo značilne ovalne luknje v lesu, ki so lahko popolnoma zapolnjene z žagovino. V lesu lahko opazimo larve različnih velikosti (Jurc in sod., 2003). Izletne odprtine so okrogle, vidne tako v lesu brez skorje, kot tudi v skorji/lubju in nakazujejo, da so žagovinarji zaključili svoj razvoj v lesu (Data sheet ..., 1997).

1.2.2 Ekologija žagovinarjev in prehranske navade

Ličinke žagovinarjev živijo pod skorjo in v lesu odmirajočih, bolnih ali pravkar posekanih dreves, zato lahko rečemo, da sodelujejo v začetni fazi dekompozicije. Začetni stadiji ličinke se zadržujejo v floemu, v les začnejo vrtati šele tretjestopenjske ličinke. Odrasli osebki se hranijo s svežo skorjo debla in vej ter z iglicami gostitelja.

Gostitelji žagovinarjev so različne vrste jelk (*Abies* spp.), smrek, (*Picea* spp.) borov (*Pinus* spp.) in macesen (*Larix* spp.) znotraj njegovega naravnega območja. Na Japonskem so potrjeni gostitelji *M. alternatus* bori *Pinus densiflora* Siebold et Zucc, *Pinus thunbergiana* Parl., *Pinus parviflora* Siebold & Zucc in *Larix leptolepis* (Siebold & Zucc.). V Sibiriji in skrajnem Ruskem vzhodu so gostitelji *M. saltuarius* *Abies holophylla* Maxim., *Abies nephrolepis* (Trautv. ex Maxim.) Maxim., *Abies sibirica* Ledeb., *Larix gmelinii* (Rupr.), *Larix sibirica* Ledeb., *Picea koraiensis* Nakai., *Picea jezoensis* (Sieb. et Zucc.), *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sylvestris* L. in *Pinus sibirica* Du Tour. (Ciesla, 2001a). Žagovinarji lahko poleg navedenih gostiteljev napadejo še: brin (*Juniperus* spp.), pacipreso (*Chamaecyparis* spp.), kriptomerijo (*Cryptomeria* spp.) in včasih tudi čugo (*Tsuga* spp.) (Urek, 2009). Odrasli osebki *Monochamus alternatus* Hope, 1842 se pod laboratorijskimi pogoji poleg borov hranijo tudi s *Cedrus deodara* G. Don in *Larix leptolepis* (Siebold & Zuccarini) (Ciesla, 2001b).

Ker žagovinarji pred invazijo borove ogorčice niso predstavljali resne grožnje gozdovom pravzaprav vemo zelo malo o njihovih naravnih sovražnikih in različnih metodah kontrole populacij (Naves in sod., 2005). Hrošče iz rodu *Monochamus* napadajo mikroorganizmi, parazitske nematode, členonožci in tudi ptice. Večinoma gre za parazitoide kot na primer *Dastarcus helophoroides* (Fairmaire), *Scleroderma sichuanensis* Xiao (Hymenoptera:

Bethylidae), *Cyanopterus flavator* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Braconidae), *Iphiaulax impostor* (Scopoli, 1763) in *Coeloides sordidator* (Ratzeburg, 1844) (Naves in sod., 2005). Na Kitajskem je bil na novo odkrit predator *Cryptalaus berus* (Candeze) (Coleoptera: Elateridae), ki napada ličinke *M. alternatus*. Od ptic so najznačilnejši naravni sovražniki žagovinarjev žolne (družina Picidae: *Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758), *Dendrocopos kizuki* (Temminck, 1836), *Picus awokera* Temminck, 1826 in *Dendrocopos leucotos* (Bechstein, 1802)), ki plenijo ličinke izpod lubja in skorje (Shimatzu, 2008).

Zanimivo je, da so virusi večinoma neučinkoviti pri spopadanju s člani družine kozličkov, zato jih pri biotični kontroli populacije ni mogoče uporabiti (Shimatzu, 2008). Od bakterij se v povezavi s patogeni žagovinarjev največkrat omenjata *Pseudomonas aeruginosa* (Schröter, 1872) in *Serratia marcescens* Bizio, 1823.

Naravni sovražnik kozličkov je tudi gliva *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. Na tem področju trenutno poteka veliko raziskav, predvsem z vidika upravljanja številčnosti žagovinarjev v povezavi z borovo ogorčico, vendar Maehara in sod. (2007) trdijo, da je uporaba patogenih gliv pri zatiranju kozličkov zaradi prepočasnega delovanja glive na hrošča zaenkrat še neučinkovita.

1.2.3 Biologija žagovinarjev

Splošna biologija žagovinarjev je za pogoste vrste žagovinarjev dobro raziskana, saj so te raziskave pomembne za izboljšanje postopkov kontrole in ugotovitev potencialno ogroženih območij za razširitev borove ogorčice (Tomiczek in Hoyer-Tomiczek, 2008). Še vedno pa ne poznamo biologije redkejših vrst žagovinarjev v konkretnih sestojnih razmerah.

Oplojene samice z mandibulami izdolbejo stožičaste brazgotine v skorji, kamor odložijo eno jajčece z ovipozitorjem. Samice živijo do 83 dni in nadaljujejo z odlaganjem jajčec do smrti odložijo od 40 do 215 jajčec (Jurc in sod., 2003). Togashi (2008, cit. po Togashi, 1989) navaja, da v povprečnem poletju samice izležejo 76 do 86 jajčec, v hladnejšem poletju pa približno 41. V raziskavi, ki so jo na Portugalskem izvedli Koutroumpa in sod. (2008), so samice povprečno izlegale 138,2 jajčec.

Embrionalni razvoj traja od 7 do 14 dni (Jurc in sod., 2003), kar je odvisno od temperaturnih razmer. Jajčna ličinka se začne prehranjevati s kambijem in floemom pod skorjo in naredi široko, nepravilno izjedino v ličju ter površinskem delu lesa. Črvina je groba, meri od 3 do 4 mm v dolžino (Jurc in sod., 2003) in jo larve izrivajo iz odprtih skorji. Larve začno vrtati galerije-rove v beljavi šele v tretji stopnji larvalnega razvoja (Koutroumpa in sod., 2008), takrat je rovni sistem ovalen in sestavljen iz hodnika, ki ima obliko črke S. Starejše larve končajo izdelavo larvalnih hodnikov z bubilnico, ki je vertikalno orientirana. *M. alternatus* ima štiri larvalne stadije, *Monochamus carolinensis* Olivier pa od 3 do 8 (Jurc in sod., 2003). Vse stopnje larvalnega razvoja lahko prezimijo (Koutroumpa in sod., 2008). Starostna ličinka zapolni konec larvalnega hodnika z ostružki (črvino) in se zabubi. Imagi se razvijejo pozno pomladi ali v sredini poletja (Togashi, 2008) (slika 1).



Slika 1: Levo: Buba žagovinarja (Forestry Images Jijing Song and Juan Shi) Sredina: Ličinka žagovinarja (Forestry Images; William M. Ciesla) Desno: Rovi *M. saltuarius* v lesu (Forestry Images; Gyorgy Csoka)

Hrizalidacija se zaključi po 19 dneh in takrat se začne mladi imago prebijati skozi les z okroglim rovom do skorje. Do eklozije imaga na površini debla preteče včasih tudi od 6 do 8 dni (Jurc in sod., 2003). Odrasli osebki izletijo iz odmrlih gostiteljskih dreves iglavcev junija in julija ne glede na to, koliko časa je trajal razvojni cikel (Togashi, 2008). Pri večini vrst tega rodu lahko doživi hibernacijo vsak razvojni stadij (razen bube). V primerih, da hibernacije ni, traja razvoj ene generacije od 8 do 12 tednov. Mladi odrasli osebki plezajo

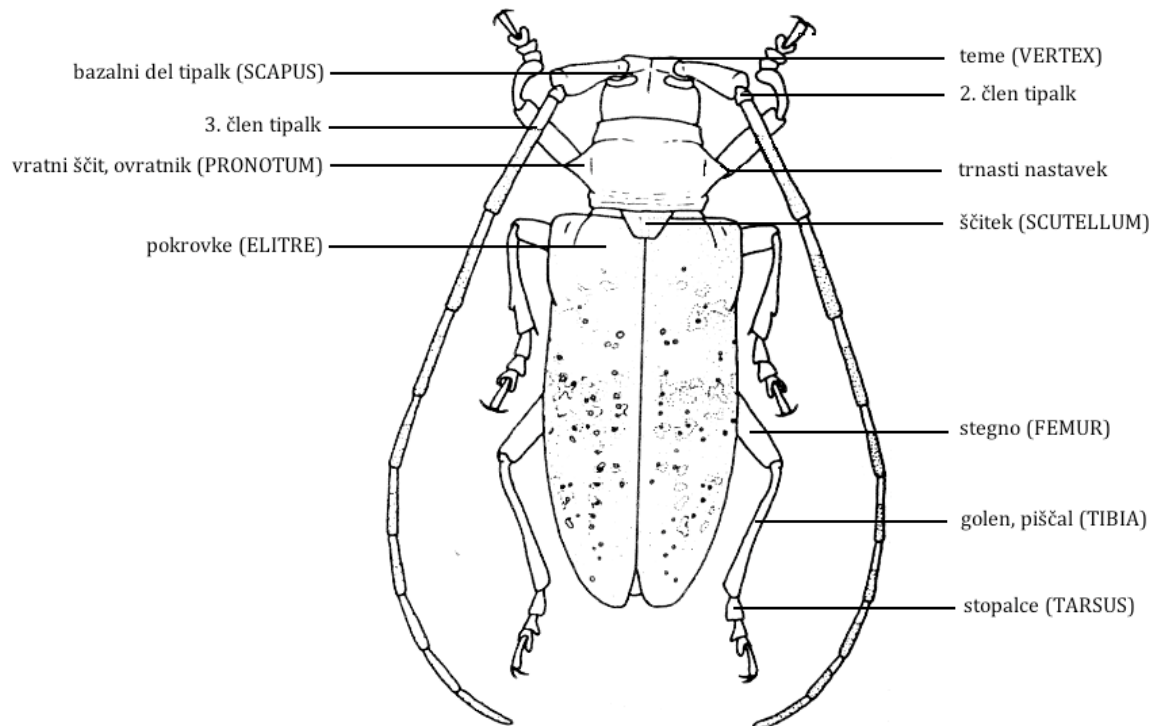
in včasih letijo v obršo, kjer se zrelostno prehranjujejo z letošnjimi ali lanskoletnimi vejicami (Jurc in sod., 2003). Zrelostno žrtje poteka na lubju mladih vej zdravih gostiteljev, osebki spolno dozorijo v 5 do 30 dneh po ekloziji (Togashi, 2008). To inicialno, zrelostno žrtje običajno traja približno 10 dni, pri nekaterih vrstah tudi 21 dni. Tako spolno dozorijo in napadajo sveže podrta debla ali zaradi biotskih ali abiotskih dejavnikov oslabiljene gostitelje. Tam kopulirajo in začnejo z ovipozicijo (Jurc in sod., 2003).

Akbulut (2009) je v laboratorijskih pogojih raziskoval reproduktivni potencial *M. galloprovincialis* na dveh vrstah bora in sicer rdečem boru *Pinus sylvestris* in črnem boru *Pinus nigra*. Poskus je potekal na samicah, ki so bile rejene ločeno na obeh hranilnih drevesnih vrstah. Rezultate so primerjali s plodnostnimi tablicami za hrošče gojene na posamičnih vrstah gostiteljev. Prišel je do zanimivega rezultata, da je vrsta dosledno uspešnejše razmnoževala na rdečem boru in zato avtor sklepa, da ima rdeči bor večji pozitiven vpliv na reprodukcijski potencial populacije *M. galloprovincialis*, kot ga ima črni bor. To značilnost avtor pripisuje kemičnim in prehrabnim lastnostim lesa. V povezavi s prenosom borove ogorčice je pomembna tudi mobilnost vektorjev. V primeru *M. carolinensis* imajo samice, ki se še niso parile statistično značilno daljšo razdaljo in trajanje letenja, kot samice, ki so se že parile (Akbulut in Linit, 1999).

1.2.4 Morfologija žagovinarjev

Odrasli osebki žagovinarjev dosegaajo velikosti od 15 do 30 mm (Data sheet ..., 1997, Jurc in sod., 2003). Velikost je odvisna od tega v katerem delu drevesa so se larve razvijale (Naves in sod., 2008) in od dostopnosti ter kvalitete hrane, ki jo larve zaužijejo (Akbulut in Linit, 1999). Telo je podolgovato, zgoraj ploščato. Čelo (frons) je prečno ali skoraj kvadratasto. Izbokline tipalk so blizu skupaj, ločene z globoko vdolbino (Jurc in sod., 2003), tipalke (antene) pa so vitke, nitaste in 11 člene (Jurc, 2008). Za samce je značilno, da so tipalke izrazito daljše od telesa, lahko tudi do trikrat (Jurc, 2008), pri samicah pa je razmerje nekoliko manjše. Tretji člen je vsaj dvakrat daljši od bazalnega dela (scapus) (Jurc in sod., 2003), drugi člen pa je najkrajši. Vratni ščit oz. ovratnik (pronotum) je nekoliko konveksen in širok, ob straneh sta trnasta nastavka (Jurc, 2008). Baze pokrovk (elitre) so širše od ovratnika, ramena štrleča, konice ramen spodrezane. Noge (pedes) so

tanke in dolge, še posebej pri samcih, ki imajo obokano anteriorno piščal, stopalce (tarsus) pa obrobljeno z dlačicami (Jurc in sod., 2003). Več o morfoloških značilnostih posameznih vrst, ki so prisotne v Sloveniji je opisano v poglavju »Žagovinarji pri nas«. Na sliki 2 so označeni deli, ki so relevantni za praktični del diplomske naloge.



Slika 2: Morfološka shema žagovinarjev (prilagojeno po Bense, 1995; 320)

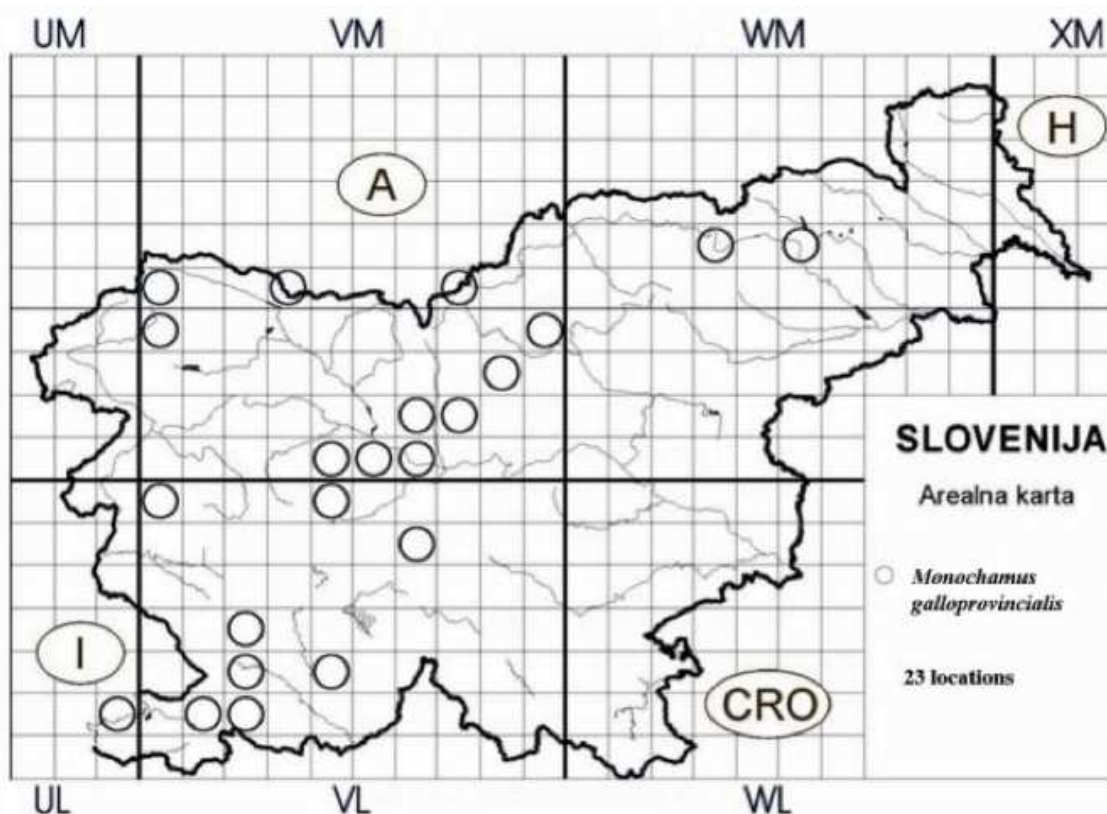
Habitus ličink je cilindričen, so blede rumene barve (Jurc, 2008). Telo ima deset abdominalnih segmentov, vsi abdominalni tergiti so preprosti, brez bodic (Data sheet ..., 1997). Glava je občutno daljša kot je široka, ličinka je apodna in brez tipalk. Buba je pupa libera (Jurc, 2008).

1.2.5 Žagovinarji pri nas

V Načrtu ukrepanja v primeru pojava borove uvelosti, ki jo povzroča borova ogorčica (2010) so kot v Sloveniji prisotne navedene štiri vrste iz rodu žagovinarjev in sicer: *M. galloprovincialis* ali pekarski žagovinar, *M. sartor* ali krojaški žagovinar *M. sutor* ali čevljarski žagovinar ter *M. saltuarius* ali dimnikarski žagovinar.

1.2.5.1 *M. galloprovincialis* ali pekarski žagovinar

Pekarski žagovinar je škodljivec na borih v Evropi in severni Afriki (Pajares in sod., 2010). Pri nas je pogost in celo v porastu, največkrat ga najdemo na boru, redko na smreki (Breljih in sod., 2006; Načrt ukrepanja ..., 2010). Poznamo dve podvrsti in sicer *M. g. galloprovincialis*, ki ga najdemo v jugozahodni Evropi (od Italije do Španije) in severni Afriki, pri nas pa je bil do sedaj ujet en osebek pripeljan z lesom iz Trsta (Jurc, 2010). Druga podvrsta, *M. g. pistor* je značilna za osrednjo Azijo in Evropo od vzhodne Francije in Skandinavije do Rusije, Ukrajine in Grčije, v Aziji do severnega Kazakstana in severne Mongolije (Jurc, 2010) (slika 3).



Slika 3: Razširjenost pekarskega žagovinarja (*M. galloprovincialis*) leta 2006 v Sloveniji (Jurc, 2010)

M. galloprovincialis napada od 3 do 8 cm debele vrhove in veje (Jurc, 2010). Življenjski krog traja običajno eno leto, larve se v lesu zabubijo spomladi, odrasli osebki pa se pojavljajo od junija do septembra. Pekarskega žagovinarja običajno najdemo na deblih ali vejicah gostitelja, kjer se hranijo s skorjo in iglicami.

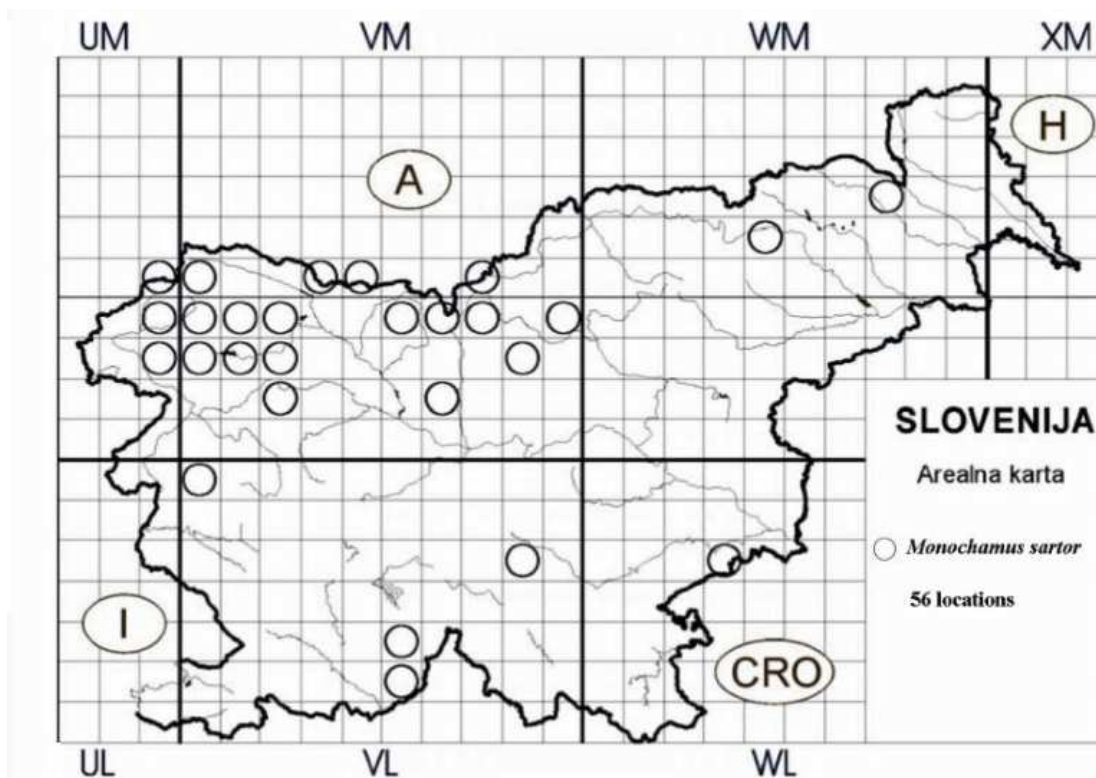
Dolg je od 12 do 26 mm, enakomerno črn, glava, noge, tipalke in ovratnik so lahko obarvani rdečerjavo. Glava je bolj ali manj gosto pokrita z rumenimi ali sivimi dlačicami, ovratnik in pokrovke imajo madeže rumenorjave ali rumenosive barve. Ovratnik je na straneh pogosto bolj poraščen z dlačicami (Bense, 1995), je širši kot daljši (Bily in Mehl, 1989). Zgornja četrtina pokrovk je bolj ali manj na gosto poraščena z rumenorjavimi dlačicami (Bense, 1995), pokrovki v zgornji četrtini nista stisnjeni od strani, temveč sta simetrično izbokani. Sta širokocevasto punktirani, punktacije so vzdolžne (Jurc in sod., 2003). Ščitek je spredaj na sredini brez dlačic (Bellmann, 2009), tako da neporaščen del tvori črko U (slika 11). Ventralna stran je poraščena z dolgimi rdečimi dlačicami (Bily in Mehl, 1989). Noge in prvi člen tipalk so deloma prekrite s sivimi madeži (Bense, 1995). Pri osnovni obliki so rdečerjave barve pri var. *pistor* temne (Jurc in sod. 2003). Tretji do enajsti člen tipalk pri samcih so enakomerno črni, pri samicah pa so bazalni deli teh členov prekriti z belkasto sivimi dlačicami (Bense, 1995), tako da tvorijo črtast vzorec. Tipalke pri samcih so 2 do 3 krat daljše od telesa, pri samicah gledajo čez pokrovke 4 členi tipalk (Bily in Mehl, 1989) (slika 4).



Slika 4: *M. galloprovincialis* (samica) dorzalno (Forestry Images: Maja Jurc)

1.2.5.2 *M. sartor* ali krojaški žagovinar

Razširjen je v Alpah, Karpatih, na gorskem delu Balkana, na Poljskem in Baltiku.



Slika 5: Razširjenost krojaškega žagovinarja (*M. sartor*) leta 2006 v Sloveniji (Jurc, 2010)

Pri nas je pogost, največ napada smreko, na jelki in boru ga najdemo redko (Brelj in sod., 2006; Načrt ukrepanja ..., 2010) (slika 5). Ličinke se razvijajo za skorjo in v lesu pravkar odmrlih ali bolnih starih dreves. Imajo enoletni, redko tudi dvoletni življenjski cikel, ličinke se zabubijo v lesu maja ali junija, odrasli osebki pa se pojavijo od junija do septembra (Kofler, 2005) in se podnevi hranijo z vejicami in iglicami (Jurc, 2010). Večinoma se nahaja v gorskem predelu, na sveže posekanih deblih smrek in na rastlini gostiteljci, kjer tudi obzirajo vejice in iglice. Če se krojaški žagovinar preveč namnoži, se ga smatra kot škodljivca (Kofler, 2005).

Odrasli osebki v dolžino merijo od 19 do 35 mm. Telo je večinoma črno, glava je na redko prekrita s sivimi dlačicami, dlakavost proti vrhu pokrovk postaja vse gostejša. Ovratnik in pokrovki imata nekaj belih madežev, ki pri samcih pogosto manjkajo. Pokrovki pri samcih imata lahko metaličen, zlatočrn odsev (Bense, 1995), v prednji tretjini sta močno stisnjeni

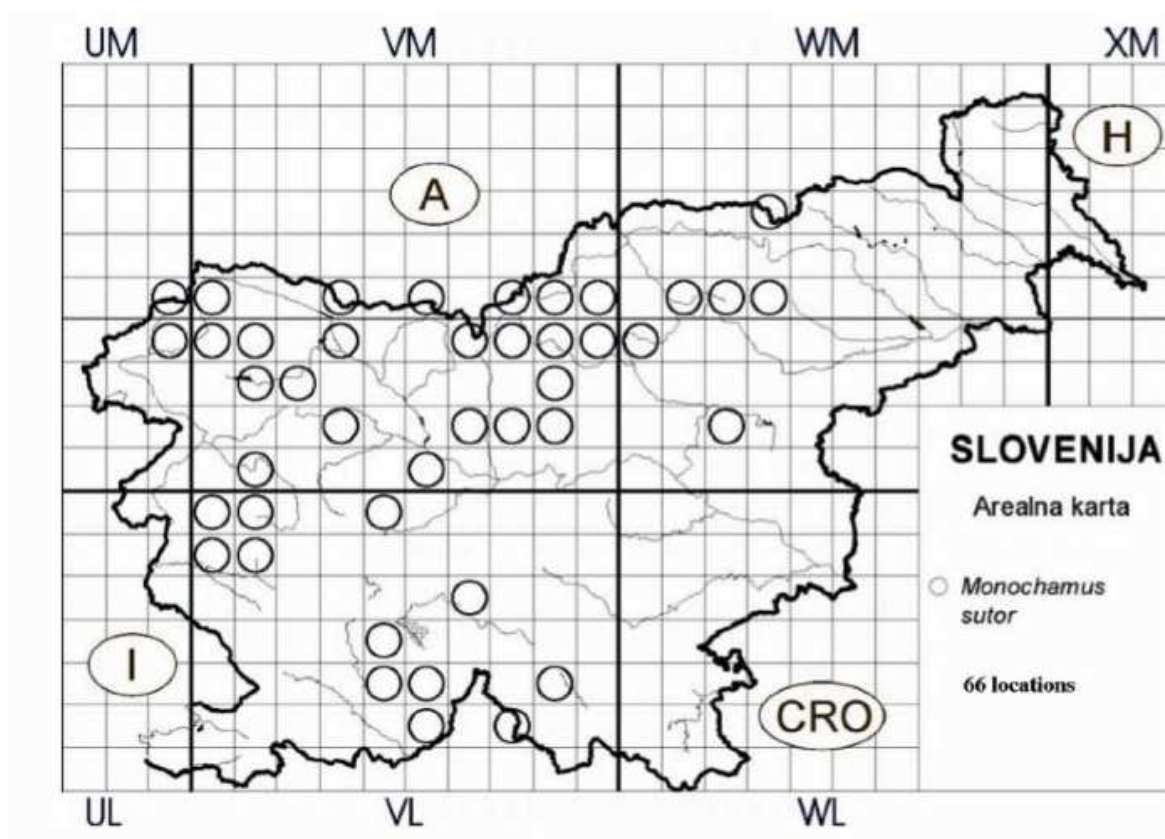
(Jurc, 2008; Jurc in sod. 2003). Ščitek je močan in simetričen, rumenkasto-belkasto dlakav, brez izrazite srednje linije (Jurc, 2008) (slika 6, slika 11).



Slika 6: *M. sartor* (samec) dorzalno (Forestry Images: Maja Jurc)

1.2.5.3 *M. sutor* ali čevljarski žagovinar

Razširjen je od Pirenejev preko Centralnega masiva, Vogezov, Alp, Karpatov, gorskega dela Balkana, Poljske in preko Kavkaza do Pacifika. V Skandinaviji seže celo do polarnega kroga in proti vzhodu sledi gozdni meji (slika 7).



Slika 7: Razširjenost čevljarskega žagovinarja (*M. sutor*) leta 2006 v Sloveniji (Jurc, 2010)

V srednjeevropskem prostoru napada predvsem smreke, v Skandinaviji so njegovi gostitelji bori (Kofler, 2005). Pri nas je tudi pogost in v porastu, največ škode pa naredi na smreki, občasno tudi na jelki (Breljih in sod., 2006; Načrt ukrepanja ..., 2010). Ličinke se najraje zadržujejo v vejah premera od 8 do 14 cm (Kofler, 2005; Jurc, 2010; Bense 1995), kjer dve leti dolbejo rove. Zabubijo se spomladi v lesu. Imagi se pojavljajo od junija do septembra (Bense, 1995), hranijo se podnevi z iglicami in vejicami (Jurc, 2010). Imajo dvoletni življenjski cikel (Jurc, 2008). Ob preveliki namnožitvi ga smatramo za škodljivca (Kofler, 2005).

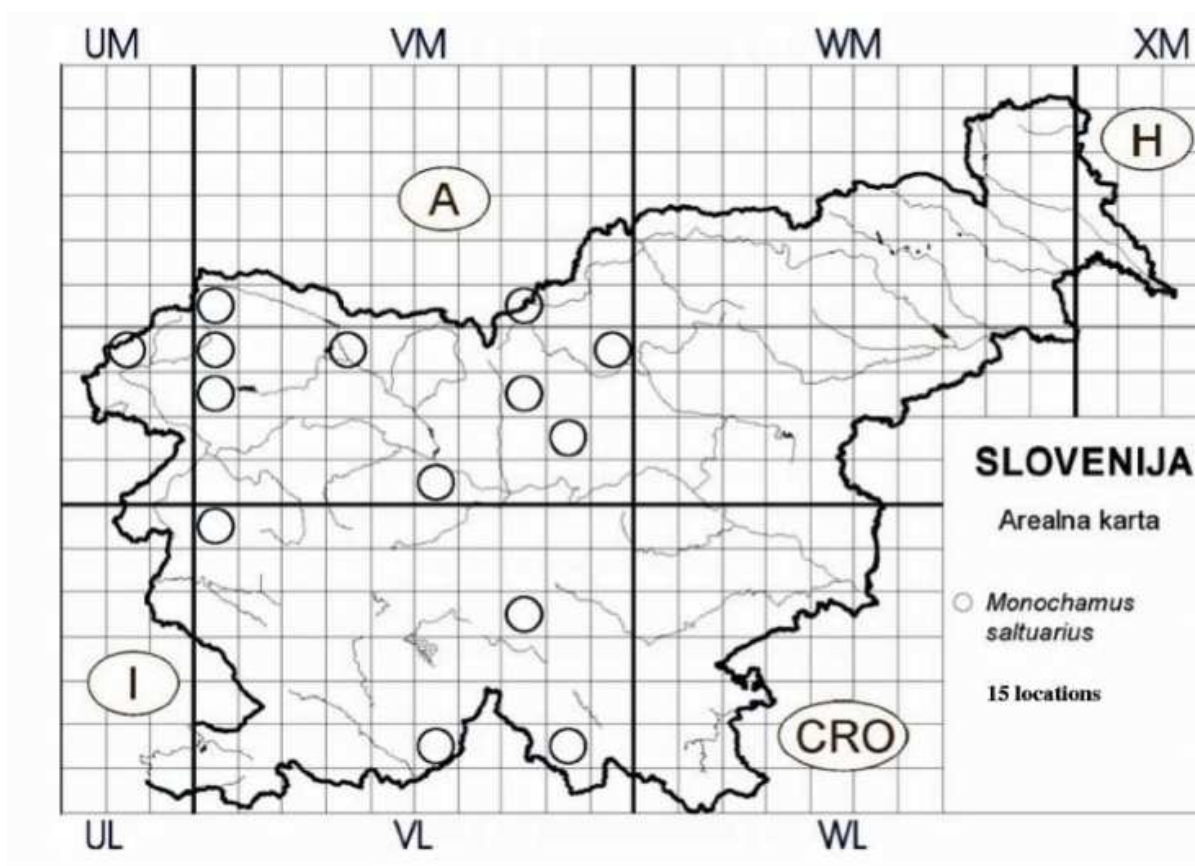
Odrasli hrošči so veliki od 15 do 24 mm (Bense, 1995). Glava je na redko prekrita s sivimi dlačicami, pokrovki in ovratnik imata rumenkaste ali belosive madeže, ki pri samcih včasih manjkajo (Bense, 1995). Pokrovki v sprednji tretjini nista stisnjeni od strani, temveč sta simetrično izbokani in zgoščeno punktirani (Jurc in sod., 2003). Pokrovke so 3 krat daljše kot so široke. Ovratnik je enako dolg kot širok (Bily in Mehl, 1989). Preko rumenega ščitka po sredini poteka črna proga (slika 11). Noge in prvi členi tipalk imajo sive madeže, tretji do enajsti členi tipalk pri samcih so enakomerno črni, pri samicah pa so bazalni deli teh členov prekriti z belkasto sivimi dlačicami (Bense, 1995). Tipalke pri samcih so 1,5 do 2 krat daljše od telesa, pri samicah čez pokrovke gledajo 3 členi tipalk (Bily in Mehl, 1989) (slika 8).



Slika 8: *M. sutor* (samica) dorzalno (Forestry Images: Lars Sandved Dalen)

1.2.5.4 *M. saltuarius* ali dimnikarski žagovinar

Razširjen je v Srednji Evropi, Romuniji in Srbiji ter daljnem vzhodu (Sahalin) (Kofler, 2005) (slika 9).

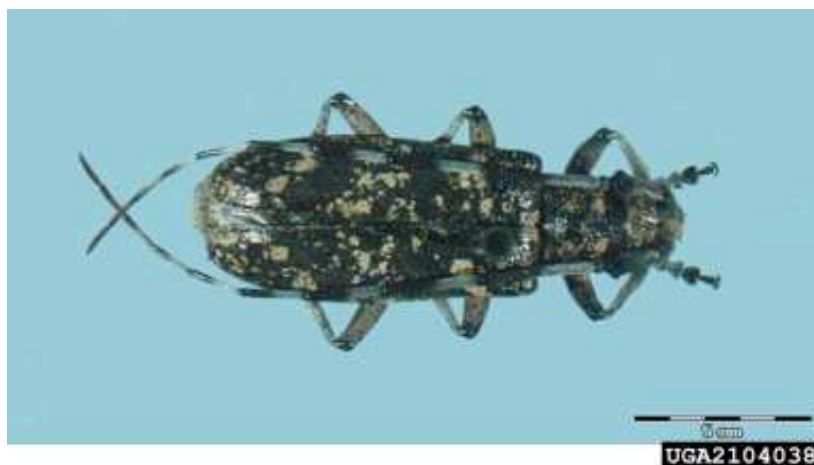


Slika 9: Razširjenost dimnikarskega žagovinarja (*M. saltuarius*) leta 2006 v Sloveniji (Jurc, 2010)

Pri nas je sicer redek, vendar je v porastu (Jurc, 2010), še največ napada smreko in občasno tudi bor (Breljih in sod., 2006; Načrt ukrepanja ..., 2010). Ličinke se razvijajo pod skorjo in v lesu odmrlih delov dreves, predvsem spodnjih odmirajočih vej. Najraje se zadržujejo v vejah premera od 2 do 5 cm (Kofler, 2005; Jurc, 2010; Bense, 1995). Imajo enoletni življenjski cikel, odrasli osebki se pojavljajo od junija do septembra in obžirajo vejice in iglice (Kofler, 2005; Bense, 1995).

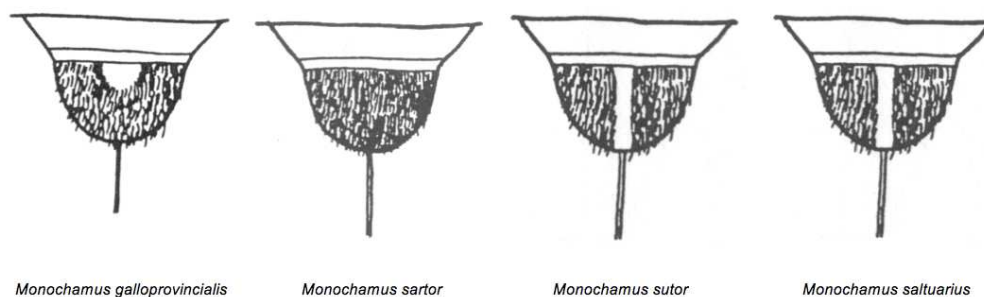
Odrasli hrošči so dolgi od 11 do 20 mm, telo je večinoma črno. Glava je na redko prekrita s sivimi dlačicami. Ovratnik in pokrovki sta pri obeh spolih na gosto prekrita z rumenkastimi ali belkastimi madeži (Bense, 1995). Pokrovki v sprednji tretjini nista

stisnjeni od strani, temveč sta simetrično izbokani. Sta močno punktirani, na bazi jasno, vendar komaj zrnato punktirani, na koncu zelo razpršeno punktirani (Jurc in sod., 2003). Noge in prvi členi tipalk imajo sive madeže, tretji do enajsti člen tipalk pri samcih so enakomerno črni, pri samicah pa so bazalni deli teh členov prekriti z belkasto sivimi dlačicami (Bense, 1995). Ščitek ima po sredini z dlačicami neporaščeno črto (Bense, 1995) (slika 10, slika 11).



Slika 10: *M. saltuarius* (samica) dorzalno (Forestry Images: Maja Jurc)

Pomemben razločevalni znak med vrstami rodu *Monochamus* so dlačice na ščitkih (scutellum) (slika 11).



Slika 11: Različna dlakavost ščitkov po vrstah (prilagojeno po Bense, 1995; 321, 322 in 324)

1.3 ŽAGOVINARJI KOT VEKTORJI BOROVE OGORČICE

Borova ogorčica se z enega na drugega gostitelja prenaša z vektorjem in izjemoma tudi na druge načine, možnosti za to so sicer zelo majhne, vendar prenosa ne moremo popolnoma izključiti. Vektorji borove ogorčice so poleg žagovinarjev tudi rilčkarji (družina Curculionidae) in sicer rod *Pissodes* – neevropske vrste so kot karantenske uvrščene v EU direktivo 29/00 EEC II-A-I. Za Evropo so karantenske vrste *P. castaneus* Degeer, *P. nemorensis* Germar, *P. strobi* Peck in *P. terminalis* Hopping (Jurc in sod., 2003). Tudi nekatere neevropske vrste podlubnikov (poddružina Scolytinae) so zaradi prenašanja borove ogorčice karantenski organizmi. Glavni in hkrati najpomembnejši vektorji pa ostajajo številne vrste iz rodu žagovinarjev.

Rod *Monochamus* je kot vektor patogene ogorčice *B. xylophilus* uvrščen v EU Direktivo 77/93. Položaj v Direktivi 29/00 EEC je I-A-I (Priročnik CII – *Monochamus* spp ..., 2001). Potrjeni vektorji borove ogorčice iz rodu žagovinarjev so v palearktičnem območju: *M. alternatus*, *Monochamus nitens* Bates in *M. saltuarius*. V Severni Ameriki borovo ogorčico potrjeno prenašajo *Monochamus titillator* (Fabricius), *Monochamus scutellatus* Say subsp. *Scutellatus*, *Monochamus obtusus* Casey, *Monochamus marmorator* Kirby, *M. mutator* LeConte (syn. *M. maculosus* Haldeman) in *M. carolinensis* (Data sheet ... 1997). V Združenih državah sta glavna vektorja predvsem *M. carolinensis* in *M. scutellatus* (Data sheet ... 1997). *M. alternatus* je glavni vektor borove ogorčice na Japonskem (Mamiya and Enda, 1972, cit. po Aikawa, 2008) in pa na Kitajskem in Koreji (Kishi, 1995, cit. po Aikawa, 2008). Evropski vrsti *M. sutor* in *M. galloprovincialis* dokazano lahko prenašata borovi ogorčici sorodno vrsto *Bursaphelenchus mucronatus* Mamiya et Enda, zato se sklepa, da sta žagovinarja lahko potencialna vektorja borove ogorčice v Evropi. Podobno se je zgodilo ob vnosu nematode na Japonsko, kjer je vlogo vektorja prevzel *M. alternatus*. Za prenos borove ogorčice v Evropi je pomemben predvsem pekarski žagovinar *M. galloprovincialis*, ki je avtohtona evropska vrsta (Načrt ukrepanja ..., 2010).

Vrste iz rodu žagovinarjev, ki so potrjeni ali potencialni vektorji borove ogorčice se nahajajo le na severni hemisferi (Data sheet ... 1997), kjer se areala ogorčice in vektorja prekrivata, se pravi ZDA, Kanada, Mehika, Gvatemala, Honduras ter v Palearktičnem območju (Japonska, Republika Koreja, Tajvan, Hong Kong, Laos, Kitajska, Sibirija, Litva,

centralna in vzhodna Evropa južno od Italije, Rusija (Kavkaz), Finska in Poljska) (Priročnik CII – *Monochamus* spp. ..., 2001). Območja, kjer pa borova ogorčica še ni prisotna, razširjene pa so *Monochamus* vrste, ki jo prenašajo, so potencialno nevarna za razširitev škodljivca. Taka območja so: Severna Afrika, Italija, Francija, Grčija, Nemčija, Poljska, Švedska, Finska, Rusija (evropski del), centralna Evropa, Čečenija, Kitajska, Sibirija, nordijske države, vzhodna Evropa, Pireneji in Alpe (Priročnik CII – *Monochamus* spp. ..., 2001).

1.3.1 Biologija prenosa borove ogorčice v povezavi z vektorjem

Da bi popolnoma doumeli mehanizme epidemije borove ogorčice, moramo podrobno razumeti odnos med vektorjem in škodljivcem (Aikawa, 2008).

Borova ogorčica se razmnožuje gametogamno, in oviparno (Jurc in sod., 2003). Razvoj lahko poteka saprofitski ali na fitoparazitski način. Pri saprofitskem razvoju borova ogorčica v obliki četrstopenjske ličinke vstopi v drevo skozi luknjice, ki jih pri odlaganju jajčec z mandibulami izdolbe samica hroščka. Kopulacija in odlaganje jajčec poteka na odmrlih drevesih, v že okuženih sestojih pa odrasli hroščki poiščejo drevesa, ki so odmrli zaradi napada nematod (Togashi, 2008). Pri tem žagovinarje privlači zastanek v izločanju smol, ki je posledica napada borove ogorčice na propadajočega gostitelja (Načrt ukrepanja ..., 2010).

V drevesu se borova ogorčica začne prehranjevati z micelijem gliv – običajno gre za skupino gliv iz rodu *Ceratocystis* – ki v drevo zaide na enak način. Po vstopu se četrstopenjske ličinke preobrazijo v odrasle osebkke in prične se reprodukcijska faza. Problem pri omejevanju širitve zajedavske nematode predstavlja predvsem njeno številno potomstvo, saj kljub temu, da povprečno samice v 28 dneh izležejo 79 jajčec (Jurc in sod., 2003), lahko teoretično samica v 15 dneh doseže potomstvo tudi do 263.000 osebkov (Jurc, 2008). V okuženem drevesu je lahko tudi več milijard osebkov ogorčic (Načrt ukrepanja ..., 2010).

Ko populacija doseže svoj višek, prične zmanjkovati hranil, zato se zmanjša intenzivnost reprodukcije in posledično tudi število osebkov. Nematode so torej v reproduktivni fazi,

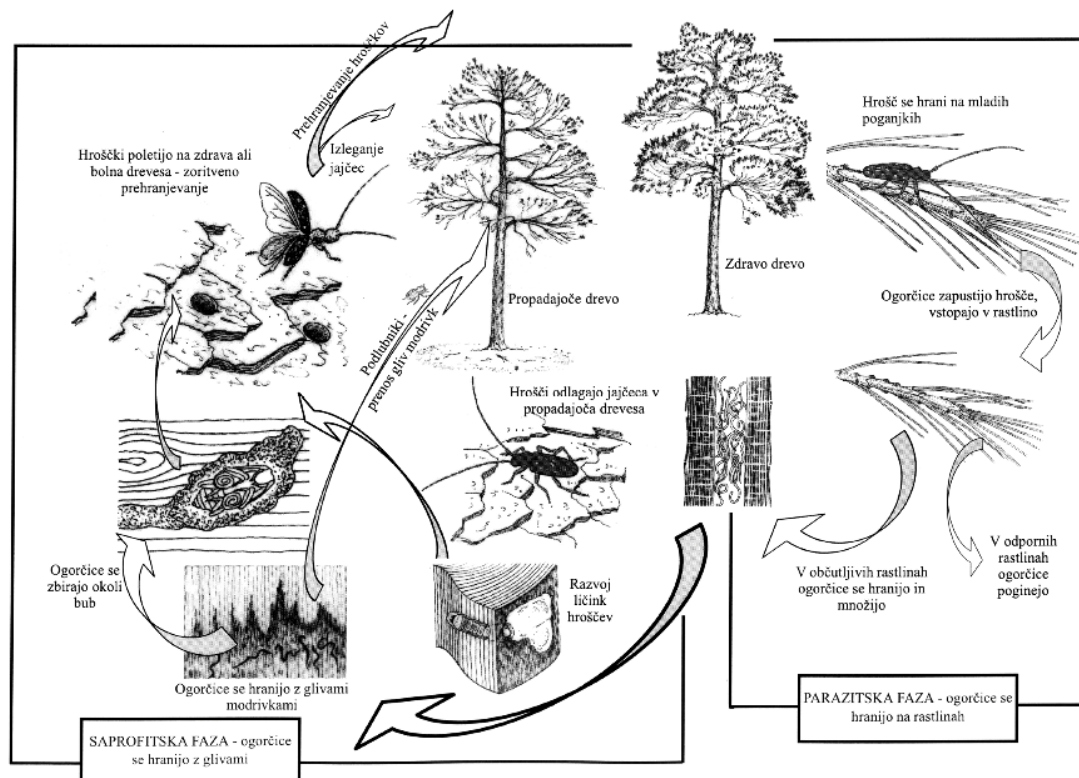
kadar so v drevesu razmere ugodne, se pravi je les dovolj vlažen, temperature zmerne in je na voljo dovolj hrane, ko pa se razmere poslabšajo, borova ogorčica prestopi v dispergentno fazo (Warren in Linit, 1993). V tej fazi je kritičen obstoj tretjestopenjskih ličink, ki lahko preživijo v še tako neugodnih razmerah, tudi ob pomanjkanju hranil. Te ličinke se najbrž pod vplivom snovi, ki jih izločajo bube, zberejo okoli bubilnic vektorjev. Stene bubilnic vektorjev so v stiku z nenasičenimi maščobnimi kislinami, ki jih izločajo larve žagovinarjev - prav te maščobne kisline naj bi po Myazaki in sod. (1977, cit. po Aikawa, 2008) stimulirale zbiranje tretjestopenjskih ličink okoli bubilnic.

Razvoj nematode znotraj gostitelja je očitno tesno povezan z razvojem hroščev iz rodu *Monochamus*, saj se tik preden se bube hroščev preobrazijo v odrasle osebkke, tudi tretjestopenjska ličinka prelevi v trajno četrstopenjsko ličinko, ki je pripravljena na prenos na novega gostitelja. V življenjskem krogu borove ogorčice je najbolj zanimiv prav ta preskok iz reproduktivne v dispergentno fazo oziroma vpliv prisotnosti vektorja na razvoj četrstopenjskih ličink. Do leta 1993 je namreč veljalo, da je menjava reproduktivne v dispergentno fazo odvisna le od razmer znotraj lesa in da ni povezave med razvojem četrstopenjskih ličink in prisotnostjo vektorjev, kar sta zavrgla Warren in Linit (1993). Necibi in Linit (1998) sta izvedla poskus v katerem sta ugotavljala vpliv faz razvoja *M. carolinensis* na tvorbo razvojnih faz pri borovi ogorčici, ki so primerne za prenos na novega gostitelja. Izkazalo se je, da je levitev borove ogorčice iz faze tretjestopenjske v četrstopenjsko ličinko povezana s prehodom osebkov *M. carolinensis* iz bube v odraslo stanje. Kljub številnim raziskavam na tem področju, še vedno ni znano, katera snov ta pojav povzroči. Ker pa je četrstopenjska ličinka edina poznana oblika, ki se lahko preko vektorja prenese na novega gostitelja, bi odkritje tega mehanizma lahko vodilo do čisto novih možnosti za omejevanje širitve borove ogorčice (Aikawa, 2008).

Mladi hroščki se v bubilnicah začnejo ščetkati in s tem poberejo ličinke borove ogorčice. Količina CO₂ v trahealnem sistemu, proizvedenega v procesu dihanja, doseže svoj maksimum pri izvalitvi odraslega osebkka iz bube, kar očitno stimulira nematode v fazi četrstopenjske ličinke k migraciji do odraslih osebkov (Morimoto in Iwasaki, 1973 cit. po Aikawa, 2008). Največ ogorčic je na metatoraksu, najmanj pa na tipalkah, hodilnih okončinah, krilih in pokrovkah (Naves in sod., 2006). Kako hitro lahko pride do razširitve

borove ogorčice nakazuje tudi podatek, koliko nematod lahko prenaša njen vektor. Jikumaru in Togashi (2000) navajata, da v njuni raziskavi ni bilo osebkov vrste *M. alternatus*, ki bi bil okužen z več kot 10.000 primerki borove ogorčice.

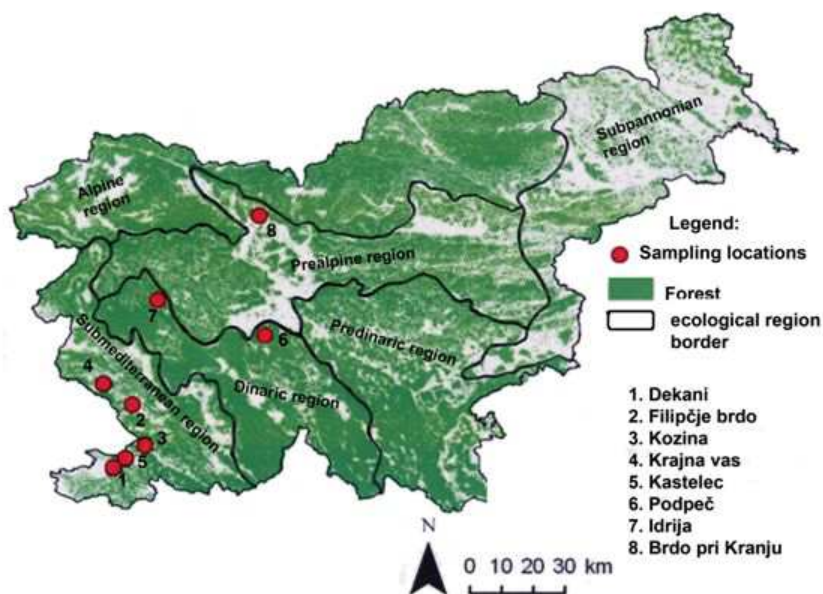
Ko vektorji odletijo na nove gostitelje, s seboj odnesejo tudi borovo ogorčico in glivo, s katero se ta hrani. Nematode vstopijo v drevo skozi ranice, ki jih žagovinar povzroči s hranjenjem ali odlaganjem jajčec (Warren in Linit, 1993) (slika 12).



Slika 12: Shema prenosa borove ogorčice na novega gostitelja s pomočjo vektorja iz rodu *Monochamus* (Jurc, 2008; 11)

2 MATERIALI IN METODE DE LA

Za analizo osebkov žagovinarjev smo uporabili material, ki je bil nabran v okviru raziskave Monitoring žagovinarjev v Sloveniji (2007-2010) pod okriljem Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF na osmih različnih lokacijah: pasti so postavljene na petih lokacijah v Submediteranski ekološki regiji, štiri od tega so na apnenčasti matični podlagi v monokulturah črnega bora in ena na flišu v sestojih alepskega bora. V dinarski regiji na apnenčasti matični podlagi sta izbrani dve lokaciji, ena v mešanih gozdovih navadne jelke in bukve, druga v gozdovih bukve in jelke. V predalpski ekološki regiji je izbrana lokacija v monokulturi rdečega bora na dolomitu in apnencu. Podatki o lokacijah pasti so izčrpnje opisani v prilogi A (slika 13).



Slika 13: Lokacije za monitoring žagovinarjev in ekološke regije v Sloveniji (Jurc, neobjavljeno)

Pasti so bile nameščene dva metra od tal na razdalji vsaj 50m. Na vsaki lokaciji so bile nastavljene po štiri pasti z različnimi atraktanti: etanol (p.a., Merck), α -pinen (98 %, Sigma-Aldrich), Pheroprax® (BASF) in Gallowit® (Witasek PflanzenSchutz GmbH). Kontrolna past ni vsebovala nobenega atraktanta. Osebki so bili zbirani enkrat mesečno.

2.1 PREDPRIPRAVA OSEBKOV

Delo je potekalo na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, v Laboratoriju za varstvo gozdov in ekološke študije LEŠ-entomologija. Izmed vseh žuželk, ki so bile v pasteh ujete v sklopu raziskave so bili izločeni osebki iz rodu *Monochamus*. Vsi osebki so bili označeni (datum nabiranja, lokacija, uporabljen atraktant) in določeni po ključu (Bense, 1995). Osebke smo za približno 24 ur izpostavili hlapom kisa, da bi dosegli boljšo gibljivost okončin in jih bolje preparirali.

Določili smo 61 osebkov vrste *M. galloprovincialis* in po tri osebke vrst *M. sutor* in *M. sartor* (revizija je bila opravljena v Prirodoslovnem muzeju Slovenije, material shranjen v referenčni zbirki BF-GOZD-entomologija).

2.2 MERITVE OSEBKOV V PROGRAMU DIGIMIZER 3.0.0.0

Za meritve osebkov smo uporabili program Digimizer 3.0.0.0. MedCalc Software, Belgium. Uporablja se za natančne ročne in avtomatske meritve na digitalnih fotografijah. Meritve temeljijo na razmerju med pixli in dolžino enote, ki jo določimo z orodjem "scale". Za vse fotografije smo s pomočjo milimetrskega papirja določili dolžino enote 1mm. Merili smo parametre: dolžina tipalk, dolžina glave, dolžina ovratnika, širina ovratnika, širina ramen, dolžina pokrovk (zunanja stran), dolžina pokrovk (notranja stran) in dolžina celotnega telesa. Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili Microsoft® Excel® for Mac, verzija 12.2.7.

2.2.1 Meritve dolžin tipalk žagovinarjev

Tipalke smo merili z orodjem "path" kar pomeni, da merimo vsoto daljic, ki se medsebojno stikajo od točke do točke. Vsakemu osebku smo izmerili eno tipalko. Začetek merjenja je v bazalnem delu – scapusu, vsaka daljica predstavlja posamezen člen tipalk (slika 14). Na zavojih smo pazili, da daljica ne sega izven tipalk, zato je bilo tam potrebnih več stičnih točk.



Slika 14: Način merjenja tipalk žagovinarjev v programu Digimizer 3.0.0.0

2.2.2 Meritve parametrov na telesu žagovinarjev

Dolžino glave, dolžino in širino ovratnika ter celotno dolžino telesa smo merili z orodjem "length". Dolžino glave smo merili po sredini telesa v ravni liniji od vdolbinice med tipalkama (vertex) pa do stičišča z ovratnikom. V točki, kjer se merjenje dolžine glave konča, se začne merjenje dolžine ovratnika, ki prav tako poteka v ravni liniji po sredini osebka. Širino ovratnika smo merili na najširšem delu preko trnastih izrastkov, ne nujno pravokotno na linijo merjenja dolžine. Širino ramen smo merili na najširšem delu. Celotno dolžino telesa smo merili v ravni liniji po sredini od začetka dolžine glave do konca zadka. Dolžino pokrovk smo merili na dva načina in sicer po notranjem in zunanjem robu. Tako kot pri tipalkah smo uporabili orodje "path". Način merjenja s ključnimi točkami za meritve je označen na sliki 15.



Slika 15: Način merjenja parametrov na telesu žagovinarjev v programu Digimizer 3.0.0.0

3 REZULTATI

3.1 MERITVE DOLŽIN TIPALK ŽAGOVINARJEV

Skupaj smo tipalke izmerili 52 primerkom žagovinarjev, od tega jih je 46 pripadalo vrsti *M. galloprovincialis*, trije vrsti *M. sutor* in trije vrsti *M. sartor*. Samcev skupaj je bilo 38, samic 14. Pri merjenju dolžin tipalk se je izkazalo, da imajo žagovinarji tipalke povprečno dolge 36,42 mm ($\sigma=11,36$ mm), pri čemur so samci pri vseh vrstah dosegli višje povprečne vrednosti. V povprečju najdaljše tipalke od obravnavanih vrst ima *M. galloprovincialis* in sicer 37,10 ($\sigma=11,46$ mm). Pri tej vrsti je bil izmerjen tudi maksimum 63,89 mm (samec) in minimum 19,25 mm (samica) (Preglednica 1).

Preglednica 1: Meritve dolžin tipalk

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	34	41,08	10,48	25,54	63,69
	samica	12	25,82	4,49	19,25	32,05
	skupaj	46	37,10	11,46	19,25	63,69
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	29,75	1,96	28,36	31,13
	samica	1	28,51	0,00	28,51	28,51
	skupaj	3	29,33	1,56	28,51	31,13
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	38,67	16,58	26,94	50,39
	samica	1	22,11	0,00	22,11	22,11
	skupaj	3	33,15	15,13	22,11	50,39

3.2 MERITVE NA TELESU ŽAGOVINARJEV

Meritve na telesu smo opravili na 63 primerkih žagovinarjev, od tega jih je 57 pripadalo vrsti *M. galloprovincialis*, trije vrsti *M. sutor* in trije vrsti *M. sartor*. Samcev skupaj je bilo 48, samic 15.

M. galloprovincialis ima glavo dolgo povprečno 2,66 mm ($\sigma=0,50$ mm), *M. sartor* 2,14 mm ($\sigma=0,18$ mm), *M. sutor* 2,47 mm ($\sigma=0,71$ mm). Največja dolžina glave je bila zabeležena pri samcu vrste *M. galloprovincialis* in sicer 3,58 mm, najmanjša pa pri samici iste vrste in sicer 1,56 mm (Preglednica 2).

Preglednica 2: Meritve dolžin glav

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	44	2,74	0,47	1,77	3,58
	samica	13	2,40	0,50	1,56	3,23
	skupaj	57	2,66	0,50	1,56	3,58
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	2,10	0,23	1,93	2,26
	samica	1	2,23	0,00	2,23	2,23
	skupaj	3	2,14	0,18	1,93	2,26
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	2,62	0,93	1,96	3,28
	samica	1	2,17	0,00	2,17	2,17
	skupaj	3	2,47	0,71	1,96	3,28

M. galloprovincialis ima ovratnik dolg povprečno 3,65 mm ($\sigma=0,73$ mm), *M. sartor* 3,35 mm ($\sigma=0,63$ mm), *M. sutor* 3,27 mm ($\sigma=0,62$ mm). Največja dolžina ovratnika je bila zabeležena pri samcu vrste *M. galloprovincialis* in sicer 5,73 mm, najmanjša pa pri samici iste vrste in sicer 2,29 mm. Samci vseh vrst skupaj so imeli ovratnik povprečno dolg 3,65 mm, samice pa 3,48 mm (Preglednica 3).

Preglednica 3: Meritve dolžine ovratnika

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	44	3,69	0,79	2,29	5,73
	samica	13	3,48	0,49	2,47	4,24
	skupaj	57	3,65	0,73	2,29	5,73
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	3,02	0,34	2,78	3,26
	samica	1	4,03	0,00	4,03	4,03
	skupaj	3	3,35	0,63	2,78	4,03
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	3,43	0,78	2,87	3,98
	samica	1	2,96	0,00	2,96	2,96
	skupaj	3	3,27	0,62	2,87	3,98

M. galloprovincialis ima ovratnik širok povprečno 5,62 mm ($\sigma=1,10$ mm), *M. sartor* 4,89 mm ($\sigma=0,94$ mm), *M. sutor* 5,02 mm ($\sigma=1,32$ mm). Največja širina ovratnika je bila zabeležena pri samcu vrste *M. galloprovincialis* in sicer 5,73 mm, najmanjša pa pri samici iste vrste in sicer 2,29 mm (Preglednica 4). Vse vrste so imele ovratnik širši kot daljši.

Preglednica 4: Meritve širine ovratnika

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	44	5,18	1,18	3,02	7,83
	samica	13	5,52	0,71	4,29	6,56
	skupaj	57	5,26	1,10	3,02	7,83
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	4,35	0,17	4,23	4,47
	samica	1	5,96	0,00	5,96	5,96
	skupaj	3	4,89	0,94	4,23	5,96
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	5,15	1,84	3,84	6,45
	samica	1	4,76	0,00	4,76	4,76
	skupaj	3	5,02	1,32	3,84	6,45

M. galloprovincialis ima ramena široka povprečno 6,05 mm ($\sigma=1,13$ mm), *M. sartor* 5,46 mm ($\sigma=0,88$ mm), *M. sutor* 5,05 mm ($\sigma=1,18$ mm). Največja širina ramen je bila zabeležena pri samcu vrste *M. galloprovincialis* in sicer 8,34 mm, najmanjša pa prav tako pri samcu iste vrste in sicer 3,51 mm (Preglednica 5).

Preglednica 5: Meritve širine ramen

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	44	5,98	1,16	3,51	8,34
	samica	13	6,31	1,00	3,93	7,47
	skupaj	57	6,05	1,13	3,51	8,34
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	5,00	0,48	4,66	5,34
	samica	1	6,40	0,00	6,40	6,40
	skupaj	3	5,46	0,88	4,66	6,40
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	5,68	1,60	4,55	6,81
	samica	1	5,13	0,00	5,13	5,13
	skupaj	3	5,50	1,18	4,55	6,81

M. galloprovincialis ima zunanjo stranico pokrovk dolgo povprečno 14,54 mm ($\sigma=2,56$ mm), *M. sartor* 13,26 mm ($\sigma=2,86$ mm), *M. sutor* 12,37 mm ($\sigma=2,17$ mm). Največja dolžina zunanje stranice pokrovk je bila zabeležena pri samcu vrste *M. galloprovincialis* in sicer 19,75 mm, najmanjša pa prav tako pri samcu iste vrste in sicer 9,00 mm (Preglednica 6).

Preglednica 6: meritve dolžine pokrovk - zunanja stran

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	44	14,20	2,54	9,00	19,75
	samica	13	15,69	2,37	10,86	19,10
	skupaj	57	14,54	2,56	9,00	19,75
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	11,68	1,17	10,85	12,51
	samica	1	16,43	0,00	16,43	16,43
	skupaj	3	13,26	2,86	10,85	16,43
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	12,55	3,04	10,40	14,70
	samica	1	12,01	0,00	12,01	12,01
	skupaj	3	12,37	2,17	10,40	14,70

M. galloprovincialis ima notranjo stranico pokrovk dolgo povprečno 13,27 mm ($\sigma=2,39$ mm), *M. sartor* 12,23 mm ($\sigma=2,97$ mm), *M. sutor* 13,69 mm ($\sigma=2,48$ mm). Največja dolžina notranje stranice pokrovk je bila zabeležena pri samcu vrste *M. galloprovincialis* in sicer 18,34 mm, najmanjša pa prav tako pri samcu iste vrste in sicer 8,27 mm (Preglednica 7). Razmerje med dolžino in širino pokrovk (dolžina pokrovk – notranja stran/širina ramen) je pri *M. galloprovincialis* 2,19, pri *M. sutor* 2,49, pri *M. sartor* pa 2,24.

Preglednica 7: Meritve pokrovk - notranja stran

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	44	12,95	2,38	8,27	18,34
	samica	13	14,35	2,16	9,93	17,47
	skupaj	57	13,27	2,39	8,27	18,34
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	10,61	1,35	9,65	11,56
	samica	1	15,47	0,00	15,47	15,47
	skupaj	3	12,23	2,97	9,65	15,47
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	13,83	3,48	11,37	16,30
	samica	1	13,40	0,00	13,40	13,40
	skupaj	3	13,69	2,48	11,37	16,30

M. galloprovincialis ima celotno telo dolgo povprečno 20,15 mm ($\sigma=3,49$ mm), *M. sartor* 17,91 mm ($\sigma=3,61$ mm), *M. sutor* 18,77 mm ($\sigma=4,12$ mm). Največja dolžina celotnega telesa je bila zabeležena pri samcu vrste *M. galloprovincialis* in sicer 18,34 mm, najmanjša pa prav tako pri samcu iste vrste in sicer 8,27 mm (Preglednica 8). Razmerje med dolžino

tipalk in dolžino telesa je pri samcih 2,04, pri samicah pa 1,24. Samci *M. galloprovincialis* imajo razmerje 2,06, samci *M. sutor* 2,01, samci *M. sartor* pa 1,86.

Preglednica 8: Meritve dolžin celotnega telesa

vrsta	spol	število osebkov	povprečje (mm)	standardna deviacija (mm)	minimalna vrednost (mm)	maksimalna vrednost (mm)
<i>Monochamus galloprovincialis</i>	samec	44	19,93	3,61	12,91	27,81
	samica	13	20,89	3,04	14,23	24,71
	skupaj	57	20,15	3,49	12,91	27,81
<i>Monochamus sartor</i>	samec	2	15,96	1,79	14,69	17,22
	samica	1	21,81	0,00	21,81	21,81
	skupaj	3	17,91	3,61	14,69	21,81
<i>Monochamus sutor</i>	samec	2	19,24	5,70	15,21	23,28
	samica	1	17,82	0,00	17,82	17,82
	skupaj	3	18,77	4,12	15,21	23,28

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Povprečno so bili vsi merjeni žagovinarji dolgi 19,98 mm ($\sigma=3,50$ mm), kar pomeni, da je večina osebkov znotraj intervala 16,48 – 23,48. Če podatek primerjamo z navedkom, da žagovinarji zavzemajo velikosti od 15 do 30 mm (Data sheet ..., 1997, Jurc in sod., 2003) ugotovimo, da smo pri merjenju prišli do nekoliko nižjih rezultatov. *M. galloprovincialis* ima celotno telo dolgo povprečno 20,15 mm ($\sigma=3,49$), torej je večina meritev znotraj intervala od 16,66 do 23,64 mm. Bense, (1995) za dolžino telesa *M. galloprovincialis* navaja nekoliko širši interval in sicer od 12 do 26 mm. Bily in Mehl (1989) navajata v primerjavi z našimi izsledki veliko večje dolžine celotnih teles in sicer od 17 do 35 mm. Dolžina telesa *M. sutor* je znašala 17,91 mm ($\sigma=3,61$), večino osebkov je torej velikih od 14,3 do 21,52 mm. Te vrednosti so v primerjavi z Bense, (1995), ki navaja interval od 19 do 35 mm občutno prenizke. Tudi glede na navedeno dolžino po Bily in Mehl (1989), ki znaša od 21 do 35 mm, so naše vrednosti prenizke. To napako pripisujem premajhnemu in zato nereprezentativnemu vzorcu, saj so bili zmerjeni le 3 osebkovi vrste *M. sutor*. Ugotovili smo, da ima *M. sutor* telo dolgo v povprečju 18,77 mm ($\sigma=4,12$ mm), večina meritev je bila znotraj intervala od 14,65 do 22,89 mm. Referenčne vrednosti se po Bense (1995) gibljejo od 15 do 24 mm, vendar je primerjava zaradi enakega razloga kot pri *M. sutor* nereprezentativna. Bily in Mehl (1989) navajata višjo zgornjo mejo – dolžine osebkov naj bi segale celo do 35 mm.

Razmerje med dolžino tipalk in dolžino telesa žagovinarjev je pri samcih 2,04, pri samicah pa 1,24, kar pomeni, da so tipalke pri samcih v povprečju približno še enkrat večje od celotnega telesa, pri samicah pa so tipalke večje za približno $\frac{1}{4}$. Dobljeni rezultati so pričakovani, saj literatura navaja, da tipalke lahko pri žagovinarjih dosežajo dvakratno dolžino telesa (Jurc, 2008). Razmerje med dolžino tipalk in dolžino telesa pri *M. galloprovincialis* znaša 2,06, se pravi, da so tipalke v povprečju približno še enkrat daljše od telesa. To razmerje je v primerjavi s podatki po Bily in Mehl (1989) veliko manjše, saj navajata, da so tipalke pri tej vrsti od telesa daljše od 2 do celo 3 krat. Razmerje pri vrsti *M. sutor* po naših meritvah znaša 2,01, se pravi, da so tudi pri tej vrsti tipalke približno še enkrat daljše od telesa, po Bily in Mehl (1989) pa so daljše od 1,5 do 2 krat.

Največje razmerje med dolžino in širino pokrovk smo zabeležili pri *M. sutor* (2,49). Vrednost je zopet nekoliko manjša kot je navedena v literaturi. Po Bily in Mehl (1989) so pokrovke pri *M. sutor* 3 krat daljše kot širše.

Zanimiva je primerjava samcev in samic vseh vrst skupaj. Samice imajo v povprečju krajše tipalke, krajšo glavo, in krajši a širši ovratnik. Ramena so širša pri samicah, tudi pokrovke so tako po notranji, kot tudi po zunanji strani daljše pri samicah. V povprečju so bile samice večje, verjetno zaradi leglic na zadku.

Maksimalne in minimalne vrednosti vseh merjenih parametrov se pojavljajo pri vrsti *M. galloprovincialis*, kar pripisujem dejstvu, da ima vrsta daleč največ predstavnikov v vzorcu. Če bi hoteli zbrati kakšne uporabne informacije o vrstah *M. sutor* in *M. sartor*, bi morali povečati število osebkov teh vrst v vzorcu. Kljub temu sem zaradi preglednosti tudi te podatke predstavila v poglavju rezultati.

Na splošno smo izmerili nižje vrednosti dolžin, kot so bile pričakovane glede na navedbe v literaturi. Velikost telesa odraslih hroščev je odvisna od lastnosti substrata, v katerem se razvijajo (vrsta gostitelja in kemična zgradba lesa, debelina veje itd.) (Akbulut, 2009) in ugotovimo lahko, da so ujeti hrošči *M. galloprovincialis* iz Slovenije manjši kot poročajo v drugih raziskavah in imajo tudi manjše razmerje med celotno dolžino telesa in dolžino tipalk.

Klasična determinacija, ki temelji na morfometriji je zanesljiva pri dolčanju raziskovanih vrst in uporabna v gozdarski praksi z upoštevanjem naših rezultatov.

V prihodnje bi bilo zanimivo raziskati kako na velikost posameznih delov žagovinarjev vplivajo značilnosti okolja, kot so temperatura, gostitelj, dominantna vrsta v sestoji, nadmorska višina, količina in razpored padavin in ostalo. Smiselno bi bilo tudi ugotoviti, katere morfološke značilnosti olajšujejo in katere otežujejo prenos borove ogorčice na novega gostitelja.

5 POVZETEK (SUMMARY)

Vrste iz rodu žagovinarjev (*Monochamus* Dejean, 1821) so najpomembnejši potrjeni vektorji borove ogorčice *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle. Opravljene so bile morfološke meritve osebkov *M. galloprovincialis*, *M. sutor* in *M. sartor*, ki so bili nabrani na osmih lokacijah po Sloveniji od leta 2007 do 2010. Merili smo dolžino tipalk, dolžino glave, dolžino in širino ovratnika, širino ramen, dolžino eliter po notranji in zunanji strani in dolžino celotnega telesa. Ugotovili smo, da je *M. galloprovincialis* v povprečju velik od 16,66 do 23,64 mm (n=57), *M. sartor* od 14,3 do 21,52 mm (n=3), *M. sutor* pa od 14,65 do 22,89 mm (n=3). Tipalke pri samcih so približno še enkrat večje od celotnega telesa, pri samicah pa so tipalke večje za približno $\frac{1}{4}$. Samice imajo v povprečju krajše tipalke, krajšo glavo, in krajši a širši ovratnik. Ramena so širša pri samicah, tudi pokrovke so tako po notranji, kot tudi po zunanji strani daljše pri samicah. V povprečju so samice večje. Pridobljeni rezultati odstopajo od navedb v literaturi. Klasična determinacija, ki temelji na morfometriji je zanesljiva pri dolčanju raziskovanih vrst in uporabna v gozdarski praksi z upoštevanjem naših rezultatov.

Species of the genus *Monochamus* Dejean, 1821 are the most important confirmed vectors of *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle. We measured morphological parameters of *M. galloprovincialis*, *M. sutor* and *M. sartor*, which have been collected at eight locations in Slovenia from 2007 to 2010. Measured parameters are: length of the antennae, length of the head, length and width of pronotum, shoulder width, length of elitrae on the inner and outer side, and length of entire body. We found that on average *M. galloprovincialis* vary from 16.66 to 23.64 mm (n=57) in size, *M. sartor* from 14.3 to 21.52 mm (n=3) and *M. sutor* from 14.65 to 22.89 mm (n=3). Antennae in males are about twice the size of the entire body, the female antennae are larger by about $\frac{1}{4}$. Females on average have shorter antennae, shorter head, a wider and shorter pronotum. The shoulders are wider in females, elitrae measured from the inside, as well as from outside are longer in females. On average, females are larger. The results obtained differ from the indications in the literature. Classical determination based on morphometry is appropriate in

determination of studied species and applied in forestry practice taking into account our results.

6 VIRI

- Aikawa T. 2008. Transmission biology of *Bursaphelenchus xylophilus* in relation to its insect vector. V: Pine wilt disease. Zhao B. G., Futai K., Sutherland J. R., Takeuchi Y. (eds). Tokyo, Berlin, Heidelberg, New York, Springer: 123-138
- Akbulut S. 2009. Comparison of the reproductive potential of *Monochamus galloprovincialis* on two pine species under laboratory conditions. *Phytoparasitica*, 37: 125-135
- Akbulut S., Linit M. J. 1999. Seasonal effect on reproductive performance of *Monochamus carolinensis* (Coleoptera: Cerambycidae) reared in pine logs. *J. Econ. Entomol.*, 92: 631-637
- Allison J. D., Borden J. H., Mcintosh R. L., De Groot P., Gries R. 2001. Kairomonal response by four *Monochamus* species (Coleoptera: Cerambycidae) to bark beetle pheromones. *Journal of Chemical Ecology*, 27, 4: 633-646
- Anderson H. 2009. Risk analysis for *Monochamus sartor*. 2009. FERA: 13 str.
<http://fera.defra.gov.uk/plants/plantHealth/pestsDiseases/documents/mSartor.pdf> (25. 7. 2011)
- Bense U. 1995. Longhorn Beetles. Illustrated Key to the Cerambycidae and Vesperidae of Europe. Weikersheim, Margraf Verlag: 511 str.
- Bily S., Mehl O. 1989. Longhorn Beetles (Coleoptera: Cerambycidae) of Fennoscandia and Denmark. *Fauna Entomologica Scandinavica*, 22: 1-203
- Brelj S., Drovenik B., Pirnat A. 2006. Gradivo za favno hroščev (Coleoptera) Slovenije: 2. prispevek: Polyphaga: Chrysomeloidea (= Phytophaga): Cerambycidae. *Scopolia*, 58: 1-442

Ciesla W.M. 2001a. *Monochamus saltuarius*. Forest Health Management International. <http://spfnic.fs.fed.us/exfor/data/pestreports.cfm?pestidval=74&langdisplay=english> (25. 7. 2011)

Ciesla W.M. 2001b. *Monochamus alternatus*. Forest Health Management International. <http://spfnic.fs.fed.us/exfor/data/pestreports.cfm?pestidval=77&langdisplay=english> (25. 7. 2011)

Ciesla W.M. 2004. *Monochamus sutor*. Forest Health Management International. <http://spfnic.fs.fed.us/exfor/data/pestreports.cfm?pestidval=159&langdisplay=english> (25. 7. 2011)

Data sheet on quarantine pests, *Bursaphelenchus xylophilus*. 1997. CABI in EPPO. http://www.eppo.org/QUARANTINE/nematodes/Bursaphelenchus_xylophilus/BURSXY_ds.pdf (5. 4. 2011)

Distribution maps of quarantine pests for Europe. 2006. EPPO: 12 str. <http://pqr.eppo.org/datas/BURSXY/BURSXY.pdf> (5. 4. 2011)

Evans H. F., Moraal, L. G., Pajares, J. A. 2004. Buprestidae and Carambycidae. V: Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Lieutier F., Day K. R., Battisti A., Gregoire J. C., Evans H. F (ur.). Springer: 447-474 <http://www.scribd.com/doc/38947196/Bark-and-Wood-Boring-Insects-in-Living-Trees-in-Europe> (10. 8. 2011)

Forestry Images. Jijing Song and Juan Shi. Japanese pine sawyer *Monochamus alternatus* Hope, 1842 (2131030). <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=2131030> (21. 8. 2011)

Forestry Images. William M. Ciesla. Southern pine sawyer *Monochamus titillator* (Fabricius, 1775) (1541760). <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1541760> (21. 8. 2011)

Forestry Images. Gyorgy Csoka. Sakhalin pine sawyer *Monochamus saltuarius* (Gebler, 1830) (1231143).

<http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1231143> (21. 8. 2011)

International workshop on biological control of invasive species of forests. 2007. Beijing, FHTET - Forest Health Technology Enterprise Team: 172 str.

Jikumaru S., Togashi K. 2000. Temperature effects on the transmission of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nemata: Aphelenchoididae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Nematology, 32, 1: 210-216

Jikumaru S., Togashi K. 2004. Inhibitory Effect of *Bursaphelenchus mucronatus* (Nematoda: Aphelenchoididae) on *B. xylophilus* Boarding Adult *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae). Journal of Nematology, 36, 1: 95–99

Jurc M., Urek G., Širca S., Mikulič V., Glavan B. 2003. Borova ogorčica, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970 – nova nevarnost za slovenske gozdove? Zbornik gozdarstva in lesarstva, 72: 121 – 156

Jurc M. 2008. Gozdna zoologija. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.

Jurc M. 2010. Ogroženost slovenskih gozdov in možnosti spremljanja vektorjev borove ogorčice. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

http://www.gozdis.si/fileadmin/user_upload/pwn_maja_jurc.pdf (15.3.2011)

Knapič V., Orešek E., Pajk P., Mavsar C., Celar M. 2011. Vpliv novih rastlinskih bolezni in škodljivcev na pridelavo in naravo v Sloveniji. Ljubljana, Ministerstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

http://terminologija.stat.si/doc/sosvet/Sosvet_10/Sos10_s1496-2011.ppt (16. 5. 2011)

- Kofler B. 2005. Kozlički iz okolice Škofje Loke, Železnikov in Žirov. Loški razgledi, 52: 91-111
- Koutroumpa F. A, Vincent B., Roux-Morabito G., Martin C., Lieutier F. 2008. Fecundity and larval development of *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera Cerambycidae) in experimental breeding. Annals of Forest Science, 65: 707
http://www.afs-journal.org/index.php?option=com_article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/forest/abs/2008/07/f08029/f08029.html (12.8.2011).
- Maehara N., He X., Shimatzu M. 2007. Maturation feeding and transmission of *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda: Parasitaphelenchidae) by *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) Inoculated with *Beauveria bassiana* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). J. Econ. Entomol, 100, 1: 49-53
- Načrt ukrepanja v primeru pojava borove uvelosti, ki jo povzroča borova ogorčica *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner in Buhner) Nickle 1970, v Republiki Sloveniji. 2010. Ljubljana, Ministerstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 66 str.
http://www.furs.si/svn/zvr/POSNadzori/Bursaphelenchus/borova_nacrt__ukrepov_SPLET.pdf (16. 3. 2011)
- Naves P. M., Kenis M., De Sousa E. M. 2005. Parasitoids associated with *Monochamus galloprovincialis* (Oliv.) (Coleoptera: Cerambycidae) within the pine wilt nematode-affected zone in Portugal. J Pest Sci, 78: 57–62
- Naves P. M., Camacho S., De Sousa E. M., Quartau J.A. 2006. Pinewood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* on the body of its vector *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera : Cerambycidae). Entomologia Generalis, 29, 1: 71-80
- Naves P. M., Sousa E., Rodrigues J. M. 2008. Biology of *Monochamus galloprovincialis* (Coleoptera, Cerambycidae) in the pine wilt disease affected zone, Southern Portugal. Silva Lusitana, 16, 2: 133 – 148

- Necibi S., Linit M. J. 1998. Effect of *Monochamus carolinensis* on *Bursaphelenchus xylophilus* dispersal stage formation. *Journal of Nematology*, 30, 2: 246-254
- Pajares J. A., Alvarez G., Iberaz F., Gallego D., Hall D. R., Farman D. I. 2010. Identification and field activity of a male-produced aggregation pheromone in the pine sawyer beetle, *Monochamus galloprovincialis*. *J Chem Ecol*, 36: 570-583
- Priročnik – CII, *Monochmus* spp. (neevropske vrste), Navodilo št. 326-03-4/01. 2001. Ljubljana, Ministerstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Inšpektorat republike Slovenije za kmetijstvo, gozdarstvo lovstvo in ribištvo: 2 str.
- Sama G. 2002. Atlas of the Cerambycidae of Europe and the Mediterranean Area. Volume 1. Zlín, Nakladatelství Kabourek: 173 str.
- Shimazu M. 2008. Biological Control of the Japanese Pine Sawyer Beetle, *Monochamus alternatus*. V: Pine Wilt Disease. Zhao B. G., Futai K. Sutherland J. R., Takeuchi Y. (ur.). Tokio, Berlin, Heidelberg, New York, Springer: 351-370
- Togashi K. 2008. Vector – Nematode relationships and epidemiology in pine wilt disease. V: Pine wilt disease: A worldwide threat to forest ecosystems. Mota M. M., Vieira P. (ur.). Portugal, Springer science + Business Media B. V.: 162-183
- Tomiczek C., Ute Hoyer-Tomiczek. 2008. Biology studies relevant to the vector role of *Monochamus* species for pine wood nematode. V: Pine wilt disease: A worldwide threat to forest ecosystems. Mota M. M., Vieira P. (ur.). Portugal, Springer science + Business Media B. V.: 215-220
- Urek G. 2009. Borova ogorčica in njen pomen. Kakšno je tveganje za vnos in širjenje v Sloveniji? Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
http://www.kis.si/datoteke/file/kis/SLO/VAR/Borova_ogorcica/Borova_ogorcica_in_njen_pomen_kaksno_je_tveganje_za_njen_vnos_in_sirjenje_v_Sloveniji.pdf (29. 3. 2011)

Warren E. J., Linit M. J. 1993. Effect of *Monochamus carolinensis* on the life history of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*. *Journal of Nematology*, 25, 4: 703-709

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem, ki so na kakršen koli način pripomogle k končanju študija:

Prof. dr. Maji Jurc, da mi je omogočila opravljanje praktičnega dela diplomske naloge in pomagala z nasveti, za recenzijo pa prof. dr. Dušanu Jurcu.

Gregorju Metercu, za vso pomoč pri laboratorijskem delu, Danijelu Borkoviču za tehnično pomoč in Andreji Repe, da me je prijazno sprejela v svoji pisarni.

Nenazadnje se zahvaljujem tudi staršem, da so mi študij sploh omogočili.

Diplomsko nalogo posvečam sošolcem in sošolkam, ker sem se zaradi njih vsak dan z veseljem odpravila na predavanja in ker so me naučili delovati v skupinskem duhu in ceniti majhne stvari.

Hvala!

PRILOGE

Priloga A

Podatki o lokacijah pasti za monitoring žagovinarjev

Lokacija	Koordinacije pasti	Prevladujoča drevesna vrsta	Starost prevladujoče drevesne vrste (leta)	Ekološka regija	Gozdna združba	Matična podlaga / vrsta tal	Nadmorska višina (m)	Obdobje vzorčenja
1. Dekani	N45° 32' E13° 49'	<i>P. halepensis</i> (monokultur)	70-80	Submediteranska	<i>Seslerio</i> <i>autumnalis-</i> <i>Quercetum</i> <i>petraeae</i>	karbonatna fliš/ evtrična rjava tla	95 m	03.07.- 07.11.2007; 20.05.- 15.10.2008;22.06.- 20.10.2009; 21.6.- 28.10.2010
2. Filipčje brdo	N 45° 43' E 13° 53'	<i>P. nigra</i> (monokultura)	80-90	Submediteranska	<i>Seslerio</i> <i>autumnalis-</i> <i>Quercetum</i> <i>pubescentis</i>	apnenec/ evtrična rjava tla	~370 m	03.07.- 07.11.2007 20.05.-15.10.2008
3. Kozina	N 45° 35' E 13° 55'	<i>P. nigra</i> (monokultura)	60-70	Submediteranska	<i>Seslerio</i> <i>autumnalis-</i> <i>Quercetum</i> <i>pubescentis</i>	apnenec/ evtrična rjava tla	~500 m	03.07.- 07.11.2007 20.05.-15.10.2008
4. Krajna vas	N45° 46' E13° 49'	<i>P. nigra</i> (monokultura)	80-90	Submediteranska	<i>Seslerio</i> <i>autumnalis-</i> <i>Quercetum</i> <i>pubescentis</i>	apnenec/ evtrična rjava tla	~269 m	03.07.- 07.11.2007 20.05.-15.10.2008 21.6.-28.10.2010
5. Kastelec	N45° 34' E13° 52'	<i>P. nigra</i> (monokultura)	50-60	Submediteranska	<i>Seslerio</i> <i>autumnalis-</i> <i>Quercetum</i> <i>pubescentis</i>	apnenec/ evtrična rjava tla	308 m	03.07.- 07.11.2007 20.05.-15.10.2008 22.06.-20.10.2009

6. Podpeč	N45° 58' E14° 26'	<i>Abies alba</i> (mešan gozd s <i>Fagus</i> <i>sylvatica</i>)	60-70	Dinarska	<i>Abieti-</i> <i>Fagetum</i>	apnenec	341 m	16.06. -17.10.2008 21.05.-20.11.2009 21.6.-20.10.2010
7. Idrija	N45° 57' E14° 05'	<i>Picea abies</i> (mešan gozd z <i>Fagus</i> <i>sylvatica</i>)	60-70	Dinarska	<i>Abieti-</i> <i>Fagetum</i>	apnenec	650 m	16.06.- 17.10.200822.05.- 22.10.2009
8. Brdo pri Kranju	N46° 17' E14° 20'	<i>Pinus sylvestris</i> (monokultura)	60-65	Predalpska	<i>Hacquetio-</i> <i>Fagetum</i>	Silikati in karbonati, sedimentne kamnine, dolomit, apnenec/ rjava tla	338 m	05.07.- 14.11.200716.07.- 13.08.200801.07.- 23.10.2009 9.6.-27.10.2010

Priloga B

Meritve dolžin tipalk

vrsta	spol	dolžina tipalk	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	29.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	51.40	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	46.38	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	37.88	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	25.87	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	32.68	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	44.59	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	26.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	63.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	47.52	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	51.92	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	46.21	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	34.89	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	47.71	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	35.16	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	27.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	51.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	32.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	52.29	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	52.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	39.54	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	32.86	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	28.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	25.81	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	35.28	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	45.55	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	25.54	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	44.81	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	44.66	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	51.23	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	43.33	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	36.32	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	62.26	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	43.09	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	24.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	28.88	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	31.73	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	32.05	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	22.92	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	29.30	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	26.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	23.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	20.67	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	19.25	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	30.01	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	21.10	mm
Monochamus sartor	samec	31.13	mm
Monochamus sartor	samec	28.36	mm

Monochamus sartor	samica	28.51	mm
Monochamus sutor	samec	26.94	mm
Monochamus sutor	samec	50.39	mm
Monochamus sutor	samica	22.11	mm

Priloga C

Meritve dolžin glav

vrsta	spol	vrednost	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	2.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.03	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.45	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.25	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.22	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.46	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.20	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.44	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.76	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.95	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.23	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	1.98	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.08	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.99	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.08	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.02	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.22	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.50	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	1.77	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.64	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.81	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.31	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.57	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.53	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.30	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.27	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.91	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.46	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.85	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.16	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.08	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.58	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.93	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.83	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.60	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.83	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.62	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.44	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.63	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.89	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.23	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.14	mm

Monochamus galloprovincialis	samica	2.46	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	1.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.34	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.11	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	1.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.07	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.49	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.05	mm
Monochamus sartor	samec	2.26	mm
Monochamus sartor	samec	1.93	mm
Monochamus sartor	samica	2.23	mm
Monochamus sutor	samec	1.96	mm
Monochamus sutor	samec	3.28	mm
Monochamus sutor	samica	2.17	mm

Priloga D

Meritve dolžin ovratnikov

vrsta	spol	vrednost	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	2.66	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.07	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.85	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.22	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.81	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.28	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.38	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.82	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.06	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.53	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.98	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.07	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.68	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.06	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.42	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.47	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.90	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.81	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.29	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.19	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.18	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.38	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.22	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.34	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.19	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.90	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.62	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.88	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.36	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.83	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	2.80	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.64	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.78	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.49	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.73	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.59	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	4.01	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.84	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	4.24	mm

Monochamus galloprovincialis	samica	3.62	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.76	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.42	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.42	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	2.47	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.33	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.21	mm
Monochamus sartor	samec	3.26	mm
Monochamus sartor	samec	2.78	mm
Monochamus sartor	samica	4.03	mm
Monochamus sutor	samec	2.87	mm
Monochamus sutor	samec	3.98	mm
Monochamus sutor	samica	2.96	mm

Priloga E

Meritve širin ovratnikov

vrsta	spol	vrednost	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	3.66	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.77	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.24	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.68	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.87	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.77	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.41	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.08	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.24	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.38	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.49	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.28	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.16	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.73	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.33	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.85	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.03	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.01	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.02	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.94	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.23	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.68	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.22	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.82	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.76	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.93	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.47	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.50	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.55	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.06	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.67	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.27	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.05	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.40	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.83	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.42	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	5.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.37	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.14	mm

Monochamus galloprovincialis	samica	5.62	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	4.30	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	5.31	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	5.53	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.22	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	4.29	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	5.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	5.62	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	4.97	mm
Monochamus sartor	samec	4.47	mm
Monochamus sartor	samec	4.23	mm
Monochamus sartor	samica	5.96	mm
Monochamus sutor	samec	3.84	mm
Monochamus sutor	samec	6.45	mm
Monochamus sutor	samica	4.76	mm

Priloga F

Meritve širin ramen

vrsta	spol	vrednost	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	4.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.50	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.95	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.71	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.50	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.73	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.49	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.17	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.89	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.67	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.06	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.17	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.33	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.24	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.37	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.28	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.85	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.47	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.86	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.16	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.22	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	3.51	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.98	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.41	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.70	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.66	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.73	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	4.17	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.70	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.52	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.16	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.78	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.30	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.30	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	5.37	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.18	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.47	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	7.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	8.34	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	6.15	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	7.47	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	7.31	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	7.09	mm

Monochamus galloprovincialis	samica	6.65	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	4.70	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.50	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.36	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.82	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	3.93	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.09	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	6.70	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	5.91	mm
Monochamus sartor	samec	5.34	mm
Monochamus sartor	samec	4.66	mm
Monochamus sartor	samica	6.40	mm
Monochamus sutor	samec	4.55	mm
Monochamus sutor	samec	6.81	mm
Monochamus sutor	samica	5.13	mm

Priloga G

Meritve dolžin pokrovk na zunanji strani

vrsta	spol	vrednost	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	10.66	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.74	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.78	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.61	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.69	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.88	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.82	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	18.51	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.48	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.41	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.25	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	17.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.74	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	9.74	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.73	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.83	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.94	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.62	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	9.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.41	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	17.61	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.45	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.16	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.19	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.78	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.78	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.80	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.51	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	18.19	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.42	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.89	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.65	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.72	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.60	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	17.51	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	19.75	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.93	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	15.31	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	19.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	18.01	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	18.83	mm

Monochamus galloprovincialis	samica	16.44	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	12.38	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	16.29	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	15.14	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	17.18	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	10.86	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	14.91	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	15.32	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	14.26	mm
Monochamus sartor	samec	12.51	mm
Monochamus sartor	samec	10.85	mm
Monochamus sartor	samica	16.43	mm
Monochamus sutor	samec	10.40	mm
Monochamus sutor	samec	14.70	mm
Monochamus sutor	samica	12.01	mm

Priloga H

Meritve dolžin pokrovk na notranji strani

vrsta	spol	vrednost	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	9.61	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.53	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.12	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.98	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.00	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.92	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.95	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.82	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.82	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.81	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.15	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	9.06	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.37	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.19	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.99	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	9.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.54	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.88	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.29	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	8.27	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.79	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.21	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.14	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.23	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.74	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	11.46	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	9.07	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.38	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.67	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.87	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.75	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	17.01	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.92	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	10.45	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	13.27	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.13	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	18.34	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.83	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	14.10	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	17.47	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	16.54	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	16.79	mm

Monochamus galloprovincialis	samica	15.34	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	11.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	14.96	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	13.91	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	15.55	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	9.93	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	13.64	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	14.14	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	13.11	mm
Monochamus sartor	samec	11.56	mm
Monochamus sartor	samec	9.65	mm
Monochamus sartor	samica	15.47	mm
Monochamus sutor	samec	11.37	mm
Monochamus sutor	samec	16.30	mm
Monochamus sutor	samica	13.40	mm

Priloga I

Meritve dolžin celotnih teles

vrsta	spol	vrednost	enota
Monochamus galloprovincialis	samec	13.82	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	21.44	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	22.50	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	18.56	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.03	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.71	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	19.71	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	17.07	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.08	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	25.21	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	20.26	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	22.02	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	22.64	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	15.09	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	20.39	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	23.23	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.73	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	21.63	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	19.34	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.24	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	23.60	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	12.91	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	22.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	21.67	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	24.92	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	19.04	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	19.74	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	17.94	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	14.15	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	22.70	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	21.35	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	20.43	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.98	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	26.02	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	23.15	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	20.95	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	16.06	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	23.64	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	19.12	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	20.33	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	24.70	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	27.81	mm
Monochamus galloprovincialis	samec	20.39	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	21.27	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	24.71	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	24.13	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	23.90	mm

Monochamus galloprovincialis	samica	22.38	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	16.21	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	21.58	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	19.58	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	22.65	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	14.23	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	20.28	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	21.31	mm
Monochamus galloprovincialis	samica	19.32	mm
Monochamus sartor	samec	17.22	mm
Monochamus sartor	samec	14.69	mm
Monochamus sartor	samica	21.81	mm
Monochamus sutor	samec	15.21	mm
Monochamus sutor	samec	23.28	mm
Monochamus sutor	samica	17.82	mm