

ULOGA JELOVIH KRIVOZUBIH POTKORNJAKA U SUŠENJU JELE I MOGUĆNOSTI PRIMJENE FEROMONSKIH KLOPKI ZA NJIHOV MONITORING

THE ROLE OF BARK BEETLES IN SILVER FIR DECLINE AND POSSIBLE USE OF PHEROMONE TRAPS FOR THE MONITORING

Milan PERNEK, Nikola LACKOVIĆ*

SAŽETAK: Obična jela je najvažnija četinjača hrvatskog šumarstva, ali i najugroženija vrsta čije se sušenje odvija periodički. Novija jača sušenja jele događaju se od 2003. godine, posebice u Lici i Gorskom kotaru. Registriran je velik broj sušaca i jak napad jelovih potkornjaka. Gradacija potkornjaka uglavnom je vezana uz tri vrste roda *Pityokteines* koji dolaze u Hrvatskoj: *P. curvidens*, *P. spinidens* i *P. vorontzowi*. Cilj rada bio je utvrditi koliki utjecaj na sušenje jele imaju potkornjaci roda *Pityokteines*. U tu svrhu su na Litoriču u Gorskom kotaru postavljene feromonske klopke za monitoring, koji se provodio kroz vegetacijske periode od 2004. do 2010. godine. Uz monitoring u 2007. godini ispitivana je djelotvornost nekoliko sustava klopki: standardne/suhe i modificirane/mokre. Za potrebe istraživanja korišten je feromonski pripravak *Curviwit®* koji služi za primamljivanje jedinki jelovog krivouzubog potkornjaka *P. curvidens*.

Kroz sedam godina monitoringa jelovih potkornjaka, jasno je utvrđena njihova povezanost sa količinom sušaca, pri čemu su najveći ulovi u koprakama utvrđeni između 2005. i 2007. godine. Tih je godina u šumama posječeno najviše sušaca jele. Većina ulova (94 %) kroz sve godine monitoringa bila je u travnju i svibnju, te se zaključuje kako je klopke smisleno koristiti samo u tim mjesecima.

Testirane su modificirane *Thysohn* klopke kod kojih se tehničkom preinakom onemogućila odvodnja tekućine iz posudice za ulov kukaca. Usporedbom ulova potkornjaka sa standardnom *Thysohn®* klopkom, modificirane su znatno više lovile.

Na osnovi izračuna gustoće populacije potkornjaka *P. spinidens* i *P. curvidens* na uzorkovanoj kori, simuliran je biološki potencijal tih kukaca uz primjenu stope mortaliteta od 70 %, kao maksimalni mortalitet utvrđen u prethodnim istraživanjima. Na temelju toga pretpostavlja se da potkornjacima naseljeno devedesetogodišnje stablo jele izravno ugrožava 50-60 stabala u idućoj godini. Kako je biotički potencijal ovih vrsta potkornjaka izrazito visok, smisleno je u svrhu redukcije populacije uspostaviti monitoring sustav feromonskim klopakama, a na temelju dobivenih rezultata provoditi preventivne- sanitarne mjere zaštite šuma.

Ključne riječi: *Pityokteines spinidens*, *P. curvidens*, *P. vorontzowi*, *Abies alba*, feromonske klopke

* Dr. sc. Milan Pernek (milanp@sumins.hr)
Nikola Lacković, dipl. ing. šum. (nikolal@sumins.hr)
Hrvatski šumarski institut, Cvjetno naselje 41, Jastrebarsko

UVOD – Introduction

Obična jela (*Abies alba* Mill.) jedna je od najvažnijih vrsta četinjača za hrvatsko šumarstvo. Prema novijim istraživanjima spada u najugroženiju vrstu drveća (Seletković i Potočić 2004, Ugarković *et al.* 2011) sa periodički jačim sušenjima. Jači napadi potkornjaka na jeli događaju se nakon sušnih godina i na lošijim staništima. Ekonomske su štete u takvim slučajevima neminovne. Godine 1929. u Lici je zbog potkornjaka posječeno tisuće stabala jele, koja su morala biti prodana za nisku cijenu (Batić 1930).

U 50-tim godinama prošloga stoljeća u Gorskom kotaru i Macelju zabilježeni su jaki napadi jelovih potkornjaka, koje Spaić (1955) smatra najvažnijim biotičkim čimbenikom u procesu sušenja jele. Prema Androiću (1986) pojačano sušenje jele ima nekoliko razloga: suša, način gospodarenja, otvaranje šuma radi prometnica, kanala, prosjeka, niz nepovoljnih biotičkih čimbenika. Pojačana sušenja jelovih sastojina u Europi počinju se bilježiti i u drugoj polovici prošloga stoljeća (Harapin 2001).

Harapin (2001) ističe značenje ugroženosti jele koja je na silaznoj liniji u filogenetskom razvoju, a sušenju jele daje epidemijski karakter. Nadalje, autor ističe kako se u Gorskom kotaru etat može podmiriti sanitarnom sječom, što govori o općem zdravstvenom stanju jelovih šuma.

Prema istraživanju Prpić i sur. (2001) sušenje jelovih šuma ima vrlo kompleksne, međusobno isprepletene uzroke. Od 2003. godine registrirana su nova jača sušenja, posebice u Lici i Gorskom kotaru (Diminić *et al.* 2011). Slična pojava zbiva se u Bosni i Hercegovini i Sloveniji (Jakša 2005; Ušćuplić 2005). Prema podacima Službe za izvještajno prognozne poslove u šumarstvu (IPP, Hrvatski šumarski institut) od 2003. do 2008. godine u Hrvatskoj je posječena znatna količina sušaca jele, pri čemu je gotovo uvijek zabilježen jak napad jelovih potkornjaka (Pernek 2005; 2007; Pernek i sur. 2006). Prenamnoženje potkornjaka obično slijedi nakon jakog stresa, kao što je primjerice suša. U takvim uvjetima u šumi se nalazi veći broj fiziološko oslabljenih stabala na kojima će se potkornjaci prvo razviti. Kako je ponuda

hrane veća nego uobičajeno potkornjaci eksponencijalno povećavaju populaciju. Kada u konačnici razviju gradaciju počinju napadati zdrava stabla. Pojava sušenja jele otvorila je niz pitanja vezano uz uzroke, posebice koliko je značenje jelovih krivozubih potkornjaka.

Krivozubim jelovim potkornjacima smatraju se vrste iz roda *Pityokteines* (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) poznate kao štetnici jele u palearktičkoj regiji (Pfeffer 1995). Dolaze, iako rjeđe, i na nekim drugim četinjačama kao što su smreka, ariš ili bor. U Hrvatskoj su poznate tri vrste ovog roda: *P. curvidens* Germar, *P. spinidens* Reitter i *P. vorontzowi* Jakobson (Pernek i sur. 2008a; Pfeffer 1995).

U kontekstu kompleksnosti uzroka sušenja jele u Hrvatskoj, istraživana je biologija jelovih potkornjaka (Pernek 2005), novi morfološki i molekularni markeri (Pernek i sur. 2008b), te mogućnost primjene feromona u praćenju populacije (Pernek i sur. 2006). Istraživana je i prisutnost gljiva plavila u hodnicima potkornjaka (Kirisits i sur. 2009) te uloga potkornjaka i foretičkih grinja kao vektora patogena (Pernek *et al.* 2008c). Također su istraživani prirodni neprijatelji, posebice patogeni (Pernek 2007; Pernek i sur. 2009) te populacijska dinamika jelovih potkornjaka (Podlaski i Borowski, 2009).

Prvi pokus ispitivanja feromonskih klopki za jelove potkornjake roda *Pityokteines* u Hrvatskoj postavljen je u 2004. godini kao dvogodišnji pokus. Rezultati tog istraživanja objavljeni su u radu Pernek i sur. (2006) i korišteni su za nastavak istraživanja koje se provodilo od 2006. do 2010. godine. Rezultati tih istraživanja donose se u ovome radu. Iako se cilj ovoga istraživanja razlikuje od prethodnog, neki podaci iz 2004. i 2005. godine objedinjeni su radi objašnjavanja populacijske dinamike potkornjaka *P. curvidens*.

Cilj ovoga rada je utvrditi koliki su utjecaj na sušenje jele na području Litorića imali potkornjaci roda *Pityokteines*, odnosno koliko populacija potkornjaka oscilira ovisno o pojavi sušaca u šumama.

MATERIJALI I METODE RADA –

Materials and methods

Za istraživanje oscilacije populacije potkornjaka korištene su feromonske klopke i inkubacija zaražene kore u laboratoriju. Feromonske klopke postavljene su na Litoriću (UŠP Delnice, Šumarija Vrbovsko) u 2004. i 2005. godine na na tri stajališta na način opisano u Pernek i sur. (2006).

Pokus je nastavljen 2006. godine na dvjema stajalištima postavljenjem 10 Thysohn® klopki. Ista stajališta odabrana su kroz sve godine istraživanja. Dok su od 2004. do 2006. godine testirane klopke kao biotehnička i ekološki povoljnija metoda zaštite ili komonitoring sustav (Pernek i sur. 2006),

od 2007. godine nadalje klopke su primijenjene isključivo za monitoring. Od 2007. godine ispitivana je razlika između standardne i modificirane klopke, a modifikacija klopki napravljena je na način da se posudica Thysohn® klopke, u kojoj se love kukci, začepila silikonom te se onemogućila odvodnja. U takvu posudu se ulijevala tekućina (voda i deterdžent) koja se svaki tjedan, nakon pražnjenja i sakupljanja ulova, zamijenila. Ova modifikacija napravljena je na osnovi prijašnjeg istraživanja, koje je pokazalo kako iz standardne klopke već uhvaćeni kukci u posudici uspiju pobjeći (Pernek i sur. 2006). Postavljene su 3 vrste sustava klopki: standardna IPM®, standardna Thysohn® te modificirana Thysohn® klopka. Pokus je postavljen u 5 ponavljanja sa po 3 različite klopke (ukupno 15).

Za potrebe istraživanja korišten je feromonski pripravak Curviwit® (Witasek, Feldkirchen, Austrija) kojega proizvođač deklarira kao semio-kemikaliju, koja primamljuje jedinke jelovog krivouzubog potkornjaka *P. curvidens*. Aktivnu komponentu ovoga agregacijskog feromona čine

metilbutenol i ipsenol (2-metil-6-metlilen-2, 7-oktadien-4-ol) koja količina isparivanja („ratio rate“) iznosi 1mg/danu pri 24°C.

Godine 2007. i 2008. postavljeno je po 15 klopki, a 2009. i 2010. po 10 klopki. Klopke su pozicionirane na razmaku minimalno 15 m od šume i između klopki, na dvjesto do tristo metara udaljenim stajalištima.

Ulovi su se sa klopki sakupljali svakih 7 dana počevši od početka travnja do kraja kolovoza, a mijenjali su se krajem lipnja.

Uhvaćeni potkornjaci konzervirani su u etanolu (70 %) te su analizirani u laboratoriju.

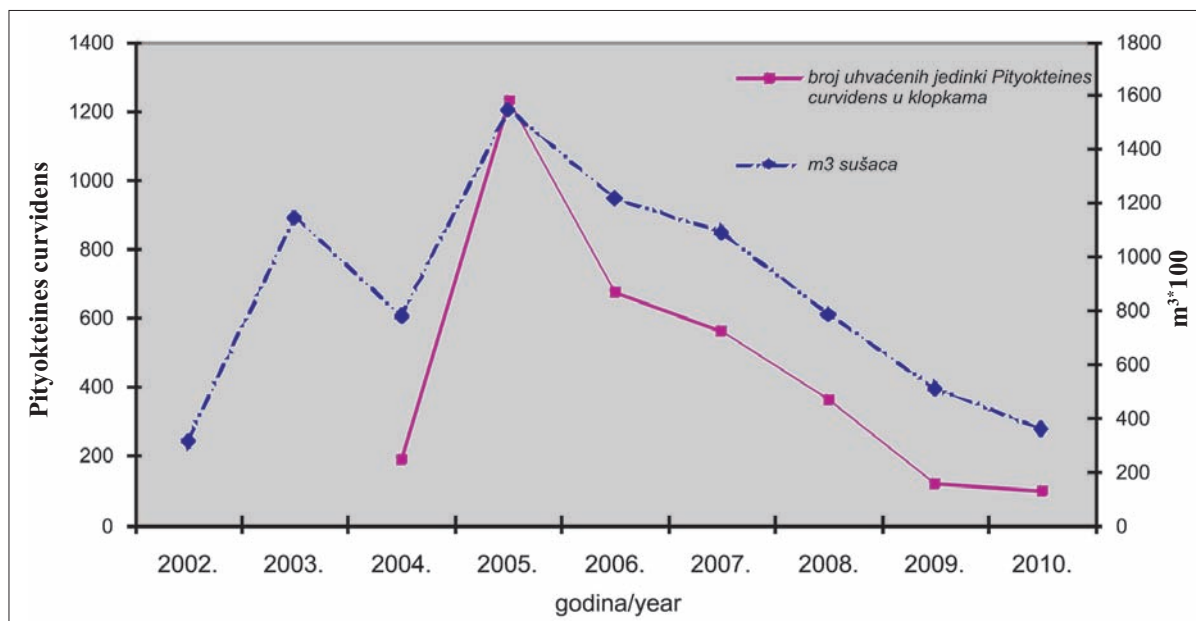
Kako bi se utvrdio biotički potencijal jelovih potkornjaka u proljeće 2006. godine sakupljeni su dijelovi kore napadnutih jela, koji su inkubirani u laboratoriju u kontroliranim uvjetima (temperatura 22±2°C i odnosa dana : noći = 16:8). Prebrojani su i determinirani jelovi potkornjaci po vrsti i spolu. Na osnovi tih podataka računskim putem dobiven je potencijal širenja jelovih potkornjaka.

REZULTATI – Results

U sedam godina istraživanja feromona i njihova primjena za monitoring jelovih potkornjaka jasno je vidljiva veza s količinom sušaca (Slika 1) (izvor za količinu sušaca: IPP, Hrvatski šumarski institut). Najveći prosječni broj jedinki *P. curvidens* po klopki nađen je između 2005. i 2007. godine, kada je u šumama jela posječeno najviše sušaca (Slika 1). Redovnim kontrolama na terenu potvrđeno je kako je većina sušaca bila napadnuta jelovim potkornjacima uglavnom iz roda *Pityokteines*.

Rezultati, nadalje, jasno pokazuju kako je većina ulova (94 %) nađena u travnju i svibnju (Slika 2, Slika 3).

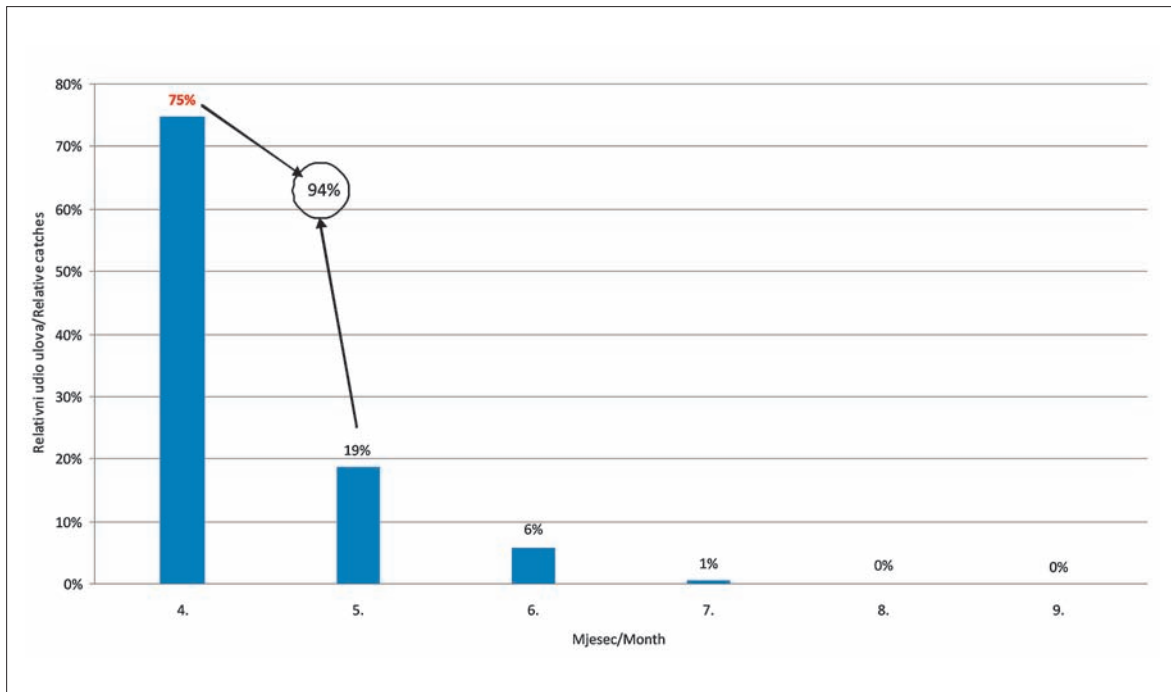
Ulovi u svibnju 2008. godine razlikovali su se znatno od ostalih godina, jer su u relativnom omjeru bili visoki. Taj izuzetak, iako jednokratno, pokazao je kako klopke treba kontrolirati i u svibnju.



Slika 1. Veza između prosječnog broja ulova potkornjaka po feromonskoj klopki i sušaca jela
Figure 1 The relation between the mean number of bark beetle per pheromone trap and silver fir decline

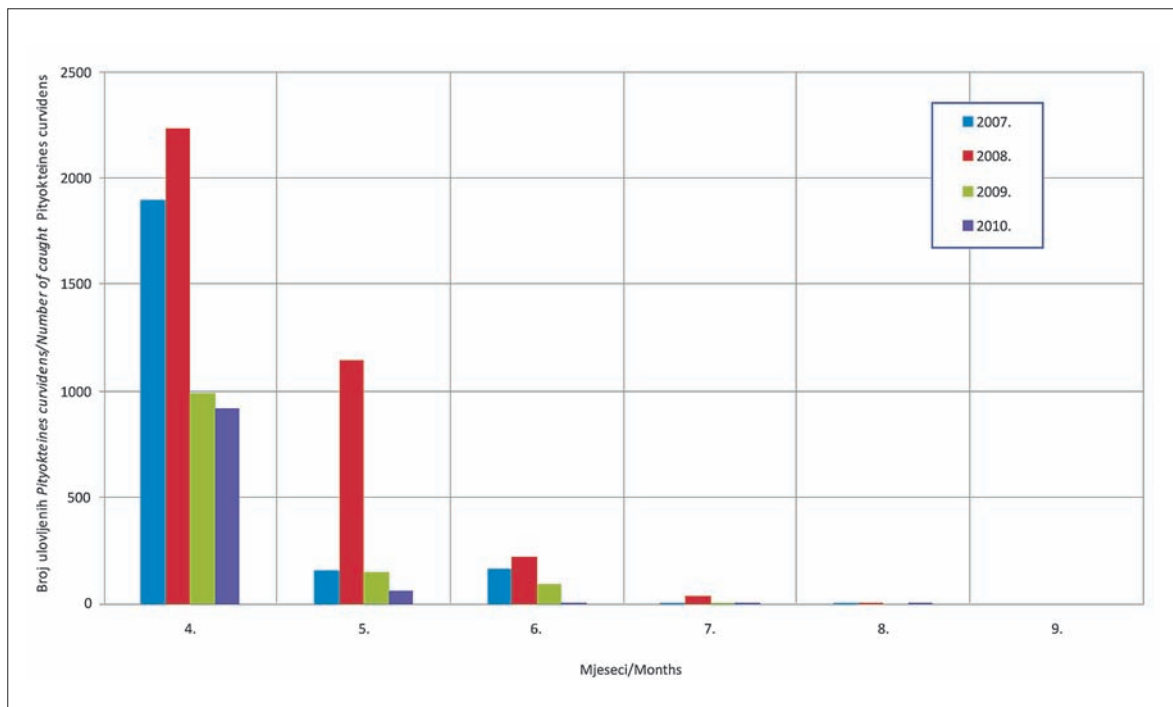
Modifikacijom Theysohn klopke na način da je posudica začepljena spriječeno je oticanje tekućine. Kukci privučeni feromonom padaju u tekućinu iz koje nemaju mogućnost bijega. Rezultati pokazuju

kako postoji značajna razlika u ulovima modificirane Theysohn klopke i ostalih dva sustava (Slika 4).



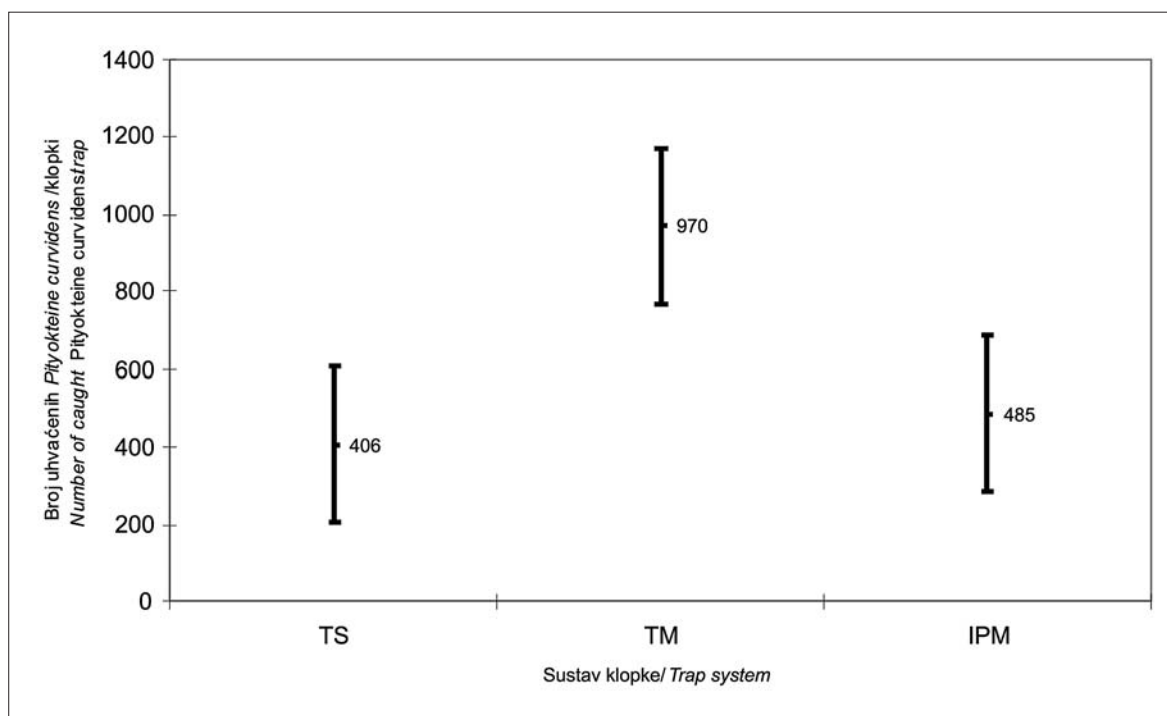
Slika 2. Relativni ulov potkornjaka u feromonskim klopkama po mjesecima od 2007. do 2010. godine (u travnju i svibnju ulovljeno je 94 % od ukupnog ulova)

Figure 2 Relative monthly bark beetle catches in pheromone traps between 2007 and 2010 (94 % of total catches was caught in April and May)



Slika 3. Ulov potkornjaka u feromonskim klopkama po mjesecima od 2007. do 2010. godine

Figure 3 Monthly bark beetle catches in pheromone traps between 2007 and 2010



Slika 4. Prosječni ulovi triju vrsti sustava klopki (TS-standardna Theysohn klopka; TM-modificirana Theysohn klopka s posudicom s tekućinom; IPM-standardna IPM klopka)

Figure 4 Average catches of three different trap systems (TS-standard Theysohn trap; TM-modified Theysohn trap; IPM-standard IPM trap)

Iz dijelova kore prebrojani su jelovi potkornjaci dviju vrsta (*P. spinidens* i *P. curvidens*), koje su se nalazile zajedno. Od više dijelova kore dvaju stabala izraču-

nata je površina kore koja je iznosila ukupno 103,2 dm² (Tablica 1). Omjer spolova bio je oko 1:1, a prosječno je utvrđeno 14 potkornjaka po dm² kore (Tablica 1).

Tablica 1. Ukupni broj potkornjaka *Pityokteines* po dm² kore
Table 1 Total amount of emerged *Pityokteines* spp. per dm² of the bark

Stablo broj Tree No	PPK dm ²	Vrsta potkornjaka Bark beetle species	Ukupno potkornjaka Total of bark beetles			% potkornjaka po stablu % of bark beetle sper tree	N /dm ²
			♂	♀	♂+♀		
1	50,6	<i>P. spinidens</i>	279	233	512	9	11,2
		<i>P. curvidens</i>	20	35	55	10	
2	52,6	<i>P. spinidens</i>	489	334	823	91	17,1
		<i>P. curvidens</i>	48	30	78	9	
Ukupno – Total			836	632	1468		14,2

Skraćenica: PPK – površina kore; N – broj jedinki potkornjaka
Abbreviations: PPK – surface of the bark; N – number of bark beetle specimens

RASPRAVA – Discussion

Najveći ulovi potkornjaka u feromonskim klopka ma nađeni su između 2005. i 2007. godine, kada je u šumama jele posječeno najviše stabala u sanitarnom sijeku. Većina tih stabala bila je napadnuta jelovim potkornjacima roda *Pityokteines*, stoga se oni mogu smatrati kao organizmi koji imaju vrlo značajnu ulogu u propadanju jele. Uvodno je naglašeno kako je prenamnoženje potkornjaka posljedica jakog stresa, kada se u šumi nalazi veći

broj fiziološko oslabljenih stabala. Na tim će se stablima potkornjaci kao sekundarni štetnici prvo razviti. Kako je ponuda hrane veća nego obično, potkornjaci eksponencijalno povećavaju populaciju i u konačnici razviju gradaciju, s ogromnim brojem jedinki koje napadaju zdrava stabla. Potkornjaci se tada ponašaju kao tipični primarni štetnici. Upravo se tu krije njihova opasnost povezana s velikim biotičkim potencijalom.

Većina ulova u feromonskim klopka (94 %) nalazi se svake godine u travnju i svibnju. Iz toga se može zaključiti, kako se zadovoljavajuća procjena stanja populacije dobiva na način da se klopke postavljaju samo u travnju i svibnju, a ne kroz cijelu vegetacijsku sezonu, čime se troškovi monitoringa značajno smanjuju.

Rezultati su pokazali kako postoji značajna razlika u ulovima modificirane Theysohn klopke s jedne strane te standardne Theysohn i IPM klopke s druge strane. Kako bi ulovi u klopka bili što veći, na terenu je potrebno zabrtviti otvore koje Theysohn klopka ima s donje strane. Veći ulovi daju veću sigurnost u praćenju stvarne populacije potkornjaka, što je korisno u godinama koje prethode gradaciji. To je vrlo značajno, budući da se monitoringom želi što bolje prognozirati progradacija i s tim u vezi odrediti adekvatne mjere zaštite.

Kako dvije vrste potkornjaka, *P. spinidens* i *P. curvidens*, zauzimaju istu nišu, nemoguće ih je promatrati odvojeno. *Pityokteines curvidens* je manje abundantna vrsta u našim prostorima, o čemu piše Kovačević (1956). Rezultati ovoga istraživanja potvrđuju taj podatak, jer je omjer broja potkornjaka u kori dvaju stabala smreke iznosio *P. curvidens* : *P. spinidens* = 1:9 (Tablica 1). Na osnovi dobivenog rezultata prosječnog broja potkornjaka po dm² i omjera spolova koji je približno 1:1 (Tablica 1) te prosječno 50 jaja koje odlaže ženka svij triju vrsta vrsta roda *Pityokteines* (Maksymov 1950), možemo odrediti potencijal potkornjaka. Od 7 ženki na dm² u idućoj F1 generaciji očekujemo 350 potkornjaka. Od 175 iz F1 generacije novo nastalih ženki, u idućoj nastaje 8.750 potkornjaka, čijih 4.375 ženki odloži 218.750 jaja. To je u konačnici broj koji potencijalno očekujemo iduću vegetacijsku sezonu od potkornjaka iz kore čija je površina iznosila 103 dm². Dobiveni broj

treba umanjiti za mortalitet za kojega je utvrđeno da je relativno visok i do 70 % (Pernek 2007). Dakle, velik dio jedinki potkornjaka ne završava svoj razvoj. Isto tako potkornjaci koji su uspjeli završiti svoj razvoj, kao imaga stradavaju od bolesti kojom su inficirani još unutar kore, te od različitih drugih antagonista, pri čemu su dodatni negativni abiotički čimbenici, kao npr. loši vremenski uvjeti, nedostatak hrane i slično, također vrlo važni.

Kada bi ovaj obračun uz korekciju mortaliteta od 70 % primijenili na terenu, onda bi 90-to godišnje stablo promjera 40 cm imalo 18.000 potkornjaka na površini kore od 1.260 dm². Broj ženki koji bi završio razvoj iznosio bi 2.700, a one bi odložile 135.000 jaja. Nakon toga 20.250 preživjelih ženki produciralo bi 1.012.500 jedinki. Taj broj jedinki za svoj razvoj treba oko 70.000 dm² kore, koliko otprilike ima 56 stabala 90-godišnjih jela. Dakle jedno potkornjacima napadnuto stablo ugrožava 50–60 stabala u idućoj godini, što pokazuje velik potencijal jelovih potkornjaka. Kako bi se što više smanjila ta opasnost treba u početku gradacije striktno provoditi preventivno-sanitarne mjere, s ciljem redukcije populacije potkornjaka. Kada je gradacija u punom tijeku, mjere suzbijanja pokazuju slab uspjeh. Osnovni je razlog što su se potkornjaci već prenamnožili te gore opisani biotički potencijal dolazi posebno do izražaja. Drugi razlog je vezan uz skriven život većine razvojnih stadija potkornjaka pod korom, te njihova nedostupnost zaštitnim sredstvima. Zbog toga preventivnim mjerama treba dati posebno značenje. Osnovni koncept je zadržavanje populacije niskom, korištenjem mjera: stroge primjene šumske higijene, brz odvoz zaraženog materijala iz šume i eventualna primjena insekticida. Treba biti oprezan pri primjeni kemijskih sredstava, jer je njihova uporaba u šumama iz ekoloških razloga sve više upitna.

ZAKLJUČAK – Conclusion

1. Postoji jasna veza između abundance štetnika i pojave sušaca jele, što je populacija potkornjaka brojnija, suši se veći broj stabala. Zbog toga se može zaključiti da jelovi potkornjaci imaju značajnu ulogu u sušenju jele;
2. Jelovi potkornjaci roda *Pityokteines* imaju velik biotički potencijal, gdje i uz njihovu maksimalnu utvrđenu smrtnost od 70 %, jedno napadnuto stablo jele bez provođenja mjera zaštite ugrožava 56 stabala iduće godine;
3. Jelovi potkornjaci su u Hrvatskoj u jelovim šumama imali jaku gradaciju između 2005. i 2007. godine, koja je počela u 2003. i završila 2009. godine;
4. Pokusnim monitoringom primjenom feromonskih klopki utvrđeno je kako broj ulovljenih jedinki jelovih potkornjaka dobro indicira brojnost napadnutih stabala;
5. Feromonske klopke glavninu ulova imaju u travnju i svibnju, te se za potrebe monitoringa trebaju postaviti samo u to vrijeme, a ne kroz čitavi vegetacijski period, čime se znatno snižuju troškovi, uz zadovoljavajuću procjenu stanja populacije.
6. Za potrebe monitoringa treba koristiti modificiranu Theysohn klopku, jer ona daje daleko najbolje rezultate ulova;
7. Istraživanja treba nastaviti kako bi se dobilo saznanje da li i kada feromonska klopka indicira predgradacijsko stanje jelovih potkornjaka.

ZAHVALA – *Acknowledgment*

Najveću hvalu dugujemo Matiji Pleše, koji je redovitim sakupljanjem ulova mnogo doprinjeo ovim istraživanjima. Svojom naglom i preranom smrću zadužio nas je da ustrajemo u naporima otkrivanja mjera zaštite jele. Također se zahvaljujemo Blaženki Ercegovac iz Hrvatskog šumarskog instituta na svekolikoj pomoći u laboratorijskim

obradama. Zahvaljujemo se Željku Kauzlariću, Mandici Dasović i Bruni Devčiću, te svima ostalim kolegama iz Šumarija Vrbovsko i Vrhovine, koji su sudjelovali u terenskom dijelu rada.

Ovo istraživanje financirale su “Hrvatske šume” d.o.o. u okviru projekta “Uloga potkornjaka u sadašnjem problemu sušenja jele u prebormim šumama”.

LITERATURA – *References*

- Androić, M., 1986: Uzroci umiranja šuma u nas i u svijetu. Jug. savj. o prim. pesticida, Zbornik radova: 9–18, Opatija.
- Batić, J., 1930: Sušenje jelovih i smrekovih šuma u Lici. Šumarski list : 345–347, Zagreb.
- Diminić, D., N. Potočić, A. Jazbec, M. Županić, 2011: Zaraženost bijelom imelom i status ishrane obične jele u Gorskom kotaru (*Infestation of Common Mistletoe and Nutrition Status of Silver Fir in Gorski Kotar (Croatia)*). Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 223–237.
- Harapin, M. 2001: Integralna zaštita jele. U: B. Prpić (ur.): Obična jela u Hrvatskoj: 630–633.
- Jakša, J., 2005: Bark Beetles in Slovene Forests in the Period 1995-2004. UJMA 19: 154–162.
- Kirisits, T., D. Diminic, B. Hrašovec, M. Pernek, B. Barić, 2009: First report of Silver Fir blue staining fungi associated with *Pityokteines spinidens*. Croatian Journal of Forest Engineering 30(1): 51–57, Zagreb.
- Kovačević, Ž. 1956: Primijenjena entomologija: Šumski štetnici. Poljoprivredni nakladni zavod, Zagreb.
- Maksymov, J. 1950: Untersuchungen über den krummzahnigen Weißtannenborkenkäfer *Ips curvidens* Germ. während seiner Massenvermehrung 1947–49 in der Schweiz. Mitteilungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 26, 2: 499–584.
- Prpić, B., Z. Seletković, P. Jurjević, 2001: Sušenje jele i promjene “kemijske klime”, 299–312. U: B. Prpić (ur.): Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti, pp. 879.
- Pernek, M. 2005: Prirodni neprijatelji jelovih potkornjaka roda *Pityokteines* (Coleoptera, Scolytidae) u Hrvatskoj s naglaskom na patogene, Disertacija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Pernek, M., D. Matošević, B. Hrašovec, 2006: Istraživanje feromona i klopki za prognozu jelovog potkornjaka *Pityokteines curvidens* Germar (Coleoptera, Scolytidae). Radovi-Sumarski-institut-Jastrebarsko. Izvanredno izdanje 9: 213–222, Jastrebarsko.
- Pernek, M., 2007: Utjecaj entomopatogene gljive *Beauveria bassiana* na mortalitet jelovih potkornjaka *Pityokteines spinidens* i *Pityokteines curvidens*. Radovi-Sumarski-institut-Jastrebarsko. 42(2): 143–153, Jastrebarsko.
- Pernek, M., D.N. Avtzis, B. Hrašovec, D. Diminić, R. Wegensteiner, C. Stauffer, A. Cognato, 2008a: Novel morphological and genetic markers for the discrimination of three European *Pityokteines* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) species. Periodicum biologorum 110, (4): 329–334.
- Pernek, M., D. Avtzis, B. Hrašovec, D. Diminić, R. Wegensteiner, C. Stauffer, A.I. Cognato, 2008b: Novel morfological and genetic markers for the discrimination of three European *Pityokteines* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) species. Periodicum biologorum 110(4): 329–334, Zagreb.
- Pernek, M., B. Hrašovec, D. Matošević, I. Pilaš, T. Kirisits, J.C. Moser, 2008c: Phoretic mites of three bark beetles (*Pityokteines* spp.) on Silver fir. Journal of Pest Science, 81(1): 35–42.
- Pernek, M., D. Matošević, B. Hrašovec, M. Kučinić, R. Wegensteiner, 2009: Occurrence of pathogens in outbreak populations of *Pityokteines* spp. (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) in silver fir forests. Journal of Pest Science 82(4): 343–349.
- Pfeffer A., 1995: Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer. Naturhistorisches Museum Basel.
- Podlaski, R., A. Borkowski, 2009: Estimating stem infestation density of *Pityokteines curvidens* (Germ.) on windfalls: a statistical approach. Journal of Pest Science 82(4): 357–365.
- Seletković, I., N. Potočić, 2004: Oštećenost šuma u Hrvatskoj u razdoblju od 1999. do 2003. godine. Šum. list 3–4: 137–148, Zagreb.

- Spaić, I., 1955: Problematika zaštite šuma u NR Hrvatskoj. Šumarski list 11–12: 440–468.
- Ugarković, D., I. Tikvić, Z. Seletković, 2011: Odnos stanišnih i strukturnih čimbenika prema odumiranju i ishrani stabala obične jele (*Abies alba* Mill.) u Gorskom kotaru (*Correlation of Habitat and Structural Factors with Dieback and Nutrition of Silver Fir (Abies alba Mill.) in Gorski Kotar*). Croatian Journal of Forest Engineering 32(1): 57–71.
- Uščuplić, M., M. Dautbašić, T. Treštić, T. Nišić, B. Jokanović, E. Selman, O. Mujezinović, 2005: Umiranje jele (*Abies alba*) u Bosni i Hercegovini. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Sarajevo.

SUMMARY: Silver fir is the most important coniferous species in Croatian forestry, but in the same time the most threatened whose strong decline occurs periodically. Recent decline in Croatia was registered in the year 2003, especially in Lika and Gorski Kotar, with strong attack of fir bark beetles. This beetle gradation is connected with the three known Pityokteines species in Croatia: P. curvidens, P. spinidens and P. vorontzowi. The aim of this work was to determine what impact bark beetles have on the decline of Silver fir. For this purpose pheromone traps were placed in Litoric (Gorski Kotar-middle Croatia), for monitoring through the vegetation periods from 2004 to 2010. In addition, in 2007 the effectiveness of different trap systems was tested. The commonly used Theysohn trap with dry container was modified through locking the container so liquid that was previously put in it couldn't efflux. A pheromone mixture named Curviwit® was used which is used for individuals baiting of fir bark beetle species Pityokteines curvidens.

The results during the seven year monitoring period show clearly visible connection between fir bark beetles and fir decline (Figure 1). The largest catches in pheromone traps were measured between 2005 and 2007, when the most injured trees were felled in the forests. Most catches, about 94 %, throughout the year of monitoring occur in April and May (Figure 2 and 3), which concludes that traps should be placed only in those months. The test results of dry versus wet traps show that more important catch is achieved by modifying Theysohn traps to wet traps (Figure 4).

On the basis of calculating the abundance of bark beetles of P. spinidens and P. curvidens in the trunk (Table 1) and the use of maximum mortality rates of 70 %, from previous studies biological potential of these insects was simulated. One infected 90 year old fir tree is directly threatening 50-60 trees in the next years. This result demonstrates the enormous potential of the silver fir bark beetle species. Because of the need to reduce the population of bark beetles, use of pheromone traps for monitoring should be considered as one action for effective preventive and sanitary measures in protection of forests.

Key words: Pityokteines spinidens, P. curvidens, P. vorontzowi, Abies alba, pheromone traps