

POJAVA I ŠIRENJE VELIKOG ARIŠEVOG POTKORNJAKA (*Ips cembrae*) U HRVATSKOJ I MOGUĆNOSTI MONITORINGA PRIMJENOM FEROMONSKIH KLOPKI

OCCURRENCE AND SPREADING OF THE LARGE LARCH BARK BEETLE (*Ips cembrae*) IN CROATIA AND POSSIBILITIES OF MONITORING BY USING PHEROMONE TRAPS

Krunoslav ARAC¹, Milan PERNEK²

Sažetak

Veliki arišev potkornjak (*Ips cembrae*) sekundarni je štetnik na arišu, koji može ući u gradaciju kada u šumi ima dovoljno pogodnog materijala za naglo povećanje gustoće populacije. Tada u nedostatku stabala slabije vitalnosti potkornjaci poput primarnih štetnika počinju napadati i usmrćivati potpuno zdrava stabla. Glede novog problema s ovim potkornjacima u Hrvatskoj i trendovima uvođenja ekološki prihvatljivih zaštitnih sredstava u upravljanju šumama, cilj rada bio je utvrditi pojavu te moguće širenje velikog ariševog potkornjaka, proučiti i usporediti njegovu bionomiju te dobiti nove spoznaje o mogućnostima primjene feromona u feromonskim klopka. Rezultati prikazuju pojavu, rasprostranjenost i štetnost velikog ariševog potkornjaka na području Uprave šuma Podružnice Koprivnica. Iako se u nekim zapisima u literaturi spominju nalazi u Hrvatskoj, nigdje nije evidentiran konkretan lokalitet, niti se to može zaključiti iz postojećih entomoloških zbirki. Stoga se nalaz *Ips cembrae* na području Uprave šuma Podružnice Koprivnica na europskom arišu (*Larix decidua*) u kolovoza 2008. godine, može smatrati prvim nalazom ove vrste u Hrvatskoj. Od kolovoza 2008. do rujna 2013. godine evidentiran je na području 7 šumarija u 24 odsjeka, u sastojinama starosti 23–58 godina i na nadmorskim visinama od 160–350 metara. Karta rasprostranjenosti prikazuje širenje napada koji godišnje iznosi i do 17 km. U 2011. godini su u svrhu praćenja populacija postavljene naletno barijerne feromonske klopke tipa Theysohn® te feromonski pripravak Cembräwit®. Monitoring se provodio kroz vegetacijske periode od 2011. do 2013. godine te je to ujedno prvi monitoring ove vrste feromonskim klopka u Hrvatskoj. Prva generacija započinje rojenje sredinom travnja. U razdoblju između 2008. i 2012. godine veliki arišev potkornjak imao je jednu generaciju godišnje, dok se u 2013. godini razvila druga generacija tijekom kolovoza i rujna. Štetnost je utvrđivana kroz doznačeni broj stabala i drvenu masu zaraženih stabala po godinama. Ukupno su evidentirana 4.922 zaražena stabala europskog ariša, odnosno 2.121 m³ drvene mase. Najveće količine zaražene drvene mase doznačene su u 2012. i 2013. godini kao posljedica ekstremno sušnih prethodnih godina, karakteriziranih s visokim temperaturama i dugim razdobljem bez oborina tijekom vegetacije, što je pogodovalo jačem napadu *Ips cembrae*. U sljedećim godinama očekuje se daljnje širenje na nove lokalitete u Hrvatskoj.

KLJUČNE RIJEČI: *Ips cembrae*, *Larix decidua*, Theysohn®, Cembräwit®, feromonske klopke, bionomija

¹ Mr. Krunoslav Arač, Hrvatske šume UŠP Koprivnica, I. Meštrovića 28, 48000 Koprivnica, krunoslav.arac@hrsume.hr

² Dr. sc. Milan Pernek, Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, milanp@sumins.hr

Uvod

Introduction

Veliki arišev potkornjak *Ips cembrae* Heer, 1836 (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) slovi kao jedan od najopasnijih štetnika na europskom arišu (*Larix decidua* Mill.) gotovo u cijeloj Europi (Pfeffer 1995). Kao štetna vrsta evidentirana je i na egzotičnom arišu *L. kaempferi* (Lamb.) Carrière te na običnoj smreci (*Picea abies* L. Karst.) (Pfeffer 1989), borovima (*Pinus* spp.) i jeli (*Abies* spp.) (Michalski i Mazur 1999). Gradacije su vezane za povećanje pogodnog materijala nakon suše i proreda (Schimitschek 1930, Redfern i dr. 1987). Stabla kojima je pao vitalitet, luče specifične kairomonske komponente koje privlače jedinke potkornjaka (Byers 1989). Kada se potkornjaci uspiju ubušiti, luče agregacijski feromon koji privlači velik broj jedinki oba spola, te dovodi do masovnog napada potkornjaka. To uglavnom završava odumiranjem stabla i tipičan je obrazac napada potkornjaka na četinjačama (Borden 1977, Pernek i Hrašovec 2003). Kada se u šumi nalazi dovoljno pogodnog materijala za naglo povećanje gustoće populacije, potkornjaci u nedostatku stabala slabijeg vitaliteta počinju napadati i potpuno zdrava stabla (Redfern i dr. 1987). Iako zdrava stabla aktiviraju obrambene mehanizme kao što je aktivno lučenje smole, učestalim napadima mogu se oduprijeti samo do određene granice, nakon toga dolazi do relativno brzog kolapsa obrambenog mehanizma i odumiranja. Kod potkornjaka iz plemena *Ipini* obično su ugrožena stabla određene starosti, međutim kod *Ips cembrae* bilježe se i napadi na vrlo mladim stablima (Grodzki i Kosibowicz 2009). Redfern i dr. (1987) naglašavaju važnost patogene gljive *Ceratocystis laricicola* Redf. asociirane s potkornjacima u mehanizmu savladavanja obrambenog mehanizma stabla. Ista gljiva vrlo se intenzivno razvija nakon što potkornjaci formiraju hodnike, čime dodatno slamaju vitalitet stabla domaćina. Da li su u tom procesu još uključeni drugi organizmi, kao primjerice foretičke grinje (Moser i dr. 2010; Pernek i dr. 2008, 2012) nije za sada istraživano.

Imago *Ips cembrae* dužine je 4–6 mm, cilindrična oblika. Tijelo je smeđe-crno, sjajno. Pokrilje završava s karakteristična 4 zuba. Prezimljuje u fazi imaga, ali i pojedinačno kao ličinka ili kukuljica. *Ips cembrae* se roji tijekom travnja i svibnja (lipnja), a ako se razvije druga generacija, roji se tijekom kolovoza i rujna (OEPP/EPPO 2005). Može imati sestrinsku generaciju. Mužjaci se u svadbenoj komori pare s 2–7 ženki. Materinski hodnici su nepravilni i dužine 8–18 cm. Najčešće susrećemo 3 ili 4 uzdužno usmjerena materinska hodnika. Hodnici od ličinki su gusti, nepravilni i kratki do 4 cm, završavaju proširenjem u kori u kojemu se ličinke zakukulje (OEPP/EPPO 2005). Odrasli primjerci tijekom regeneracijskog hranjenja odlaze na grančice (jedini iz plemena *Ipini*), koje se nakon toga lako prelamaју pod utjecajem vjetra te padaju na tlo. Mlada imaga obavljaju

dopunsko žderanje radi spolnog sazrijevanja na iglicama mladih izbojaka (Postner 1974). Abundanca *Ips cembrae* smatra se ključnom za reprodukciju i populacijsku dinamiku (Zhang i dr. 1992). Što je abundanca potkornjaka veća, to je broj odloženih jaja po ženki manji (Andebrant 1990).

Od država u kojima je prisutan *Ips cembrae* spominju se Austrija, Hrvatska, Češka, Danska, Francuska, Mađarska, Velika Britanija, Italija, Nizozemska, Njemačka, Poljska, Rumunjska, Srbija, Crna Gora, Slovenija, Slovačka, Švedska, Švicarska i Ukrajina te centralni dio Rusije (OEPP/EPPO 2005; Pfeffer 1995). Podatak o prisutnosti u Hrvatskoj nije u potpunosti razriješen, budući da u nijednom literaturnom zapisu nema nedvosmislenih navoda o eventualnom naližištu ove vrste. Zbog toga će se u ovom istraživanju posebno obraditi lokaliteti rasprostranjenosti, te putovi širenja ovog štetnika. Nadalje je zadatak ovog istraživanja bio usporediti neke biološke parametre iz literature, kao što su vrijeme rojenja, broja potkornjaka na 0,1 m² kore i dužina hodnika. Prema Zhang i dr. (1992) gustoća populacije je u izravnoj vezi s brojem jaja i mortalitetom mladih adulta u kori. Tako se povećanjem gustoće populacije broj jaja eksponencijalno smanjuje, dok se mortalitet jaja i mladih adulta eksponencijalno povećava.

Važnu ulogu u komunikaciji potkornjaka imaju feromoni, koji jedinkama služe za pronalazak partnera ili prikladnog mjesta za hranu i reprodukciju (Byers 1989). *Ips cembrae* se u intraspecifičnoj kemijskoj komunikaciji koristi agregacijskim feromonima ipsdienolom, ipsenolom i 3-metil-3-buten-1-olom (Stoakley i dr. 1977). Kemijska komunikacija koristi se u zaštiti šuma primjenom feromona u feromonskim klopnama, kao biotehnička metoda praćenja pojave i brojnosti potkornjaka koja je ekološki prihvatljiva (Niemayer i dr. 1994, Vaupel i Zimmermann 1996, Schmidt i dr. 1999). Također se tom metodom mogu istraživati prirodni neprijatelji kao što su patogeni (Holuša i dr. 2013).

S tim u vezi cilj ovog rada bio je:

1. utvrditi prisutnost te moguće širenje *Ips cembrae* u Hrvatskoj;
2. proučiti i usporediti bionomiju *Ips cembrae* u Hrvatskoj i zemljama Europe;
3. testirati mogućnosti primjene feromona u feromonskim klopnama za lov *Ips cembrae*.

Materijali i metode

Materials and methods

Istraživanja bionomije, rasprostranjenosti i štetnosti obavljena su u razdoblju od kolovoza 2008. godine do rujna 2013. godine na cijelom području Uprave šuma Podružnice (UŠP) Koprivnica, a monitoring feromonskim klopnama od 2011. do 2013. godine na dva lokaliteta:

- a. Lok₁ – šumarija Sokolovac, GJ "Polum – Medenjak" 23d (46,0817°N, 16,3959°E)
- b. Lok₂ – šumarija Sokolovac, GJ "Mesarica-Plavo" 1e (46,0537°N, 16,4552°E)

Rasprostranjenost i bionomija *Ips cembrae* Distribution and bionomy of the *Ips cembrae*

Rasprostranjenost je utvrđivana na cijelom području UŠP Koprivnica, gdje europski ariš tvori kulture ili je pomiješan s drugim vrstama drveća. Prisutnost *Ips cembrae* utvrđivana je skidanjem kore na stojećim odumrlim i živim stablima, te pronalaskom karakterističnih materinskih hodnika, imaga, kukuljica i ličinki. Kartografski prikaz obrađen je u programu Arc GIS (ESRI). Štetnost je utvrđena kroz doznačenu drvenu masu napadnutih stabala prema podacima šumarija (doznačne knjižice).

Bionomija *Ips cembrae* istraživana je na cijelom području UŠP Koprivnica. Na Lok₁ srušeno je 24.5.2009. godine jedno stablo ariša, s kojega je odrezan po jedan trupčić na 2 m (T1) i 21 m (T2) visine za određivanje gustoće populacije. Oba trupčića inkubirana su u laboratoriju Hrvatskog šumarskog instituta u Jastrebarskom u kontroliranim klimatskim uvjetima, temperature 20±2 °C, odnosa dana i noći (L:D) 16:8 i relativne zračne vlage 60 %. Visina (h) trupčića T1 bila je 41cm, a promjer mjereno u sredini (d) 33 cm, što čini površinu kore (P) od 0,425 m². Dimenzije T2 bile su h = 41 cm, d = 17 cm što čini P = 0,219 m². Trupčići su se redovito vlažili vodom uz pomoć ručne prskalice da se ne bi isušili. Po izlasku imaga sakupljana su u petrijeve posudice, stavljene na hlađenje (4 °C). Nakon što potkornjaci više nisu izlazili, trupčići su okorani te su sakupljeni neizašli potkornjaci. Nakon toga, svi sakupljeni potkornjaci determinirani su i prebrojani te je određen prosječan broj potkornjaka po dm² površine kore.

Na napadnutim stojećim stablima na Lok₁ dodatno je 8.11.2013. godine skidana kora sa 5 napadnutih stabala, na kojima su mjerene dužine po 10 nasumično odabranih materinskih hodnika koji su se nalazili na visini između 2 i 4 m.

Na ostalim lokalitetima od 2008–2013. godine utvrđivani su razvojni stadiji kukaca nakon skidanja kore s napadnutih stojećih stabala, koji su slikani pomoću digitalnog fotoaparata Panasonic DMC FZ 30.

Monitoring *Ips cembrae* feromonskim klopama Monitoring of *Ips cembrae* by using pheromone traps

Monitoring feromonskim klopama uspostavljen je za vrijeme vegetacijskog perioda od 2011. do 2013. godine na Lok₁ i Lok₂. U istraživanju je korišten feromonski pripravak Cembräwit® (Witasek, Austria) deklariran kao feromon za

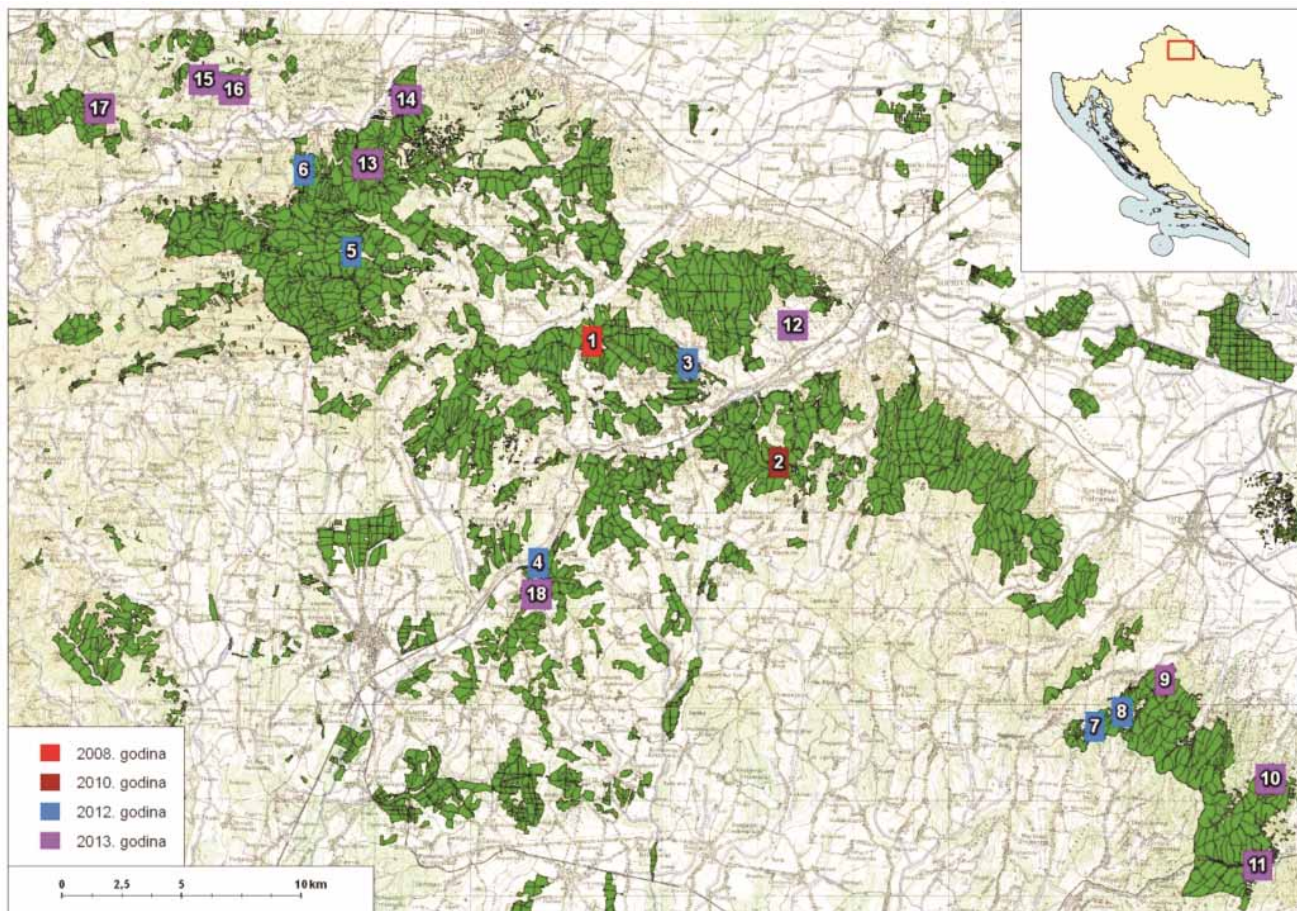
Ips cembrae i standardna suha naletno-barijerna Theysohn® klopka, udaljena uvijek 10 m od ruba šume. Dana 7.4.2011. godine postavljeno je pet feromonskih klopki, četiri na Lok₁ i jedna na Lok₂. Ulovi su sakupljeni tjedno od 14. travnja do kraja kolovoza. Dana 27.4.2012. godine postavljeno je 10 feromonskih klopki, pet na Lok₁ i pet na Lok₂. Ulovi su sakupljeni tjedno od 3. svibnja do kraja kolovoza. Dana 22.4.2013. godine postavljeno je 10 feromonskih klopki, sedam na Lok₁ i tri na Lok₂. Ulovi su sakupljeni tjedno od 29. travnja do kraja kolovoza 2013. godine. Tijekom 2011. godine krajem lipnja zamijenjen je feromon, dok 2012. i 2013. godine feromon nije zamjenjivan. Ulovi su nakon svakog sakupljanja preneseni u plastične posudice sa 70 % etanolom te dalje u laboratorij Hrvatskog šumarskog instituta. Na 100 slučajno odabranih *Ips cembrae* iz ulova, disekcijom i mikroskopskim pregledom spolnih organa određeni su spolovi jedinki.

Rezultati Results

Rasprostranjenost i štetnost *Ips cembrae* – Distribution and Harmfulness of the *Ips cembrae*

Ips cembrae je do rujna 2013. godine nađen na području UŠP Koprivnica u 7 šumarija i 24 odsjeka, u sastojinama starim od 23 do 58 godina te na nadmorskim visinama od 160 do 350 metara u Kalničkom i Topličkom gorju, te Bilogori (Tablica 1.). Prvi nalaz zabilježen je 13.8.2008. godine na području šumarije Sokolovac u GJ "Polum – Medenjak" 23d skidanjem kore na odumrlim stablima i pronalaskom karakterističnih materinskih hodnika, a 13.2.2009. u kori odumrlih stabala pronađena su i prva imaga koja su poslana i determinirana u Hrvatskom šumarskom institutu. Na području UŠP Koprivnica pregledane su sastojine europskog ariša i na napadnutim stablima skidana je kora tijekom sljedećih godina, te je utvrđeno prisutnost imaga, kukuljica i ličinki *Ips cembrae*:

- 2009. godine na području šumarije Sokolovac u GJ "Polum – Medenjak" 23d (1)
- 2010. godine na području šumarije Sokolovac u GJ "Polum – Medenjak" 23d (1) i na novom lokalitetu GJ "Mesarica Plavo" 1e (2) – 9 km istočno od prvog nalaza.
- 2011. godine na istim lokalitetima kao i u 2010. godini
- 2012. godine utvrđena je prisutnost na istim lokalitetima kao i u 2010. i 2011. godini, te na novim lokalitetima:
 - a. prema jugu na području šumarije Križevci u GJ "Jazmak – Kosturač – Buk – Drobna" ("J-K-B-D") 83e (4) – 9,5 km od prvog nalazišta
 - b. prema zapadu na području šumarije Ludbreg u GJ "Kalnik" 51f (5) i 32b (6) – 14,5 km od prvog nalazišta

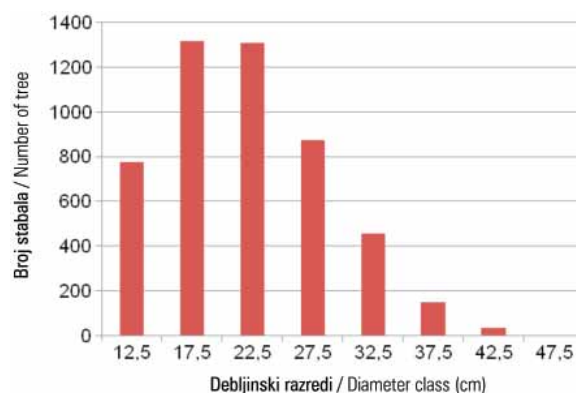


Slika 1. Prisutnost *Ips cembrae* u UŠP Koprivnica od 2008. do 2013. godine
Figure 1. Spreading of *Ips cembrae* in Management office Koprivnica between 2008 and 2013.

- c. prema istoku na području šumarije Sokolovac u GJ "Polum – Medenjak" 35a (3), na području šumarije Đurđevac u GJ "Đurđevačka Bilogora" 16b (7), 19a (8) – kao krajnja istočna točka udaljena 17 km od dosadašnjeg najbližeg nalazišta
- 2013. godine utvrđena je prisutnost na istim lokalitetima kao i u prijašnjim godinama, te na novim lokalitetima:
- a. prema jugu na području šumarije Križevci u GJ "J–K–B–D" 76e, 78c (18) – kao krajnja južna točka udaljena 1 km od dosadašnjeg najbližeg nalazišta
- b. prema zapadu na području šumarije Ludbreg u GJ "Lijepa Gorica" 2c (13) i 11c (14), na području šumarije Varaždin u GJ "Varaždinbreg" 9a (16), 10b (15) i 20c,d (17) – kao krajnja zapadna točka udaljena 9 km od dosadašnjeg najbližeg nalazišta
- c. prema istoku na području šumarije Koprivnica u GJ "Dugačko brdo" 12c,d,e (12), na području šumarije Đurđevac u GJ "Đurđevačka Bilogora" 23b (9), 52a,c (10) i 58a,i (11) – kao krajnja istočna točka udaljena 8,5 km od dosadašnjeg najbližeg nalazišta.

Ista rasprostranjenost prema lokalitetima koji su označeni brojčanim oznakama u zagradi prikazana je na slici 1.

Štetnost je utvrđena kroz doznačeni broj stabala i drvenu masu napadnutih stabala po godinama. U šumariji Sokolovac u GJ "Polum – Medenjak" 23d tijekom 2008. godine zabilježene su prve štete od *Ips cembrae*. Tijekom 2010. godine utvrđene su štete na drugom lokalitetu u GJ "Mesarica Plavo" 1e. Potkornjak je uzrokovao sušenja stabala pojed-



Slika 2. Broj zaraženih stabla ariša od *Ips cembrae* po debljinskim razredima od 2008. do 2013. godine
Figure 2 Number of infected larch trees by *Ips cembrae* according to diameter class between 2008 and 2013

načno i u manjim grupama. U razdoblju od 2008. do 2011. godine na ta dva lokaliteta izlučeno je 191 napadnuto stablo, odnosno 139 m³ drvene mase. U 2012. godini dolazi do šteta u novih 6 odsjeka i izlučivanja 1.067 napadnutih stabala, odnosno 354 m³ drvene mase. Najveća zaraza zabilježena je tijekom 2013. godine kada dolazi do šteta u novih 16 odsjeka i izlučivanja 3.664 napadnutih stabala, odnosno 1.628 m³ drvene mase. Ukupno je izlučeno 4.922 stabala, odnosno 2.121 m³ drvene mase. Najviše napadnutih stabala tijekom razdoblja od 2008. do 2013. godine nalazi se u debljinskim stupnjevima 17,5 i 22,5 cm (Slika 2.). Do 2013. godine napadnuta su bila pojedinačna stabala i male grupe, da bi tijekom 2013. godine došlo do napada na većim grupama stabala, koje je zbog veličine napadnute površine potrebno sanirati.

Bionomija *Ips cembrae* – Bionomy of *Ips cembrae*

Rojenja *Ips cembrae* zabilježena su krajem travnja i početkom svibnja, a tijekom 2013. godine razvila se druga generacija koja se rojila krajem kolovoza i početkom rujna. Mužjaci su se u bračnoj komorici parili s 2–4 (najčešće 3) ženke, pa su i materinski hodnici na stojećim stablima najčešće trokraki (jedan hodnik usmjeren na gore, a dva na dolje), te četverokraki (dva hodnika usmjerena prema gore, a dva prema dolje (Slika 3.)) i dvokraki (po jedan hodnik usmjeren prema gore i dolje). Za jačeg napada hodnici su ne-



Slika 3. Četverokraki hodnički sustav
Figure 3 Fourarmed galleries system

Tablica 1. Podaci o lokalitetima na kojima je istraživana *Ips cembrae*

Table 1 Data of research sites of *Ips cembrae*

R.br. No.	Šumarija Forest office	Gospodarska jedinica Management unit	Odsjek Subcom- partment	Starost Age (god./year)	Nadmorska visina Altitude (m)	Drvni volumen napadnutih stabala po godinama Wood volume of infected trees per year					
						2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
1	Sokolovac	Polum – Medenjak	23 d	49	280–285	81	32			39	101
2	Sokolovac	Mesarica – Plavo	1e	46	280–285			17	9		20
3	Sokolovac	Polum – Medenjak	35a	48	190–225					12	17
4	Križevci	J–K–B–D	83e	38	205–215					15	18
5	Ludbreg	Kalnik	51f	52	300–350					9	22
6	Ludbreg	Kalnik	32b	35	240–330					171	83
7	Đurđevac	Đurđevačka Bilogora	16b	41	215–265					26	44
8	Đurđevac	Đurđevačka Bilogora	19a	35	200–250					82	57
9	Đurđevac	Đurđevačka Bilogora	23b	39	160–250						43
10	Đurđevac	Đurđevačka Bilogora	52a,c	39, 24	180–265						299
11	Đurđevac	Đurđevačka Bilogora	58a, i	39, 23	170–220						88
12	Koprivnica	Dugačko brdo	12c,d,e	36,41,50	160–185						348
13	Ludbreg	Lijepa gorica	2c	41	170–275						182
14	Ludbreg	Lijepa gorica	11c	34	170–230						25
15	Varaždin	Varaždin breg	9a	37	190–230						18
16	Varaždin	Varaždin breg	10b	43	200–260						38
17	Varaždin	Varaždin breg	20c,d	35	214–283						21
18	Križevci	J–K–B–D	76e,78c	54, 58	160–215						204



Slika 4. Hodnički sustav *Ips cembrae* dužine do 20 cm
Figure 4. Tunnel system of *Ips cembrae* up to 20 cm long

pravilni, međusobno isprepleteni. Dužine materinskih hodnika iznosile su 10–20 cm (Tablica 2., Slika 4.), a u prosjeku je to $14,6 \pm 2,8$ cm. Hodnici od ličinki su gusti, nepravilni i kratki dužine oko 4 cm, završavaju proširenjem u kori u



Slika 5. Kukuljice *Ips cembrae*
Figure 5. Pupae of *Ips cembrae*

kojemu se ličinke zakukulje (Slika 5). Svi hodnici jasno se vide u kori, dok su bjeljici vidljivi materinski hodnici i bračna komorica.

Na inkubiranim trupčićima utvrđeno je prosječno 7,2 potkornjaka po dm^2 na T1, te 8,3 potkornjaka po dm^2 na T2 (Slika 5.). Omjer spolova na odabranom uzorku potkornjaka iznosio je 1:1 ($n_{\text{♀}} = 52$; $n_{\text{♂}} = 48$). Jedinke *Ips cembrae* su odmah nakon inkubacije počele masovno izlaziti i to je trajalo sve do kraja kolovoza, odnosno 3 mjeseca. Prva kulminacija zabilježena je na oba trupčića odmah na početku, a druga se razlikovala ovisno o trupčiću. Tako je kulminacija na T1 bila od četiri do šest tjedna inkubacije, dok su na T2 potkornjaci najviše izlazili od tri do pet tjedna (Slika 6.). Iz trupčića je ukupno izašlo 476 potkornjaka *Ips cembrae* (T1 = 302; T2 = 174).

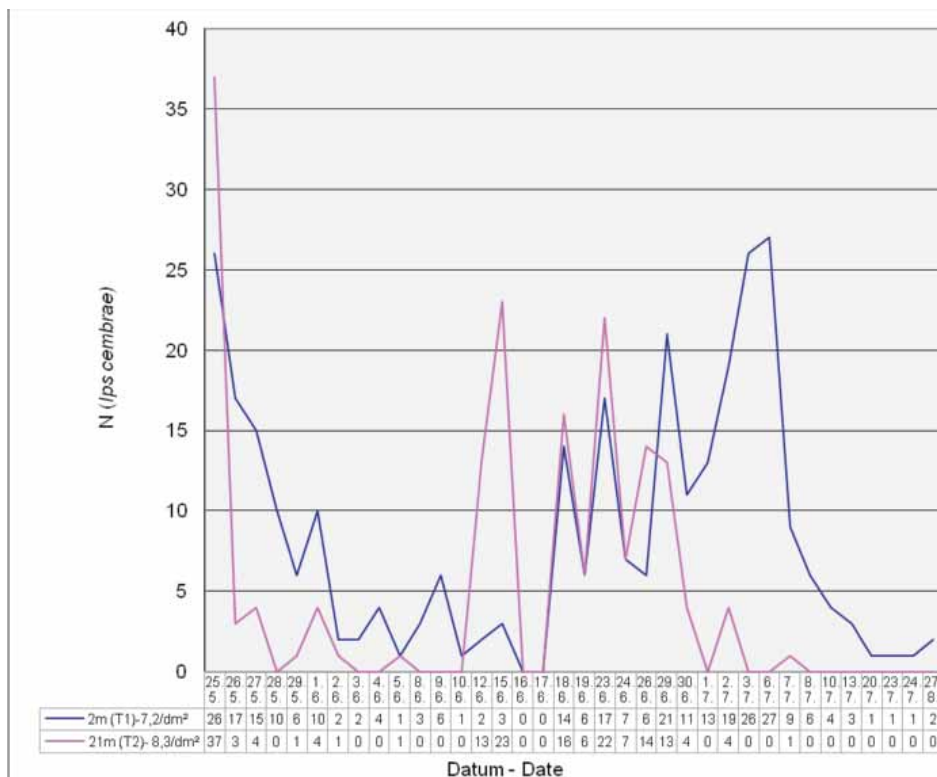
Tablica 2. Izmjera dužina hodničkog sustava *Ips cembrae*

Table 2 Measurement of the length of parental tunnel system of *Ips cembrae*

Red. Broj No	Dužina materinskih hodnika u cm Length of the parental tunnel in cm				
	Stablo 1	Stablo 2	Stablo 3	Stablo 4	Stablo 5
	Tree 1	Tree 2	Tree 3	Tree 4	Tree 5
1.	11	11	16	12	18
2.	17	16	12	12	18
3.	17	16	11	17	12
4.	18	17	17	18	11
5.	15	17	16	12	16
6.	18	10	12	17	16
7.	11	20	15	12	17
8.	11	13	16	17	16
9.	15	10	17	12	12
10.	12	16	12	17	11

Monitoring feromonskim klopka – Monitoring by using pheromone traps

U 75 pojedinačnih ulova tijekom 2011. godine ručno je prebrojano 2.979 jedinki *Ips cembrae* te 84 jedinki *Ips sexdentatus* Boerner. U 2012. godini je u 100 pojedinačnih ulova ukupno ulovljeno 2.445 jedinki *Ips cembrae* i 81 jedinke *I. sexdentatus*. Nadalje je u 2013. godini u 120 pojedinačnih ulova ukupno ulovljeno 3.673 jedinki *Ips cembrae* i 38 jedinki



Slika 6. Distribucija izlazaka jedinki *Ips cembrae* iz inkubiranih trupčica ariša (T1-2m; T2-21m) 2009. godine
Figure 6 Distribution of exit of *Ips cembrae* specimens out of incubated larch wood logs (T1-2m; T2-21m) in 2009

I. sexdentatus. Rezultati pokazuju da je većina ulova podjednako raspoređena od travnja do lipnja. Omjer relativnih ulova po klopi iznosio je po mjesecima travanj: svibanj: lipanj = 31,6 : 33,9 : 29,4 % (Slika 7.). U klopi su se ulovile i sljedeće vrste koje nisu brojane: *Thanasimus formicarius* L. (Coleoptera, Cleridae), te *Rhagium inquisitor* L., *R. scyphanta* Schrank i *Clytus arietis* L. (Coleoptera, Cerambycidae).

Rasprava i zaključci

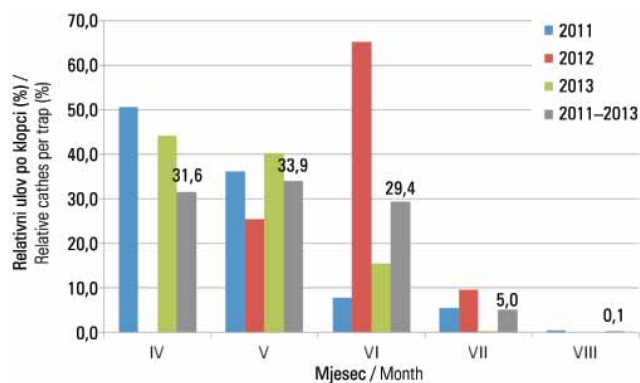
Discussion and Conclusion

Europski ariš od prirode dolazi u Alpama, Sudetima, Tatrama, Karpatima i nizinskom dijelu južne Poljske, a u Hrvatskoj se nalazi izvan područja prirodnog areala i raste u monokulturama na površini od 2.300 ha, te u mješovitim kulturama četinjača i u manjem postotnom omjeru kao primjesa u šumama listača. Ukupna drvena zaliha europskog ariša u Hrvatskoj iznosi 511.275 m³, a na području UŠP Koprivnica ona je 137.966 m³ ili 27 % (Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2006).

Ips cembrae kao prateća vrsta ariša do sada u Hrvatskoj nije dokumentiran, a u jednim od prvih zapisa za područje Hrvatske kao štetnik ariša spominje se tek mali arišev potkornjak, *Orthotomicus laricis* Fabricius (Langhoffer 1921). *Ips cembrae* prvi put spominje Kovačević (1956), ali bez navođenja lokaliteta, tako da nije sigurno da li je ta vrsta nađena na području Hrvatske. Nakon toga se o ovoj vrsti daje tek kratka informacija o biologiji bez navođenja konkretnog nalaza (Vajda 1974). Pregledom zbirke na Šumarskom fa-

kultetu Sveučilišta u Zagrebu i Prirodoslovnog muzeju u Zagrebu jedinke *Ips cembrae* također nemaju naveden lokalitet nalaza u Hrvatskoj. Iz svega toga može se donijeti zaključak kako je nalaz *Ips cembrae* zabilježen u UŠP Koprivnica na području šumarije Sokolovac u GJ "Polum – Medenjak" 23d dana 13.8.2008. godine prvi nalaz ovog štetnika u Hrvatskoj. To nužno ne znači da *Ips cembrae* prije nije postojao u Hrvatskoj, već samo da nije evidentiran i nemoguće je to dokazati.

Ukupna rasprostranjenost od 2008. do 2013. godine u odnosu na lokaciju prvog nalaza iznosi prema zapadu 23,5 km, prema jugu 10 km i prema istoku 34,5 km. Prema Nilssenu (1978) odrasli potkornjaci prelete kraće udaljenosti, ali uz pomoć vjetrova mogu preletjeti udaljenost i od 35 km. U ovom istraživanju najveće godišnje prostorno širenje iznosilo je 17 km, a najveće širenje zabilježeno je tijekom 2012. i 2013. godine. U sljedećim godinama treba očekivati daljnje širenje u Hrvatskoj. Veća rasprostranjenost utjecala je na povećanje broja napadnutih stabala i drvene mase u 2012. i 2013. godini zbog izuzetno sušne 2011. i 2012. godine koje su bile izrazito nepovoljne za stabla koja su fiziološki oslabjela i kao takva bila pogodna za napad i razvoj potkornjaka. Doznačeno srednje kubno stablo u razdoblju od 2008. do 2011. godine iznosilo je 0,64–0,74 m³, a 2012. godine – 0,33 m³ i 2013. godine – 0,44 m³, što potvrđuje da su uslijed sušnog razdoblja fiziološki oslabjela i mlađa stabla manjih dimenzija koje u prijašnjim godinama nisu znatno bila napadnuta. Prema podacima Izvještajno pro-



Slika 7. Relativni ulov *Ips cembrae* u feromonskoj klopci po mjesecima od 2011. do 2013. godine

Figure 7 Relative catches of *Ips cembrae* in per pheromone trap between 2011 and 2013

gnoznih poslova u šumarstvu, štete od ove vrste do 2013. godine zabilježene su samo na području UŠP Koprivnica.

Kroz razdoblje 2008. do 2013. godine pratila se bionomija *Ips cembrae*. Utvrđeno je da se vrijeme rojenja prve generacije, koje počinje u drugoj polovici travnja, razlikuje od dosadašnjih spoznaja o vremenu rojenja u Europi, koje je prema OEPP/EPPO (2005) tijekom svibnja, Krehan (2004) navodi kraj travnja, te za drugu generaciju razdoblje od polovice srpnja do polovice kolovoza, a Jankowiak i dr. (2007) rojenje opisuje u svibnju, te tijekom srpnja i kolovoza. U 2013. godini krajem kolovoza i u rujnu na području istraživanja utvrđeno je rojenje druge generacije. Holuša i dr. (2013) postavljanjem feromonskih klopki u Češkoj potvrđuju da postoje dvije generacije godišnje te da se rojenje u proljeće odvija u svibnju, rjeđe krajem travnja, a druge generacije od polovice srpnja.

Prema Zhang i dr. (1992) postoji pozitivna korelacija dužine hodnika, koja iznosi kod niske gustoće populacije *Ips cembrae* oko 12 cm, te pada što je gustoća veća do 2 cm. Sukladno tomu, broj jaja kod male gustoće populacije je iznad 50, dok kod visoke tek 3. U našem istraživanju utvrdili smo gustoću populacije na trupčicama (T1, T2) iz 2009. godine od 7,2 i 8,3 potkornjaka po dm² (Slika 6.), što je optimalan broj za maksimalnu produkciju potomaka (Zhang i dr. 1992). Istraživanja (Beryman 1974, Light i dr. 1983, Anderbrant 1990, Zhang i dr. 1992) pokazuju s tim u vezi da se i povećanjem gustoće populacije *Ips cembrae* broj jaja eksponencijalno smanjuje, dok se mortalitet jaja i mladih adulta eksponencijalno povećava.

Broj jaja koja položi jedna ženka iznosi prema Yu et al. (1984) 59, a prema Zhang i dr. (1992) 61. U provedenom istraživanju prosječna dužina materinskih hodnika je 14,6 cm, a najduži hodnici su bili 20 cm, što se poklapa s podatkom da su hodnici najčešće dugi 13–17 cm i rijetko su duži od 25 cm.

Po prvi puta u Hrvatskoj proveden je monitoring *Ips cembrae* pomoću feromona u feromonskim klopkama. Skupljeni ulovi tijekom travnja, svibnja i lipnja čine 94,9 % ukupnog ulova. Gledajući ulove po mjesecima i godinama, najveća razlika po broju ulovljenih jedinki po godinama je u mjesecu travnju. Razlog je kašnjenje u postavljanju feromonskog pripravka, pa tako u 2011. godini u travnju postoje 3 ulova, 2012. godine niti jedan, a 2013. godine samo jedan. Sudeći prema praćenju razvojnih stadija na napadnutim stablima i početnim ulovima u klopkama, preporuča se feromonske pripravke postaviti početkom travnja. Ulav borovog potkornjaka *I. sexdentatus* uz pomoć feromona za *Ips cembrae* bio je iznenađenje. Najbliža stabla američkog borovca udaljena su 3 km, a crnog bora 5,5 km. Razlog tog relativno visokog broja ulova može biti komponenta u feromonu Cembräwit® koji sadrže i kairomonske komponente na koje su reagirali ti potkornjaci. Drugi razlog bi mogao biti da se taj borov potkornjak nalazi i na arišu, što međutim nije potvrđeno na kori stabla, ali je to dosada iznimno rijetko zabilježeno, ali moguće (Schwerdfeger 1981). Istraživanjem europskih populacija *Ips cembrae* (Stauffer i dr. 2001) utvrđeno je postojanje 3 haplotipa. U istom istraživanju u srednjoj Europi nađena su dva haplotipa, dok je treći nađen na krajnjem sjeveru (Danska, Škotska), gdje je ariš unesena vrsta. U Hrvatskoj bi molekularna istraživanja u budućnosti trebala rasvijetliti filogeniju, porijeklo populacija i adaptibilnost *Ips cembrae*.

Zahvala Acknowledgment

Ovaj pokus financirale su "Hrvatske šume" d.o.o. kroz projekt "Mogućnost primjene biotehničkih i bioloških metoda u suzbijanju štetnih kukaca u šumarstvu".

Zahvaljujemo Blaženki Ercegovac iz Hrvatskog šumarskog instituta na tehničkoj pomoći i djelatnicima "Hrvatskih šuma" d.o.o. Zagreb, UŠP Koprivnica, posebice upravitelju šumarije Sokolovac Damiru Šešoku, revirnicima Deanu Pisačiću i Krunoslavu Pavloviću, te Tomislavu Mađeriću iz Odjela za uređivanje.

Literatura References

- Anderbrant, O., 1990: Gallery construction and oviposition of the bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at different breeding densities. *Ecological Entomology* 15, 1–8.
- Anderbrant, O., Slshlyter, F., Birgerrson, G., 1985: Interspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos* 45, 69–98.
- Borden J.H. 1977: Behavioral response of Coleoptera to pheromones, allomones and Kairomones. U: H.H. Shorey i J.J. McKelvey (Ur.): *Chemical Control of Insect Behavior*. New York: John Wiley and Sons, 169–198.

- Byers, J.A., 1989: Chemical ecology of bark beetles. *Experientia* 45, 271–283.
- Grodzki, W., M. Kosibowicz, 2009: Materiały do poznania biologii kornika modrzewiowca *Ips cembrae* (Heer) (Col., Curculionidae, Scolytinae) w warunkach południowej Polski. *Sylwan*, 153: 587–593.
- Holuša, J., Kula, E., Wewiora, F., Lukášová, K., 2014: Flight activity, within the trap tree abundance and overwintering of the larch bark beetle (*Ips cembrae*) in *Czech Republic*. *Šumarski list* 1–2: 19–27
- Holuša, J., Lukášová, K., Wegensteiner, R., Grodzki, W., Pernek, M., Weiser, J. 2013: Pathogens of the bark beetle *Ips cembrae*: microsporidia and gregarines also known from other Ips species. *Journal of Applied Entomology* 137 (3): 181–187.
- Jankowiak, R., R. Rossa, K. Mišta, 2007: Survey of fungal species vectored by *Ips cembrae* to
- European larch trees in Raciborskie forests (Poland). *Czech Mycol.*, 59: 227–239.
- Kovačević, Ž. 1956: Primijenjena entomologija: Šumski štetnici. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb, pp. 535.
- Krehan, H., 2004: Data sheet: *Ips cembrae* (Groser Larchenborkenkäfer). *Forstsch. Aktuell*, 32: 9.
- Langhoffer, A. 1921: Potkornjaci (Scolitydae). *Šumarski list* 1–3: 21–47.
- Light, D.M., Birch, M.C., Paine, T.D. 1983: Laboratory study of intraspecific and interspecific competition within and between two sympatric bark beetle species. *Ips pini* and *Ips paraconfusus*. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 96: 233–241.
- Moser J.C., Konrad H., Blomquist S.R., Kirisits T., 2010: Do mites phoretic on elm bark beetles contribute to the transmission of Dutch elm disease? *Naturwissenschaften* 97: 219–227
- Nilssen, A.C., 1978: Development of a bark fauna in plantation of spruce (*Picea abies* (L.) Karst. in North Norway. *Astarte* 11: 151–169
- Niemeyer H., Watzek G., J. Ackermann J., 1994: Verminderung von Stehendbefall durch Borkenkäferfallen. *Allgemeine Forstzeitschrift* 4: 190–192.
- OEPP/EPPO, 2005: Data sheets on quarantine pests – *Ips cembrae* and *Ips subelongatus*. *EPPO Bulletin* 35 (3): 445–429.
- Pernek, M., Hrašovec, B. 2003: Istraživanje selektivnosti feromonskih pripravaka i Theysohn klopi namijenjenih ulovu smrekinih potkornjaka. *Radovi* 38(1): 5–21
- Pernek, M., Hrašovec, B., Matošević, D., Pilaš, I., Kirisits, T., Moser, J.C. 2008: Phoretic mites of three bark beetles (*Pityokteines spp.*) on *Silver fir*. *J. Pest. Sci.* 81: 35–42
- Pernek, M., Wirth, S., Blomquist, S.R., Avtzis, D.N., Moser, J.C., 2012: New associations of phoretic mites on *Pityokteines curvidens* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae). *Central European journal of biology* 7 (1): 63–68
- Pfeffer, A., 1989: Kůrovcovití Scolytidae a jádrohlodovití Platypodidae. *Academia*, 138, Praha.
- Pfeffer, A., 1995: Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae). *Pro Entomologia*, 310, Basel.
- Postner, M., 1974: *Ips cembrae*. U: Schwenke, W. (ur), *Die Forstschädlinge Europas*. II. Band. Käfer. Paul Parey, 458–459, Hamburg.
- Redfern, D.B., Stoackley, J.T., Steel, H., Minter, D.W. 1987: Diaback and death of larch caused by *Ceratocystis laricicola* sp. nov. following attack by *Ips cembrae*. *Plant Pathology* 36: 467–480
- Schimitschek, A. 1930: Der achtzählige Lärhenborkenkäfer *Ips cembrae* Heer. Zur Kenntnis seiner Biologie und Ökologie sowie seines Lebensvereines. *J. Appl. Entomol.* 27: 253–344
- Schmidt G.H., Schmidt L., Mucha H., 1999: Fängigkeit von differenziert bestückten Borkenkäferferomonfallen in einem niedersächsischen Forstgebiet bei Hannover während der Jahre 1992 und 1993. *Anz. Schädlingkunde/J. Pest Science* 72: 137–152.
- Stauffer, C., Kirisits, T., Nussbaumer, C., Pavlin, R., Wingfield, M.J., 2001: Phylogenetic relationships between the European and Asian eight spined larch bark beetle population (Coleoptera, Scolytidae) inferred from DNA sequences and fungal associates. *Eur. J. Entomol.* 98: 99–105.
- Stoakely J.T., Bakke A., Renwick J.A.A., Vité J.P., 1977: The aggregation pheromone system on the larch bark beetle, *Ips cembrae*. *Research Information Note*, 5. Forestry Commission, London.
- Schwerdtfeger, F. 1981: *Die Waldkrankheiten*. Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. 4., neubearbeitete Auflage. Parey, Hamburg und Berlin.
- Vajda, Z. 1974: *Nauka o zaštiti šuma*. Školska knjiga, Zagreb, pp. 482.
- Vaupel O., Zimmermann G., 1996: Orientierende Versuche zur Kombination von Pheromonfallen mit dem insektenpathogenen Pilz *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. gegen die Borkenkäferart *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). *Anz. Schädlingkde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 69, 175–179.
- Yu, C.M., Guo, S.P., Cheng, D.J. 1984: Study on the large larch bark beetle. *Journal of Northeast Forestry Institute* 12(2): 27–39.
- Zhang, Q.H., Liu, Z.F., Chu, D., 1989: Spatial distribution pattern of male larch beetle, *Ips subelongatus*, and attacking mechanism of colonisation. *Journal of Northeast Forestry University* 17(6), 51–57. (na kineskom).
- Zhang, Q.H., Byers J.A., Schlyter F., 1992: Optimal attack density in the larch bark beetle, *Ips cembrae* (Coleoptera: Scolytidae). *J. Appl. Ecology* 29, 672–678.
- *****2006: Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske 2006–2015, Hrvatske šume d.o.o. Zagreb, Služba za uređivanje šuma. Zagreb

Summary:

The large larch bark beetle (*Ips cembrae*) is a secondary pest species which tends to build outbreaks in certain condition particular after drought stress or thinning. If enough suitable material is available in the forest, population density starts to grow and in lack of weakened trees the bark beetles attack healthy trees. In such circumstances this beetles are considered as primary pests. Regarding new problems with this bark beetle species in Croatia and trends of environmentally friendly forest protection measures, it is essential to determine the occurrence and possibilities of population spreading of the large larch bark beetle and gain new knowledge about possibilities for using pheromone traps against this pest.

The results are showing occurrence, distribution and damage of large larch bark beetle in Croatia. Although large larch bark beetle has been mentioned in several publications as present in Croatia, there is no provable evidence of this because no locality has ever been given neither in publications nor entomological collections. Therefore the record of large larch bark beetle in Koprivnica on European larch (*Larix decidua*) in October 2008, could be considered as the first record of this pest species in Croatia. The large larch bark beetle was recorded from 2008 till 2013 at 24 forest sections in 7 Forest districts, in 23–58 old stands at elevation of 160–350 a.s.l. The distribution map shows the infection spreading which amounts up to 17km yearly. For monitoring purpose pheromone traps (Theysohn®) baited with Cembräwit® were installed in 2011. The monitoring was observed through the vegetation period from 2011 till 2013 which is the first pheromone trap monitoring of this species in Croatia. It was found that the first generation is swarming in middle April. Further only one generation was recorded till 2012 and just in 2013 a second generation occurred in August and September. The damage of this pest was assessed by number of marked trees and timber volume of felled trees. In total 4.922 larch trees were infected which is 2.121m³ timber volume. The majority of timber volume was marked for felling in 2012 and 2013 probably influenced by drought combined with high temperature and very long periods without precipitation. In such conditions larch trees were highly stressed and physiologically weakened. This was the trigger for bark beetle attack. In the coming years a further spreading to new locations in Croatia is expected.

KEY WORDS: *Ips cembrae*, *Larix decidua*, Theysohn®, Cembräwit®, pheromone trap, bionomy