

GDK 459 : 145.1 . (497.12)

Prispelo / Received: 02.06.2003

Sprejeto / Accepted: 28.11.2003

Pregledni znanstveni članek

Scientific review paper

## **BOROVA OGORČICA, *BURSAPHELENCHUS XYLOPHILUS* (STEINER & BUHRER, 1934) NICKLE, 1970 - NOVA NEVARNOST ZA SLOVENSKE GOZDOVE?**

Maja JURC\*, Gregor UREK\*\*, Saša ŠIRCA\*\*, Vid MIKULIČ\*\*\*, Branko GLAVAN\*\*\*

### **Izvleček**

V prispevku obravnavamo borovo ogorčico (*Bursaphelenchus xylophilus*), ki je v Evropi (tudi v Sloveniji) uvrščena na karantensko listo A1. Vrsta je izredno napadalna, povzroča hitro propadanje iglavcev - predvsem vrst rodu *Pinus*, redko *Picea*, *Abies* in *Larix*. Prikazan je njen areal, ekološke zahteve, gostitelji, bionomija ter simptomi napada na borih. V okviru bionomije borove ogorčice so posebej predstavljeni njeni potrjeni vektorji (Insecta: Cerambycidae - rod *Monochamus*) in tudi njeni potencialni vektorji (Insecta: Curculionidae - rod *Pissodes* in Scolytidae). Podajamo razširjenost potencialnih gostiteljskih rastlin borove ogorčice pri nas, podnebne razmere ter kritične točke za vnos in širjenje škodljivca. Ocenjujemo stopnjo fitosanitarnega tveganja pojava borove ogorčice v Sloveniji.

**Cljučne besede:** borova ogorčica, *Bursaphelenchus xylophilus*, bionomija, iglavci, Cerambycidae, Curculionidae, Scolytidae, fitosanitarno tveganje, Slovenija

## ***PINE WOOD NEMATODE, BURSAPHELENCHUS XYLOPHILUS (STEINER & BUHRER, 1934) NICKLE, 1970 - A NEW THREAT TO FORESTS IN SLOVENIA ?***

### **Abstract**

*The present paper deals with the pine wood nematode (Bursaphelenchus xylophilus), which has been placed on the A1 quarantine list in both Europe and Slovenia. The species is extremely offensive, causing fast-paced deterioration in conifers, particularly in those of the Pinus genus and more rarely in those of the Picea, Abies, and Larix genera. The areal, ecological demands, hosts, ecology, and the symptoms of attack on pines of the pine wood nematode are shown. The confirmed vectors (Insecta: Cerambycidae - genus Monochamus) and potential vectors (Insecta: Curculionidae - genus Pissodes and Scolytidae) of the pine wood nematode are presented within the framework of its ecology. The range of potential host plants of the pine wood nematode in Slovenia, climatic conditions, and critical points for the entry and spread of pests are also given. The level of phytosanitary risk presented by the appearance of the pine wood nematode in Slovenia is also evaluated.*

**Key words:** pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus*, bionomy, coniferous trees, Cerambycidae, Curculionidae, Scolytidae, phytosanitary risks, Slovenia

\* Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SVN

\*\* Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 2, 1000 Ljubljana, SVN

\*\*\* Zavod za gozdove Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SVN

**VSEBINA**  
**CONTENTS**

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	123
	INTRODUCTION	
<b>2</b>	<b>ELEMENTI ZA OCENO TVEGANJA</b> .....	128
	ELEMENTS FOR PEST RISKS ANALYSIS	
<b>3</b>	<b>FITOSANITARNO TVEGANJE</b> .....	147
	PHYTOSANITARY RISKS	
<b>4</b>	<b>SKLEPI</b> .....	148
	CONCLUSIONS	
<b>5</b>	<b>ZAHVALA</b> .....	150
	ACKNOWLEDGMENT	
<b>6</b>	<b>SUMMARY</b> .....	150
<b>7</b>	<b>LITERATURA</b> .....	152
	LITERATURE	

## **1 UVOD**

### **INTRODUCTION**

Borova ogorčica, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970 spada v družino Aphelenchoididae, razred Secrenentea, deblo Nematoda. Uvrščamo jo med izredno patogene zajedavce iglavcev, saj lahko v eni vegetacijski sezoni povzroči odmiranje velikih sestojev iglavcev vseh starosti. Vrsta je avtohtona v Severni Ameriki, verjetno prenesena na Japonsko in druge države vzhodne Azije, kjer povzroča veliko škodo v sestojih iglavcev. V Evropi je na karantenski listi EU II A1, v Sloveniji na A1, skupaj z vektorji pa je uvrščena tudi na karantensko listo EPPO A1 (OEPP / EPPO 1986, EPPO 1990, SMITH in sod. 1997, Ur. l. RS 38/1996). Borova ogorčica je v zadnjih desetletjih najpomembnejši škodljivec japonskih in v zadnjih letih tudi kitajskih gozdov. Spremljanje svetovnih trendov sušenja in sanitarnih sečenj iglavcev kaže na povečanje sečenj zaradi borove ogorčice (LI GUANG WU in sod. 1983, RUTHERFORD / WEBSTER 1987, MAMIYA 2001). Njen pojav lahko zaradi ustreznih ekoloških in trofičnih razmer pričakujemo v Evropi in pri nas. Povzemamo nekatere uvodne izsledke raziskave o značilnostih borove ogorčice, vektorjih, gostiteljih ter stopnji fitosanitarnega tveganja pojavljanja tega škodljivca pri nas.

### **1.1 O BOROVI OGORČICI**

#### **ABOUT PINE WILT NEMATODE (PINE WOOD NEMATODE)**

#### **1.1.1 Izvor in širjenje borove ogorčice**

##### **Origin and spreading of pine wood nematode**

Vrsta izvira iz Severne Amerike, v druga območja pa je bila po vsej verjetnosti zanesena s trgovanjem s hlodovino oziroma drugimi lesnimi proizvodi. Na Japonsko, kjer se danes pojavlja kar v 45 od skupno 47 okrožij in kjer od leta 1970 dalje vsako leto povzroči več kot za 1 milijon m<sup>3</sup> izgub lesa (MAMIYA 2001), je bila zanesena v začetku dvajsetega stoletja (NICKLE in sod. 1981; MAMIYA 1983; MALEK / APPLEBY 1984). Iz Japonske se je nato razširila tudi v nekatere druge azijske države: Kitajsko, Severno in Južno Korejo (LI GUANG WU in sod. 1983). Trenutno dela škodo tudi v Kanadi in Mehiki, v Evropi pa je bila ob uvozu hlodovine prestrežena na Finskem, Norveškem,

Švedskem in v Franciji (Crop Protection Compendium, Global Module, CAB International). Leta 1999 pa so jo našli na Portugalskem, in sicer na vrsti *Pinus pinaster* Ait. (MOTA in sod. 1999).

*Bursaphelenchus xylophilus* ogroža predvsem bore. Prvi zapisi o venenju borov segajo v začetek prejšnjega stoletja. Leta 1913 je namreč Yano poročal o epidemičnem propadanju borovih gozdov v Nagasakiju (Kyushu), ki se je začelo v letu 1905, vendar vzrokov za to propadanje ni navedel. Kot povzročitelj tega venenja je bila na Japonskem identificirana borova ogorčica šele leta 1972 (MAMIYA / KIYOHARA 1972). Danes je borova ogorčica najpomembnejši škodljivec japonskih gozdov.

Prvi zapis o venenju borov v ZDA pa sega v leto 1979, ko sta Dropkin in Foundin na temelju svojih ugotovitev poročala o pojavljanju ogorčice *B. xylophilus* na črnem boru (*Pinus nigra* Arn.) v Missouriju. Od takrat naprej so v Missouriju in številnih drugih državah ZDA (Kansas, Louisiana, Florida, Maryland, Pensilvanija, Iowa, Illinois, Kalifornija in še nekaterih) opazili posledice napada borove ogorčice, ki je povzročala propad posameznih dreves, na številnih borih, predvsem okrasnih. Škoda se v ZDA nanaša predvsem na eksotične, alohtone vrste (npr. *Pinus sylvestris* L.) (DROPKIN in sod. 1981). Znano je namreč, da je borova ogorčica v ZDA razširjena, da pa na avtohtonih iglavcih po doslej znanih podatkih ne povzroča škode.

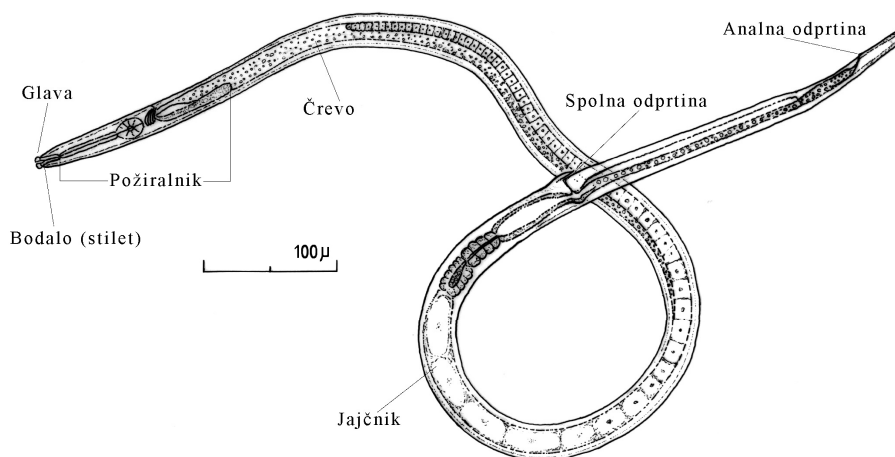
### 1.1.2 Morfologija borove ogorčice

#### Morphology of pine wood nematode

Borovo ogorčico, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhrer, 1934) Nickle, 1970, uvrščamo v deblo Nematoda. Prvič je bila opisana leta 1934 kot *Aphelenchoides xylophilus* v Bogalusi (Louisiana) na *Pinus palustris* Mill. Leta 1970 jo je Nickle preimenoval v *Bursaphelenchus xylophilus*.

Samice imajo podolgovato, vitko telo, dolgo od 0,4 do 1,5 mm. Glavo imajo izboknjeno in precej visoko, bodalo je opremljeno z majhnimi okroglimi grčami. Požiralniška žleza prekriva sprednji del črevesa. Izločevalna pora je navadno za medialnim bulbusom in največkrat v območju, kjer se stikata požiralnik in črevo. Na vulvi se viden kutikularni zaklopec ali navzven štrleče ustnice. Rep samice se včasih končuje krožno, redkokdaj se

konča s kratkim, od 1 do 2  $\mu\text{m}$  dolgim, prstastim izrastkom - mukrom (slika 1). Pri samcih so spikule precej velike, močno upognjene. Vrh spikul je zaokrožen, rostrum je štrleč in koničast. Rep samcev je močno upognjen, opremljen s kratko terminalno burso. Vrsta *B. xylophilus* je precej podobna drugim vrstam tega rodu, razlikuje se pa po obliki spikul pri samicah in značilno oblikovani vulvi pri samicah.



Slika 1: Borova ogorčica *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970, samica

Fig. 1: Pine wood nematode *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner, 1934) Nickle, 1970, female

### 1.1.3 Življenjski krog borove ogorčice

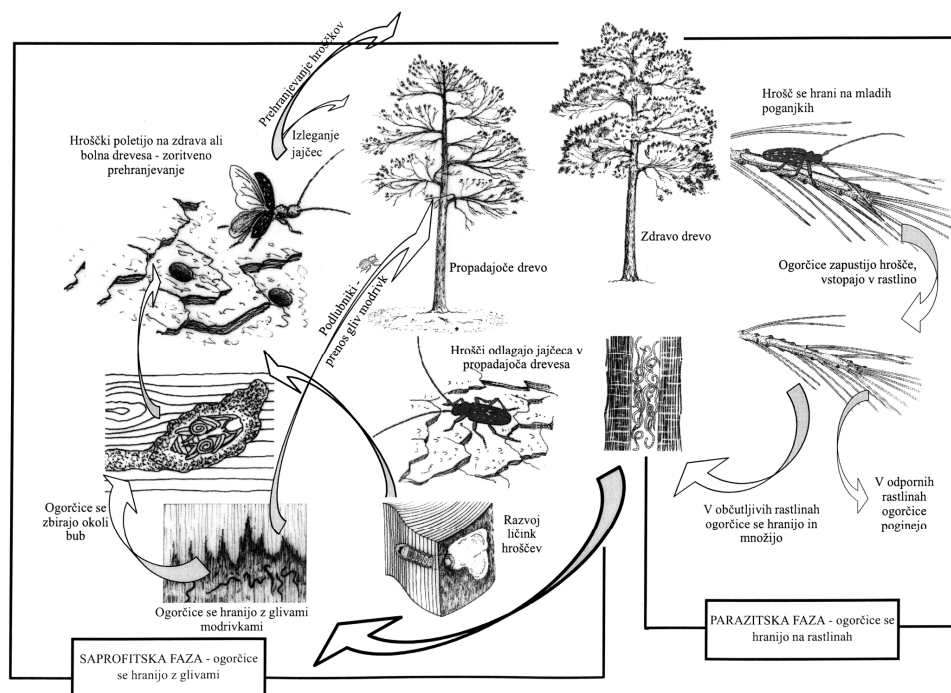
#### Life circle of pine wood nematode

Razmnožujejo se gametogamno, so oviparne. Samice izležejo v 28 dneh, kolikor traja obdobje izleganja, povprečno 79 jajčec. Samice morajo biti v času izleganja jajčec večkrat oplojene. Populacija *B. xylophilus* je v ugodnih okoljskih razmerah lahko izredno velika - teoretično lahko potomstvo ene samice v petnajstih dneh doseže 263.000 osebkov (MAMIYA / FURUKAWA 1977).

Življenjski krog vrste *B. xylophilus* lahko poteka saprofitsko (mikofagno) in fitoparazitsko (WINGFIELD 1983). V obeh primerih so za razvoj oziroma prenos z enega na drugega gostitelja potrebni vektorji, na primer osebkovi vrst rodu *Monochamus*. Pri saprofitskem načinu se prenašajo četrstopenjske ličinke borove ogorčice na oslabela ali propadla drevesa s pomočjo vektorjev - hroščkov, ki na ta mesta odlagajo jajčeca. Ogorčice zapustijo hroščka in vstopijo v drevesno tkivo skozi luknjice, ki so jih v teku odlaganja jajčec povzročile samice hroščkov. V rastlinskem tkivu se nato ogorčice prehranjujejo z micelijem gliv (ponavadi na vrstah rodu *Ceratocystis*), ki je v rastlinsko tkivo tudi zanešena prek hroščkov v teku odlaganja jajčec. Kmalu po vstopu v drevesno tkivo se četrstopenjske ličinke borove ogorčice preobrazijo v odrasle osebkove in se začnejo razmnoževati - odlagati jajčeca. V tej fazi, fazi hitrega razmnoževanja, je celotna nematopopulacija sestavljena iz samcev, samic in četrstopenjskih ličink.

Po določenem času populacija ogorčic doseže svoj višek, intenzivnost razmnoževanja pojema in število ogorčic začne počasi upadati. To je obdobje nekakšnega mirovanja, ki nastopi znotraj napadenih dreves v času, ko populacija ogorčic doseže svoj višek. To obdobje je neposredno povezano z obstojem tretjestopenjskih ličink, ki lahko preživijo tudi v skrajno neugodnih razmerah (suša, nizke temperature, pomanjkanje hrane) (MAMIYA 1972, ISHIBASHI / KONDO 1977, SHOJI 1979) (cit. po MAMIYA 1984). Zdi se, da se nematopopulacijska struktura spremeni kot posledica zmanjšanja zaloga razpoložljive hrane, saj se količina razpoložljivega glivinega micelija v lesu ob močnem populacijskem pritisku borovih ogorčic močno zmanjša. Tretjestopenjske ličinke se, verjetno pod vplivom izločkov razvijajočih se bub, zberejo okoli kamric (bubilnic), kjer so bube vektorjev rodu *Monochamus* ali drugih žuželk. Tik pred preobrazbo bube v hroščka se tretjestopenjske ličinke borove ogorčice preobrazijo v četrstopenjske, tako imenovane trajne ličinke, ki so prilagojene tako, da jih lahko ustrezni vektorji prenesejo v ustrezne hranilne substrate, tj. gostiteljske rastline. Okoli kamric, kjer so bube hroščkov, se razvija tudi micelij glive, ki oblikuje hruškasta spolna trosišča z dolgim vratom (peritecije), ki se usmerijo neposredno v kamrice. Okoli vrhov peritecijev se v kamricah zbirajo ogorčice. Ko se iz bub izležejo mladi hroščki, se začnejo ščetkati, s čimer sproti pobirajo navzoče ogorčice, ki se namestijo pod pokrovkami hroščkov, še posebej pa v njihovih trahejah. Mlad hrošček poleti in s seboj ponese tudi ogorčice.

V Severni Ameriki je saprofitski način razvoja borove ogorčice in nekaterih drugih vrst rodu *Bursaphelenchus* najpogostejši. Večina vrst rodu *Bursaphelenchus*, vključno z *B. xylophilus*, živi v povezavi z različnimi vrstami hroščev družin Cerambycidae, Curculionidae in Scolytidae. V Aziji pa tudi v Severni Ameriki se dogaja, da v primeru, če pridejo osebkii borove ogorčice v stik z neavtohtonimi, občutljivimi vrstami vrst rodu *Pinus*, prevladuje fitoparazitski način razvoja borove ogorčice. V tem primeru se prenesejo ogorčice s pomočjo mladih hroščkov, v času njihovega zrelostnega hranjenja, na mlade poganjke gostiteljskih rastlin. Ogorčice vstopijo v rastlinsko tkivo skozi poškodbe, ki jih ob hranjenju na mladih poganjkih naredijo hroščki. Zakaj se ta prenos opravi le na določene vrste rodu *Pinus*, ni povsem znano, predvidevajo pa, da nekateri gostitelji razvijejo fizične ali biokemične bariere, ki preprečujejo neposreden vdor ogorčic v rastlinsko tkivo (slika 2).



Slika 2: Razvojni krog borove ogorčice

Fig. 2: Life circle of pine wood nematode

#### 1.1.4 Simptomi napada borove ogorčice na gostiteljih rodu *Pinus*

Symptoms of pine wood nematode attack on host trees of the genus *Pinus*

Za napad ogorčice *Bursaphelenchus xylophilus* je značilen izredno hiter propad gostitelja: napadenim borom, ki so še v začetku poletja navidez zdravi, že proti koncu poletja začnejo odmirati iglice. Postanejo rdeče rjave, drevo se hitro popolnoma posuši. Borove ogorčice se razmnožujejo v prevodnih ceveh gostitelja in napadajo njihove epitelne celice. Tri tedne po začetku napada opazimo na drevesu prve simptome propadanja, ki se kažejo v zmanjšanem pretoku drevesnih smol oziroma v zmanjšanju njihovega izločanja. Ogorčice se lahko zaradi tega bolj nemoteno gibljejo po propadajočem tkivu gostitelja. To privlači tudi odrasle hroščke rodu *Monochamus*, ki se zbirajo na odmirajočih oziroma že propadlih drevesih, na katerih se pariyo. Transpiracija gostitelja se zmanjša že 20 do 30 dni po vdoru borove ogorčice. Pojavi se venenje in rumenenje iglic (od tod tudi angl. ime pine wilt nematode, drugo uporabno angleško ime se nanaša na razvoj vrste v lesu - pine wood nematode). Vnenje se lahko najprej pojavi le na eni veji, kasneje pa se lahko znamenja kažejo na celem drevesu. V tej fazi na drevesih intenzivno rumenijo iglice. 30-40 dni po začetnem napadu lahko drevo propade, v deblu, vejah in koreninah pa je zdaj na milijone ogorčic. Rjave iglice ostanejo na drevesu do naslednjega poletja. Preostanek fitofagnega načina življenja je podoben mikofagnemu.

## 2 ELEMENTI ZA OCENO TVEGANJA ELEMENTS FOR PEST RISKS ANALYSIS

Izhodišča za oceno tveganja pojava škodljivih organizmov na območju, kjer škodljivca še ni, so: obstoj gostiteljev (ustrezne trofične razmere), ustrezne ekološke, predvsem vremenske razmere za razvoj škodljivca, možnost vnosa in širjenja škodljivca ter ustrezni vektorji (če je vektor nujen pogoj razvoja škodljivca) (SMITH in sod. 1997). Borova ogorčica ne glede na to, ali razvoj poteka po saprofitski ali parazitski poti, potrebuje vektorje. To so ksilofagne žuželke (nekateri predstavniki družine Cerambycidae, verjetno tudi predstavniki družin Curculionidae in Scolytidae), ki jih uvrščamo v sekundarne vrste, torej tiste, ki se razvijajo na že oslavljenih in prizadetih gostiteljih. Zato v oceno tveganja vključujemo tudi stopnjo spremenjenosti gozdov (kar vpliva na vitalnost in zdravstveno stanje gozda) in požarno ogroženost sestojev (predvsem sestojev črnega



bora). Sestoji na neustreznih rastiščih in opožarjeni sestoji so posebj občutljivi in zato ustrezni habitatni sekundarnih škodljivcev in patogenov. Ravno tako se pri oceni tveganja ne moremo izogniti precejšnji koncentraciji lesno predelovalnih obratov pri nas in navzočnosti mednarodnega pristanišča v Kopru.

## 2.1 GOSTITELJI BOROVE OGORČICE

### HOST SPECIES OF PINE WOOD NEMATODE

Med gostiteljske rastline borove ogorčice prištevamo vrste rodu *Pinus*, najbolj občutljive pa so vrste: *P. bungeana* Zucc., *P. densiflora* Seib. Et Zucc., *P. luchuensis* Mayr, *P. massoniana* Lamb., *P. nigra* Arn., *P. pinaster* Ait., *P. sylvestris* L. in *P. thunbergii* Parl. Kot gostitelji lahko nastopajo tudi drugi iglavci (*Larix*, *Abies*, *Picea*), vendar so poročila o škodah, povzročenih na njih, skromna. V ZDA obstaja nekaj zapisov o propadu vrst rodov *Picea* in *Pseudotsuga* zaradi borove ogorčice (MALEK / APPLEBY 1984).

#### 2.1.1 Razširjenost potencialnih gostiteljskih rastlin v Sloveniji

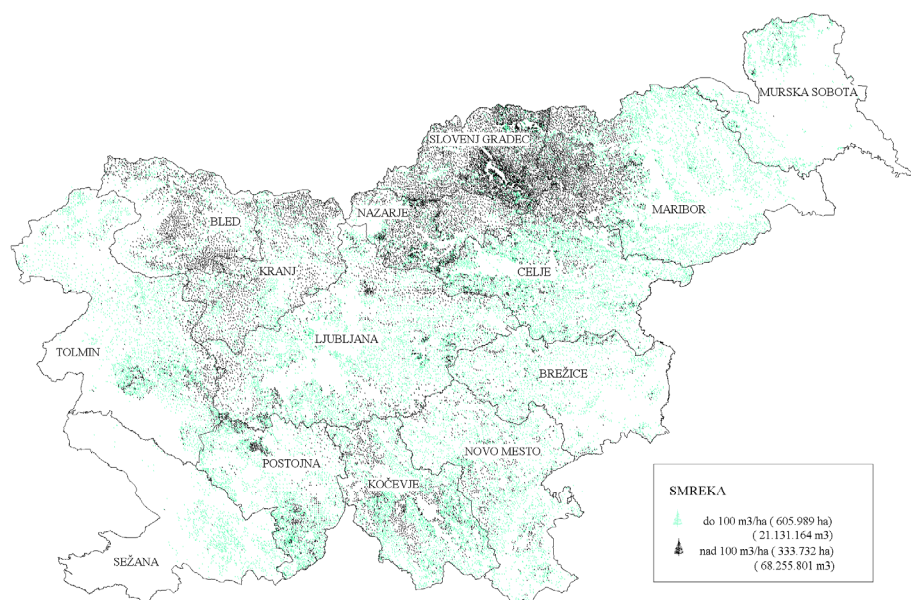
Range of potential host plants in Slovenia

Ozemlje Slovenije je v primerjavi z drugimi evropskimi državami nadpovprečno gozdnato. Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije je gozdnatost našega ozemlja 57 % (KERMAVNAR / VESELIČ 2003). Rezultati raziskave ocene gozdnih površin CORINE (Coordination of Information on the Environment) za območje zahodne Evrope in PHARE držav srednje in vzhodne Evrope iz obdobja 1995 - 1998 kažejo, da je gozdnatost Slovenije že dosegla 60 %. Gozd pokriva 1,227.832 ha površine Slovenije; gozda listavcev (z več kot 75 % listavcev) je 39,1 % ali 451.443 ha, gozda iglavcev (z več kot 75 % iglavcev) je 21,7 % ali 250.718 ha, mešanega gozda (iglavci, listavci: 25 - 75 %) je 39,2 % ali 452.399 ha (HOČEVAR 2003).

V Sloveniji je delež iglavcev v lesni zalogi 47,9 % (navadne smreke 32,3 %, jelke 8,1 %, rdečega bora 4,7 %, črnega bora 1,2 % in drugih iglavcev 1,6 %). Črni bor se pojavlja predvsem kot monokultura na GGO Sežana.

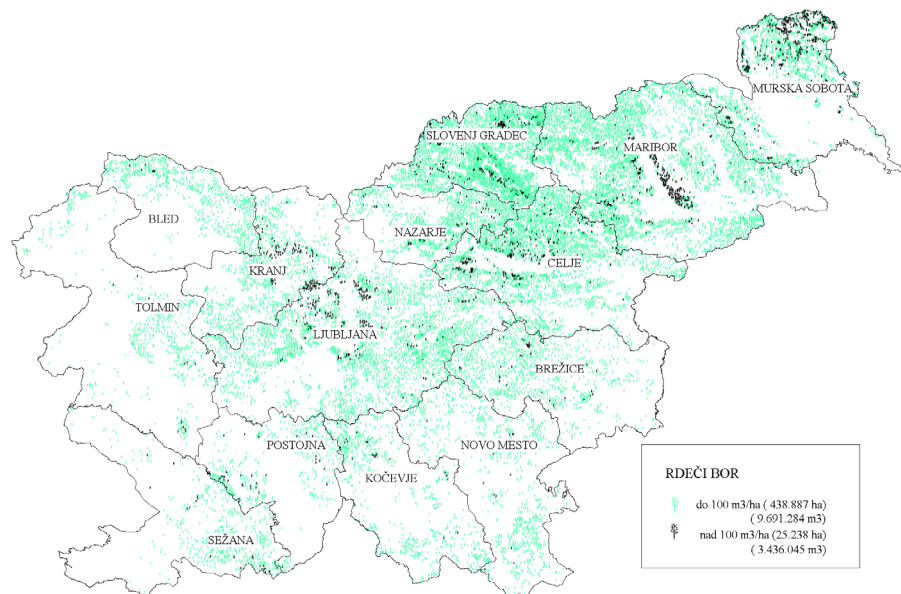
Navadna smreka z lesno zalogo 1 - 100 m<sup>3</sup>/ha je na površini 605.989 ha (21.131.164 m<sup>3</sup>), z lesno zalogo nad 100 m<sup>3</sup>/ha je na površini 333.733 ha (68.255.801 m<sup>3</sup>) (izračun narejen na 57.191 odsekih) (slika 3).

Rdeči bor z lesno zalogo 1 - 100 m<sup>3</sup>/ha je na površini 438.887 ha (9.691.284 m<sup>3</sup>), z lesno zalogo nad 100 m<sup>3</sup>/ha je na površini 25.238 ha (3.436.045 m<sup>3</sup>) (izračun narejen na 3.170 odsekih) (slika 4). Črni bor z lesno zalogo 1 - 100 m<sup>3</sup>/ha je na površini 71.609 ha (1.302.119 m<sup>3</sup>), z lesno zalogo nad 100 m<sup>3</sup>/ha je na površini 12.217 ha (1.964.677 m<sup>3</sup>) (izračun narejen na 1.679 odsekih) (slika 5).

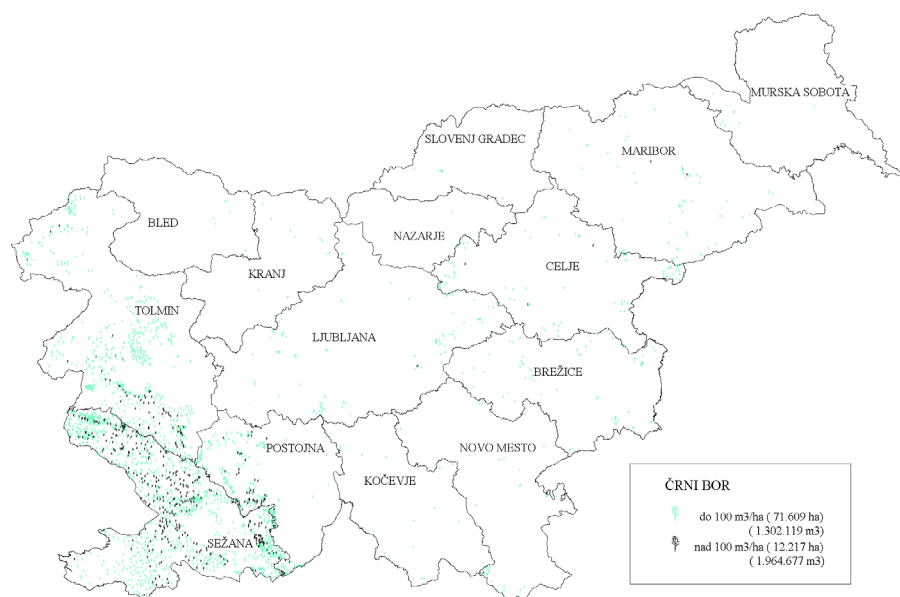


Slika 3: Razširjenost in lesna zaloga navadne smreke v Sloveniji, 2003

Fig. 3: Range and volume of Norway spruce in Slovenia, 2003



Slika 4: Razširjenost in lesna zaloga rdečega bora v Sloveniji, 2003  
 Fig. 4: Range and volume of Scotch pine in Slovenia, 2003



Slika 5: Razširjenost in lesna zaloga črnega bora v Sloveniji, 2003  
 Fig. 5: Range and volume of Austrian pine in Slovenia, 2003

### 2.1.2 Spremenjenost gozdov v Sloveniji

#### Conversion of forests in Slovenia

Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih (Ul. RS 1998) predpisuje opredelitev gozdov v Sloveniji glede ohranjenosti. Ohranjenost gozdov se določi glede na delež drevesnih vrst, ki so naravni sestavi gozdne združbe tuje ali pa so redke. Tako so ohranjeni gozdovi tisti, kjer je tujih ali redkih drevesnih vrst do 30 %, spremenjeni so tisti, kjer je tujih ali redkih drevesnih vrst od 31 do 70 %, močno spremenjeni gozdovi so tisti, kjer so tuje ali redke drevesne vrste zastopane od 71 do 90 %, izmenjani gozdovi pa tisti, kjer je tujih ali redkih drevesnih vrst več kot 90 %. Ohranjenost gozdov je predpogoj njihove biološke in mehanske stabilnosti.

V Sloveniji je stanje glede ohranjenosti gozdov po GGO naslednje: GGO Tolmin - ohranjenih gozdov je 60,64 %, močno spremenjenih in izmenjanih gozdov je skupno 11,78 %; GGO Bled - ohranjenih gozdov je 51,27 %, spremenjenih in močno spremenjenih gozdov pa 48,38 %; GGO Kranj - ohranjenih gozdov je 29,52 %, spremenjenih je 54,55 %, močno spremenjenih gozdov 13,96 %, izmenjanih gozdov pa 1,98 %; GGO Ljubljana - ohranjeni gozdovi sestavljajo dve tretjini vseh gozdov v območju; GGO Postojna - ohranjenih gozdov je 50,64 %, spremenjenih 26,83 %, močno spremenjenih gozdov pa 14,91 %; GGO Novo mesto - ohranjenih gozdov je 70,43 %, spremenjenih 23,86 %, močno spremenjenih gozdov 3,71 % ter izmenjanih gozdov 1,99 %; GGO Brežice - prevladujejo ohranjeni gozdovi z deležem 81,38 %; GGO Celje - ohranjenih gozdov je 49,98 %, spremenjenih 45,31 %, močno spremenjenih gozdov pa 3,55 %; GGO Nazarje - ohranjenih gozdov je 23,8 % spremenjenih 42 %, močno spremenjenih 29 % in izmenjanih gozdov 5 %; GGO Maribor - ohranjenih gozdov je 42,54 %, spremenjenih 47,85 %, močno spremenjenih gozdov pa 9,16 %; GGO Murska Sobota - ohranjenih gozdov je 49,07 %, spremenjenih 46,63 %, močno spremenjenih gozdov 3,66 %, izmenjanih gozdov pa 0,64 %; za GGO Sežana ni podatka, tam so gozdovi močno spremenjeni z vnosom črnega bora v monokulture (JURC 2001). Analiza ohranjenosti gozdov pri nas kaže, da je stanje relativno ugodno, razlikujejo se GGO Nazarje z zasmrečenimi gozdovi, na GGO Sežana pa so tudi velike površine alohtonega črnega bora.

### **2.1.3 Zdravstveno stanje gozdov v Sloveniji**

#### Health condition of forests in Slovenia

Dobre informacije o zdravstvenem stanju naših gozdov v zadnjih desetletjih nastajajo kot rezultat diagnostičnega in raziskovalnega dela strokovnjakov ter kontinuiranega spremljanja zdravstvenega stanja v okviru vseh gozdnogospodarskih območij. Relativno dobro poznamo najpomembnejše in najpogostejše škodljive biotske dejavnike (žuželke, bolezni - patogene glive, poškodbe zaradi divjadi, poškodbe zaradi dela v gozdu) ali škodljive abiotske dejavnike (veter, sneg, žled, plazovi, usadi, onesnaženi zrak, spremembe nivoja talne vode) in tudi obseg poškodb v naših gozdovih, ki jih ti škodljivi dejavniki povzročajo. Količino sanitarnih posekov (to je posek bolnega, poškodovanega ali sušečega se drevja, ki je odstranjeno iz sestoja zaradi izboljšanja zdravstvenega stanja sestoja) navaja publikacija Zdravje gozda (JURC in sod. 2003). Tako je sanitarni posek v letu 2002 znašal približno 565.500 m<sup>3</sup>. Sanitarni posek listavcev je sestavljal 20 % sanitarnega poseka, posek iglavcev pa 80 %. Skupaj je sanitarni posek v letu 2002 sestavljal 21 % celotnega poseka. Delež sanitarnega poseka v skupnem poseku iglavcev je bil 30,5 %, delež v skupnem poseku listavcev pa 9,6 %. Primerjalno je sanitarni posek v letih 1999 do 2001 znašal: 1999 - 27 %, 2000 - 21 % in leta 2001 - 19 % celotnega poseka.

#### **2.1.3.1 Poškodbe zaradi škodljivih žuželk**

##### *Damages due to harmful insects*

V letu 2002 je bilo zaradi škodljivih žuželk posekanih 169.382 m<sup>3</sup> lesa oz. 147.258 dreves. V celotnem poseku sestavlja posek zaradi škodljivcev 6,4 % oz. 30 % sanitarnega poseka. Skoraj ves posek zaradi škodljivih žuželk je bil realiziran pri iglavcih - 99 %, listavcev je bilo le za 1 %. Prevladujoči del poseka je posledica škodljivih žuželk – podlubnikov (družina Scolytidae) na iglavcih. Med iglavci je najpogostejša drevesna vrsta, posekana zaradi škodljivih žuželk, smreka z 72 % poseka zaradi škodljivih žuželk, sledijo jelka s 25 %, zeleni bor z 1,5 % in rdeči bor z 0,8 %. Med listavci pa je bilo treba zaradi škodljivih žuželk najpogosteje posekati hrast graden, ki sestavlja 0,2 % sanitarnega poseka.

V letu 2002 je količina zaradi škodljivcev posekanega drevja v primerjavi z letom 2001 narasla. Posek drevja zaradi škodljivih žuželk se je v preteklih letih spreminjal takole: leta 1995 - 164.000 m<sup>3</sup>, leta 1996 - 88.000 m<sup>3</sup>, leta 1997 - 81.000 m<sup>3</sup>, leta 1998 - 167.000 m<sup>3</sup>, leta 1999 - 102.500 m<sup>3</sup>, leta 2000 - 118.550 m<sup>3</sup>, leta 2001 - 132.732 m<sup>3</sup> in leta 2002 - 169.382 m<sup>3</sup> (JURC in sod. 2003).

### **2.1.3.2 Poškodbe zaradi požarov** *Damages due to fires*

Gozdni požari se pojavljajo predvsem na GGO Sežana, v monokulturah črnega bora. Če primerjamo število požarov in opožarjene površine gozda v letu 2002 po GGO, je GGO Sežana daleč na prvem mestu med OE, tako po številu požarov kot po opožarjeni površini. V gozdu je zagorelo 29-krat (48 % vseh požarov) in opožarjenih je bilo 125,36 ha površin (78 % vseh pogorelih površin v Sloveniji). Tako je leta 2002 posek drevja kot posledica požarov znašal 5.087 m<sup>3</sup>, od tega 4.752 m<sup>3</sup> iglavcev in 335 m<sup>3</sup> listavcev (JURC in sod. 2003).

Tam kjer se pojavijo talni ali preletni požari, sestoji ne pogorijo. Njihov razvoj se nadaljuje, vendar postanejo izredno občutljivi na okužbe s patogenimi glivami (*Cenangium ferruginosum* Fr. in *Sphaeropsis sapinea* Dyko & Sutton) in na napade škodljivcev (borovi podlubniki, rilčkarji, kozlički, krasniki in drugi ksilofagi).

## **2.2 PODNEBNE RAZMERE, UGODNE ZA RAZVOJ BOROVE OGORČICE** CLIMATE CONDITIONS, BENEFIT FOR THE DEVELOPMENT OF PINE WOOD NEMATODE

Vrsta *B. xylophilus* lahko sklene življenjski krog na glivi *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr. v štirih do petih dneh pri temperaturi 25 °C (MAMIYA 1975) (cit. po MAMIYA 1984). Razmnoževanje se ustavi pri temperaturah, nižjih od 9,5 °C in višjih od 33 °C.

Propadanje iglavcev je tesno povezano s podnebnimi dejavniki, ki neposredno vplivajo na razvoj ogorčice *B. xylophilus*. Takeshita in sodelavci (1975) so ugotovili, da nizka količina padavin (manj kot 30 mm v 40-dnevnem poletnem obdobju) in visoke

temperature (več kot 55-dnevno obdobje s srednjimi dnevnimi temperaturami nad 25 °C) neposredno vplivajo na intenzivnost napada in poškodovanost dreves. V jugozahodnem delu Japonske je škoda najbolj izrazita v območjih s srednjimi letnimi temperaturami med 15 in 16 °C. Mamiya (1984) trdi, da so povprečne letne temperature pomemben parameter za nastanek škode, ki jo povzroča vrsta *B. xylophilus*. Po njegovem propadanje iglavcev ne pride do izraza pri temperaturah pod 10 °C, med 10 in 12 °C se propadanje pojavlja sporadično in je pri temperaturah nad 14 °C lahko močno izraženo.

Številni avtorji, kot so Rutherford in Webster (1987) in Rutherford in sodelavci (1990), navajajo, da srednje poletne temperature pod 20 °C negativno vplivajo na razvoj borove ogorčice oziroma da se lahko razvija v Evropi in Severni Ameriki le na območjih južno od izoterme, kjer dosegajo srednje dnevne temperature poleti najmanj 20 °C.

Na podlagi zgornjih ugotovitev Magnusson (1986) sklepa, da je pojav propadanja borov v Evropi omejen na južnejša območja, hkrati pa glede na opravljene preskuse v rastnih komorah dodaja, da se v obdobju toplih poletij borova ogorčica lahko razvije tudi v območjih severne Evrope.

### **2.2.1 Podnebne razmere v Sloveniji**

#### Climate conditions in Slovenia

Pregled povprečnih letnih temperatur kaže, da je bila v Sloveniji srednja letna temperatura 10 °C, pri kateri po mnenju številnih strokovnjakov lahko pride do napada borove ogorčice; v obdobju 2000 - 2002 je bila presežena kar na 8 od skupno 9 kontrolnih postaj, katerih podatke obravnavamo v tem prispevku. V obdobju 1963 - 1990 je bila ta temperatura presežena le na Primorskem (Bilje, Portorož). V obdobju 2000 - 2002 so bile zaradi globalnega segrevanja Zemlje mejne srednje letne temperature presežene tudi v notranjosti Slovenije (Postojna, Ljubljana, Novo mesto, Celje, Maribor, Murska Sobota). Enako velja tudi za poletne temperature, saj je bila mejna temperatura 20 °C v zadnjem obdobju v nasprotju z obdobjem 1963 - 1990 (kritična temperatura presežena le na Primorskem - Bilje, Portorož) presežena v sedmih od skupno devetih kontrolnih točk ([http://www.rzs-hm.si/pripravili\\_smo/publikacije/mesecne.html](http://www.rzs-hm.si/pripravili_smo/publikacije/mesecne.html), [http://www.rzs-hm.si/pripravili\\_smo/klima/podatki.html](http://www.rzs-hm.si/pripravili_smo/klima/podatki.html), HMZ (Mesečni bilteni, januar - december, za leta 2000, 2001, 2002) (preglednica 1).

Preglednica 1: Povprečne letne ter povprečne poletne temperature (junij - avgust) na 9 kontrolnih postajah v Sloveniji (vir: HMZ, Agencija Republike Slovenije za okolje)

Table 1: Average annual temperature and average summer temperature (June - August) at the nine stations in Slovenia (source: Environmental Agency of Slovenia)

Kontrolna postaja Stations	Povprečna temperatura v obdobju 1963 - 1990 (°C) Average temperature from 1963 - 1990 in °C		Povprečna temperatura v obdobju 2000 - 2002 (°C) Average temperature from 2000 - 2003 in °C		Temperaturni odklon 1963 - 1990 : 2000 - 2002 (°C) Temperature deviation 1963 - 1990 : 2000 - 2003 in °C	
	Letna Annual	junij-avgust June - August	Letna Annual	junij-avgust June - August	Letna Annual	junij-avgust June - August
	Bilje	11,8	20,4	13,1	21,8	+1,3
Portorož	13,5	21,6	14,0	22,3	+0,5	+0,7
Postojna	8,4	16,7	10,0	18,2	+1,6	+1,5
Ljubljana	9,8	18,9	11,8	20,9	+2,0	+2,0
Rateče	5,7	14,8	7,4	16,5	+1,7	+1,7
Novo mesto	9,4	18,4	11,5	20,7	+2,1	+2,3
Celje	9,1	18,2	11,1	20,1	+2,0	+1,9
Maribor	9,7	18,7	11,6	20,9	+1,9	+2,2
M. Sobota	9,2	18,4	11,1	20,4	+1,9	+2,0

Glede na zgoraj navedene podatke lahko sklenemo, da je precejšen del slovenskega ozemlja primeren za naselitev in širjenje *B. xylophilus* oziroma da so zagotovljene vremenske razmere za razvoj borove ogorčice.

### 2.3 ŠIRJENJE BOROVE OGORČICE Z VEKTORJI

#### SPREADING OF PINE WOOD NEMATODE WITH VECTORS

Življenjski krog vrste *B. xylophilus* lahko poteka na saprofitski (mikofagni) in fitoparazitski način (WINGFIELD 1983). V obeh primerih potrebuje vektorje za razvoj oziroma transport med gostiteljskimi drevesi.

Večina vrst rodu *Bursaphelenchus*, vključno z *B. xylophilus*, živi v povezavi z različnimi vrstami hroščev iz družin kozličkov (Cerambycidae), rilčkarjev (Curculionidae), podlubnikov (Scolytidae) in krasnikov (Buprestidae).



### 2.3.1 Družina kozlički (Cerambycidae), rod *Monochamus*

Family Cerambycidae, genus *Monochamus*

Družina kozlički - Cerambycidae (Insecta: Coleoptera), v kateri je tudi rod *Monochamus*, obsega okoli 30.000 vrst večinoma iz tropskih območij. V zmernih podnebnih območjih je število vrst manjše in upada proti severu.

Rod *Monochamus* (neevropske vrste) je kot vektor borove ogorčice uvrščen kot karantenski v EU Direktivo 77/93, 29/00 EEC I-A-I.

Vrste rodu *Monochamus*, ki so potrjeni ali zelo verjetni vektorji borove ogorčice, so: *M. carolinensis* Olivier, *M. clamator* LeConte, *M. marmorator* Kirby, *M. mutator* LeConte, *M. notatus* (Drury), *M. obtusus* Casey, *M. rubigenus* Bates, *M. scutellatus* subsp. *scutellatus* Say, *M. scutellatus* subsp. *oregonensis* LeConte, *M. titillator* (Fabricius), *M. alternatus* Hope., *M. nitens* Bates, *M. saltuarius* Eschscholz, *M. tesserula* White, *M. urussovii* (Fischer), *M. galloprovincialis* (Oliv.), *M. sator* Fabricius, *M. sutor* (L.). Najpomembnejši vektor *B. xylophilus* na Japonskem je vrsta *M. alternatus*, v ZDA so to vrste *M. carolinensis*, *M. scutellatus* subsp. *scutellatus* ter *M. scutellatus* subsp. *oregonensis*.

Gostitelji kozličkov rodu *Monochamus* so: *Pinus* spp., *Abies* spp., *Picea* spp., *Pseudotsuga* spp., *Larix* spp., *Cedrus* spp.

Morfologija imaga: odrasli hrošči rodu *Monochamus* so 15 do 30 mm dolgi. Čelo je prečno ali skoraj kvadratasto, antenalne izbokline velike, tesno skupaj, ločene z globoko vdolbino. Tipalke so tanke, zelo dolge pri samcih, izrazito daljše kot telo pri samicah, tretji segment tipalk najmanj dvakrat daljši od bazalnega dela - scapusa. Ovratnik (predprsni hrbtni ščit - pronotum) je rahlo konveksen, s širokim ovratnim ščitom. Baze pokrovk so širše od ovratnika, ramena štrleča, konice ramen spodrezane. Noge so tanke in podaljšane, posebej pri samcih, kjer je anteriorna piščal obokana in stopalce obrobljeno z dlačicami.

Bionomija: oplojene samice izdolbejo z mandibulami stožčaste 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. Embrionalni razvoj traja od 7 do 14 dni, odvisno od temperaturnih razmer. Jajčna larva se začne prehranjevati s kambijem in floemom pod skorjo. Takrat naredi široko, nepravilno izjedino v ličju in površinskem delu lesa. Črvina je groba, meri od 3 do 4 mm v dolžino in jo larve izrivajo iz odprtih v skorji. Po tretji levitvi se začne uvrtavati v les, rovni sistem je ovalen in je 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, *M. carolinensis* pa od 3 do 8. Starostna larva zadela konec larvalnega hodnika z ostružki (črvino), kjer se zabubi. Hrizalidacija se zaključi po 19 dneh in takrat se začne mladi imago prebijati skozi les z okroglim rovom do lubja. Do eklozije imaga na površini debla preteče včasih tudi od 6 do 8 dni. Pri večini vrst tega rodu 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. To inicialno, zrelostno žrtje traja približno 10 dni, pri nekaterih vrstah tudi 21 dni. Tako spolno dozori in napadajo sveže podrti debla ali zaradi biotskih ali abiotskih dejavnikov oslabiljene gostitelje. Tam kopulirajo in začnejo z ovipozicijo. Hrošče privabljajo monoterpeni in etanol gostitelja. *M. alternatus* ima običajno eno generacijo letno, v hladnejših območjih Japonske pa dveletno generacijo. V Missuriju (ZDA) ima *M. carolinensis* dve generaciji na leto (SMITH in sod. 1997).

Simptomi: samice odlagajo jajčeca v stožčaste izvrtine, ki jih zaradi majhnosti težko opazimo. Včasih samice naredijo več stožčastih odprtih, v katere ne odložijo jajčec. Larve se začno prehranjevati pod skorjo, kjer opazimo, če odstranimo skorjo, široke hodnike s črvino. Prehranjevanje larv se konča v lesu, kjer vidimo rovne sisteme, ovalne v prerezu. V hodnikih v lesu opazimo larve, ki so lahko različnih velikosti pri isti vrsti, kar je odvisno od razvojnega stadija larve. Na koncu ravnih sistemov so bubilnice – kamrice, zadelane s črvino. Tam so bube, ki so značilne za kozličke. Na površini debel se po končanem razvoju osebkov pojavijo okrogle izletne odprtine. Včasih vidimo na debelih gostitelja tudi odrasle kozličke.

Vrste rodu *Monochamus* so sekundarni škodljivci (napadajo stoječa debla oslabljenih gostiteljev ter sveže posekana debla) in tehnični - terciarni škodljivci (napadajo pred časom podrti in posušeni les).

Za druge rodove družine Cerambycidae (na primer *Acalolepta*, *Acanthocinus*, *Amniscus*, *Arhopalus*, *Asemum*, *Corymbia*, *Neacanthocinus*, *Rhagium*, *Spondylis*, *Uraecha*, *Xylotrechus*) je bilo sicer ugotovljeno, da lahko na telesu prenašajo ogorčice, ni pa bilo ugotovljeno, da bi lahko rabili kot vektorji tega škodljivca (SMITH in sod. 1997).

### 2.3.2 Družina rilčkarjev - Curculionidae, rod *Pissodes*

Family Curculionidae, genus *Pissodes*

Družina rilčkarjev - Curculionidae (Insecta: Coleoptera), v kateri je tudi rod *Pissodes*, obsega približno 40.000 vrst in sestavlja najštevilnejšo družino v živalskem kraljestvu. Menijo, da okoli 10 % vrst živi v Evropi, druge vrste pa predvsem v tropskih območjih. Družina rilčkarjev se deli v tri poddružine: *Orthoceri* - listni zavijači ali cigaraši, *Adelognathi* - rilčkarji s kratkim in debelim rilčkom ter *Phanerognati* - rilčkarji z dolgim in ozkim rilčkom. V zadnjo poddružino uvrščamo rod *Pissodes*.

Rod *Pissodes* (neevropske vrste) je kot potencialni vektor patogene borove ogorčice uvrščen kot karantenski v EU Direktivo 29/00 EEC II-A-I.

Za Evropo so karantenske vrste: *Pissodes castaneus* Degeer, *P. nemorensis* Germar, *P. strobi* (Peck), *P. terminalis* Hopping.

Gostitelji vrst rodu *Pissodes* so: *Pinus* spp., *Abies* spp. (redko), *Picea* spp. (redko), *Taxus* spp. (redko), *Larix* spp. (redko), *Cedrus* spp., *Pseudotsuga* spp.

Morfologija imaga: odrasli osebki imajo čelni ščit (klipeus) podaljšan v rilček, na koncu rilčka je ustni aparat za grizenje in drobljenje. Veliki so od 5 do 15 mm skupaj z rilčkom. Na rilčku so tipalke, včasih na sredini rilčka. So rdeče-rjavi, svetlo rjavi ali temno rjavi hroščki. Pri nekateri vrstah oblikujejo luske na pokrovkah nekakšne lise. Samice so ponavadi daljše kot samci. Imagi so močno hitinizirani. Nekatere vrste letijo, druge ne.

Bionomija: večinoma imajo eno generacijo na leto, v višjih nadmorskih legah lahko traja razvoj tudi dve leti. Prezimijo kot bube v deblih ali kot odrasli osebki v tleh, opadu, pod skorjo debel ali panjev, ali v vejicah v obrši. Napadajo večinoma mlajša debela, visoka od

2 do 6 m, odlagajo jajčeca v območju od koreninskega vratu do prvih vej v debelejših ali mlajših vejah. Včasih napadajo tudi starejša drevesa (50 do 100 let). Ovipozicija se pri nekaterih vrstah začne jeseni in poteka prek zime, pri drugih se začne spomladi ali poleti (junija-julija). Samice odložijo do 180 jajčec v globoke radialne izjedine v skorji posamično ali po 3 ali 5 jajčec skupaj. Razvoj pri večini vrst poteka v kambialni coni gostitelja. Imajo štiri ali pet larvalnih stadijev. Zabubijo se v kamrici, obdani z iverjem. Imagi se pojavijo aprila, maja do septembra. Včasih živijo več let.

Simptomi: na mlajših gostiteljskih rastlinah vidimo kapljice smole kot rezultat prehranjevanja odraslih osebkov z mlado skorjo, ter obžrt epiderm (primarno krovno tkivo) ali periderm (sekundarno krovno tkivo). Larve oblikujejo med skorjo in lesom rahlo zavite rove, ki so v skorji in se rahlo zajedajo v površinske dele lesa. Rovi ličink se končajo z ivernato bubilnico, ki se zajeda globlje v les. Večje dimenzije ravnih sistemov, njihov nepravilni potek (kljub temu imajo včasih "lažne" zvezdaste ravnne sisteme) ter izostanek materinskih hodnikov jih jasno loči od ravnih sistemov podlubnikov. Na površini skorje včasih opazimo črvino.

Predstavljajo nevarne primarne in sekundarne škodljivce mlajših in starejših iglavcev. V prebavilih in na površini telesa nekaterih vrst rodu *Pissodes* so ugotovili patogeno ogorčico *B. xylophilus*, rilčkarji pa kot vektorji ogorčice v naravi še niso potrjeni (SMITH in sod. 1997).

### 2.3.3 Družina podlubniki (Scolytidae)

Family Scolytidae

Družina podlubniki - Scolytidae (Insecta: Coleoptera) obsega okoli 2.000 vrst, ki so razširjene po vsem svetu. V Evropi je opisanih 154 vrst (GRÜNE 1979), pri nas pa 88 (JURC 2003).

Družina Scolytidae (neevropske vrste) so v anksu II-A-I direktive EU 29/2000.

Za Evropo in območje EPPO so kot karantenski škodljivci z različnimi statusi pomembne naslednje vrste: *Ips confusus* (LeConte) (Pin. - na *Pinus* spp.), *I. paraconfusus* Lanier (Pin.), *I. pini* (Say) (Pin.), *I. plastographus* (LeConte) (Pin.), *Dryocoetes confusus* Swaine (Abi. - na *Abies* spp.), *Dendroctonus rufipennis* (Kirby) (Pic. - na *Picea* spp.), *D. pseudotsugae* Hopkins (Pse. - na *Pseudotsuga* spp.), *D. ponderosae* Hopkins (Pin.), *D. brevicomis* LeConte (Pin.), *D. adjunctus* Blandford (Pin.), *D. frontalis* Zimmermann

(Pin.), *I. lecontei* Swaine (Pin.), *I. calligraphus* (Germar) (Pin.), *I. grandicollis* (Eichhoff) (Pin.), *I. amitinus* (Eichhoff) (Pin.), *D. micans* (Kugelann) (Pic.), *I. cembrae* (Heer) (Lar. - na *Larix* spp.), *I. sexdentatus* (Börner) (Pin.), *I. typographus* (Linnaeus) (Pic.), *I. duplicatus* (Sahlberg) (Pic.).

Gostitelji: *Pinus* spp., *Picea* spp., *Abies* spp., *Larix* spp., *Pseudotsuga* spp., *Tsuga* spp. (redko).

Morfologija imaga: predstavniki družine podlubnikov (Scolytidae) so drobni ali zelo drobni hrošči, veliki od 0,5 do 13 mm. Vsi so podolgovato cilindrični, rjave do temnorjave barve, imajo prelomljene betičaste tipalke. Delijo se v tri poddružine po značilnih morfoloških lastnostih: *Ipinae* (lubadarji), *Hylesininae* (ličarji) in *Scolytinae* (beljavarji). Lubadarji imajo kratko glavo, ki je neznatno podaljšana v rilček. Pri večini vrst glave od zgoraj ne vidimo. Pokrovke na koncu strmo padajo k zadnjemu sternitu, imajo izrazit koničnik z zobčki na obronku. Tretji členek stopalca je stebričast. Pri ličarjih se pokrovke na koncu v loku spuščajo k zadnjemu sternitu, prednji rob pokrovk je v loku zaobljen, grobo zrnat in nagrbančen. Pri nekaterih vrstah je glava podaljšana v rilček. Tretji členek stopalca je praviloma srčast in dvokrpast. Glava je, gledano od zgoraj, vidna. Pri beljavarjih pokrovke potekajo vodoravno skoraj do konca, kjer so okroglo pristrižene. Prva dva člena zadka (sternita) sta bolj ali manj vodoravna, preostali se strmo poševno dvigajo k analnemu segmentu. Od zgoraj glavo vidimo. Na prednjih nogah je zunanji rob piščali raven in ob prvem členku stopalca podaljšan v močan in blago ukrivljen trn.

Bionomija: podlubniki so večinoma polivoltine (imajo več generacij na leto) ali univoltine vrste (imajo enoletno generacijo). Pri rojenju, ki se začne pri višjih temperaturah, se spolno zreli hroščki zbirajo, hranijo in iščejo partnerja. Pri polivoltinih vrstah je rojenje neprekinjeno. Po kopulaciji začnejo samice izdelovati materinske rovne sisteme pod skorjo ali v lesu gostiteljev, kamor odlagajo jajčeca. Po ekloziji začnejo ličinke izdelovati svoje rove (vsaj večina vrst), na koncu katerih se zabubijo večinoma v bubilnicah. Tam se zgodi hrizalidacija v odrasle osebkke, ki pri večini vrst izdelata svoj lastni izhodni rov.

Simptomi: prvi znaki napada fleofagnih in ksilomicetofagnih podlubnikov so majhne, okrogle vhodne odprtine na lubju. Pojavi se črvina: temno rjava je značilna za fleofagne, bela pa za ksilomicetofagne vrste. Pri vhodni odprtini se nabira smola. Pod skorjo in v beljavi (les neposredno pod skorjo) opazimo rovne sisteme, ki so sestavljeni iz rogov samic ter pri večini vrst podlubnikov tudi iz rogov ličink. Fleofagne vrste imajo različne oblike ravnih sistemov -

odvisno od tega, ali so to monogamne (enokraki vzdolžni, enokraki prečni, dvokraki vzdolžni, ploskovni...) ali poligamne vrste (vzdolžno zvezdasti, prečno zvezdasti, zvezdasti). Nekatere fleofagne vrste prenašajo glive, ki povzročajo modrenje lesa. Rovni sistemi ksilomicetofagnih vrst so lahko: lestvičasti, družinski ploskovni rovni sistemi in dr. Rovni sistem je značilen za posamezno vrsto. Pri nekaterih vrstah se na stenah hodnikov razvijajo glive (ambrozijske glive). Hodniki so črne barve, ko glive odmrejo.

Simptome napada opisanih skupin žuželk, ki so potrjeni ali potencialni vektorji borove ogorčice, je treba dobro poznati, tako da jih lahko zaznamo pri uvozu iglavcev iz areala razširjenosti borove ogorčice. Simptome napada vektorjev borove ogorčice moramo poznati tudi zaradi morebitnega detektiranja ogorčice na terenu.

### 2.3.4 Razširjenost potencialnih vektorjev v Sloveniji

Range of potential vectors in Slovenia

Potrjeni vektorji borove ogorčice so samo nekatere vrste rodu *Monochamus* (Mamiya 1975, Mamiya / Furukawa 1977, SMITH in sod. 1997). Omejili se bomo samo na vrste, ki so ugotovljene pri nas: *Monochamus sartor* Fabr., *M. saltuarius* Gebler, *M. sartor* Fabr. ter *M. galoprovincialis* Oliv. (MÜLLER 1949-1952, Osrednja zbirka PMS, Ljubljana). Areale in značilnosti drugih ksilofagnih vrst, ki so možni vektorji borove ogorčice, so pri nas raziskovali nekateri avtorji (TITOVŠEK, 1973,1983, PAVLIN 1991, JURC 2001, 2003).

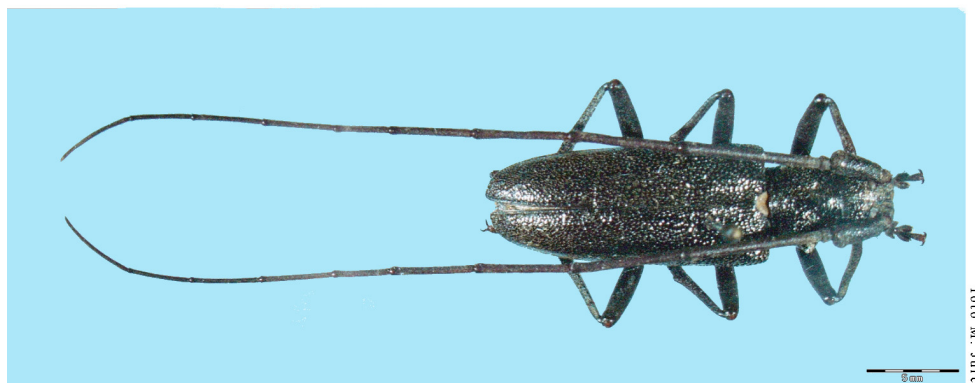
#### a) *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787) - krojaček

Velikost osebkov je med 21 do 35 mm. Elitri v sprednji tretjini prečno stisnjeni. Ščitek močan in simetričen, rumenkasto-belkasto dlakav, brez srednje linije. Temni elitri pri samicah največkrat z nejasnimi, pri samicah večinoma z belkastimi, z dlačicami prekritimi madeži. Elitri pri samcih na koncu razločno zožani, pri samicah skoraj nič (slika 6, 7).

Habitati so gorski predeli. Pojavljajo se VII-VIII na deblih smreke s skorjo, na začetku razvoja pod skorjo, kasneje v lesu. Včasih gre na oslABLJENE gostitelje (FREUDE / HARDE / LOHSE 1966).

V osrednji koleopterološki zbirki PMS je devet primerkov krojačkov z naslednjih lokacij: Trenta, Soča, 480 m, 12. 8. 1954; Bled, Rečica (skladišče lesa), VM02; Bohinj: Ukanc,

VM02, 30. 8. 1996; Kam. Bistrica, 17. 9. 1948; Solčava, 2. 8. 1930; Logarska dolina (Coll. Peyer); Maribor, Kamnica, junij, 1919; Karavanke - Mrzla dolina, VM54, 1300 m. n. m., 20. 6. 2000; Snežnik: Mašun, VL54, 1000 m. n. m., 13. 7. 2001.



Slika 6: *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787) – krojaček: samec

Figure 6: *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787), male



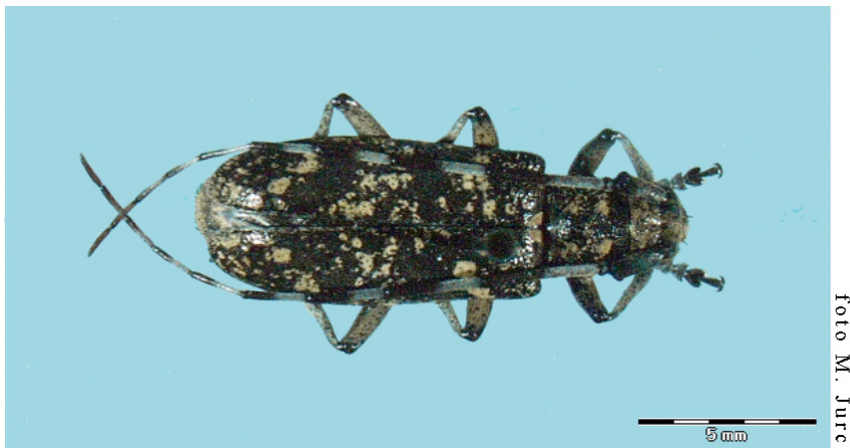
Slika 7: *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787) – krojaček: samica

Fig. 7: *Monochamus sartor* (Fabricius, 1787), female

**b) *Monochamus saltuarius* Gebler**

Elitri v sprednji tretjini nista stisnjeni od strani, simetrično sta izbokani. Srednja linija ščitka je v celoti ali samo do polovice brez svetlih dlačic. Elitri sta po vsej dolžini močno punktirani (punktiranost je dobro opazna z 10x povečavo), na bazi zrnati. Pri vrsti *M. saltuarius* sta elitri na bazi jasno, vendar komaj zrnato punktirani, na koncu zelo razpršeno punktirani. Elitri in pronotum so s številnimi rumenkastimi madeži z dlačicami, vmes z golimi očesci). Velikost 11-19 mm. Redka vrsta, areali so vzhodne Alpe, Češka, Slovaška, Karpati, proti vzhodu do Japonske. Pojavi se VI-VIII, larve na smreki in boru (FREUDE / HARDE / LOHSE 1966).

V osrednji koleopterološki zbirki PMS sta dva primerka z naslednjih lokacij: Bohinj: Ukanc, VMO2, 20. 7. 1996; Kočevje, Štalcerji, VL94, 28. 5. 1986.



Slika 8: *Monochamus saltuarius* Gebler

Figure 8: *Monochamus saltuarius* Gebler

**c) *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) - čevljarček**

Elitri v sprednji tretjini nista stisnjeni od strani, simetrično sta izbokani. Srednja linija ščitka je v celoti brez svetlih dlačic. Temni, s  $\pm$  belo-rumenkastimi dlakastimi madeži, lahko manjkajo (posebej pri samcih). Pronotum je pri samcih skoraj brez madežev, pri samicah s dvema dlakastima madežima po sredini. Tipalke in noge temne (antene pri

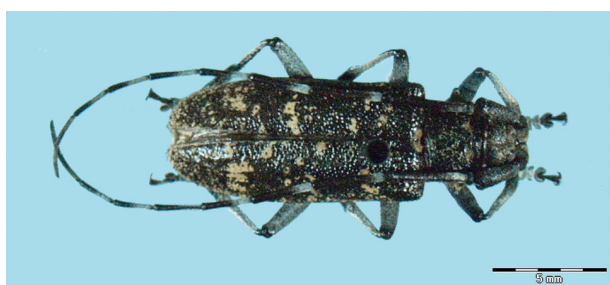


samicah belo prečno črtaste). Elitre so zgoščeno punktirane. Velikost 15-24 mm (Slika 9, 10). Pojavljajo se predvsem v nižinah, VII-IX, na smrekah s skorjo. Larve v iglavcih, zmeraj na smreki, tudi na jelki (FREUDE / HARDE / LOHSE 1966).

V osrednji koleopterološki zbirki PMS je 23 osebkov te vrste z naslednjih lokacij: Julijske Alpe - Vršič, 4. 7. 1986; Trenta, Log, 23. 7. 1954; Karavanke - Košutnik, WM54, 1400 m. n. v., 23. 7. 2001 (3x); Kam. Bistrica, 9. 8. 1987, Karavanke - Peca, VM85, 5. 7. 1994; Rob, Uzmani, VL67, 17. 7. 1994; Solčava, 27. 7. 1931 (5x); Solčava, 2. 8. 1930 (2x); Karavanke - Košutnik, WM54, 20. 6. 2000 (2x); Pohorje - Kopa, 5. 7. 1983, Pohorje, potok Lobnica (Coll. Peyer) (3x); Pohorje - Areh, 24. 7. 1983; Kozjak - Crmenica (Coll. Peyer).



Slika 9: *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) – čevljarček, samec  
Figure 9: *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758), male



Slika 10: *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758) – čevljarček, samica  
Figure 10: *Monochamus sutor* (Linnaeus, 1758), female

**d) *Monochamus galoprovincialis* Oliv.**

Elitri v sprednji tretjini nista stisnjeni od strani, simetrično sta izbokani. Srednja linija ščitka je do polovice brez svetlih dlačic. Dlakavost eliter je podobna tisti pri *M sutor*, večinoma je okrasto-rumena, lahko tudi belo-sivo-rumena. Pronotum pri obeh spolih s številnimi drobnimi belo-rumenimi dlakastimi madeži. Tipalke in noge rdeče-rjave (pri osnovni obliki), pri var. *pistor* Germ. temne (tipalke pri samicah belo prečno črtaste). Elitre širokocevasto punktirane. Punktacije so vzdolžne. Velikost 12 -25 mm (slika 11). V srednji Evropi prevladuje var. *pistor*, v zahodni in jugozahodni Evropi osnovna vrsta. Pojavi se VI-IX, hrošč obžira skorjo mladih poganjkov. Larve so večinoma v borih (FREUDE / HARDE / LOHSE 1966).

V osrednji koleopterološki zbirki PMS sta dva osebka te vrste: Ig, Draga, 15. 8. 1978; Pohorje, potok Lobnica (Coll. Peyer); ter en osebek Zbirke katedre za varstvo gozdov BF-Gozd.: Kojnik, 6. 6. 2001.



Slika 11: *Monochamus galoprovincialis* Oliv.

Figure 11: *Monochamus galoprovincialis* Oliv.

## 2.4 VPLIV ČLOVEKA NA ŠIRJENJE BOROVE OGORČICE

### HUMAN IMPACT ON THE SPREADING OF PINE WOOD NEMATODE

Borova ogorčica se najpogosteje prenaša prek mednarodnega trgovanja z lesom oziroma lesnimi proizvodi. Pri uvozu žaganega lesa, hlodovine in ostružkov iz območij ZDA in Kanade na območja EPP0 je bila borova ogorčica že večkrat prestrežena.

Najbolj verjeten način vnosa borove ogorčice v nenapadena območja je, če se ob uvozu lesa skupaj z ogorčico vnese tudi njen vektor - ksilofagna žuželka. Vektor lahko v lesu preživi le, če je zagotovljena zadostna količina vlage; večja, kot jo potrebujejo ogorčice. Večja je hlovovina oziroma večji so kosi lesa, dalj časa lahko žuželka preživi, zaradi česar hlovovina in žagan les pomenita večjo nevarnost za vnos vektorja kot na primer leseni ostružki.

#### **2.4.1 Kritične točke za vnos in širjenje borove ogorčice v Sloveniji**

Critical points for import and spreading of pine wood nematode in Slovenia

Kritične točke za vnos in širjenje borove ogorčice v Sloveniji so: pristanišče, mejni prehodi, proizvodni obrati in skladišča lesa. Slovenija je s svetom, tudi s prekoceanskimi državami, povezana s pristaniščem Koper, v katerega dnevno prihajajo ladje z vseh koncev sveta in prek katerega poteka intenzivno mednarodno trgovanje, tudi z lesom. Poleg mednarodnega trgovanja z lesom pa je v Sloveniji zelo razvita tudi lesno-predelovalna industrija, kar se zrcali v obstoju številnih proizvodnih obratov in skladišč lesa po vsej Sloveniji.

### **3 FITOSANITARNO TVEGANJE PHYTOSANITARY RISKS**

#### **3.1 OCENA TVEGANJA ZA VNOS BOROVE OGORČICE Z UVOŽENIM MATERIALOM**

RISK ANALYSIS FOR IMPORT OF PINE WOOD NEMATODE WITH  
IMPORTED MATERIAL

Vrsta *B. xylophilus* in njeni vektorji so uvrščeni na karantensko listo EPPO A1 (OEPP/EPPO, 1986; EPPO, 1990). Tudi v Sloveniji je na karantenski listi A1. Borova ogorčica se najpogosteje prenaša prek mednarodnega trgovanja z lesom oziroma lesnimi proizvodi. Pri uvozu žaganega lesa, hlovovine in ostružkov iz območij ZDA in Kanade na območja EPPO je bila borova ogorčica že večkrat prestrežena. Vnos ogorčice z lesom sam po sebi ne pomeni neposredne nevarnosti za gozdove na območju EPPO (MAGNUSSON 1986). Borova ogorčica namreč potrebuje za svoj razvoj stik z vektorjem, kar bi se lahko zgodilo le v primeru, če bi ogorčice vdrle v les, v katerem bi že bile ličinke ali bube potencialnih vektorjev.

### 3.1.1 Ocena tveganja za širjenje borove ogorčice znotraj Slovenije

Risk analysis for spreading of pine wood nematode inside Slovenia

V Evropi živi nekaj vrst rodu *Monochamus* in dokazano je bilo, da lahko prenašajo sorodnika borove ogorčice *B. mucronatus* (TOMMINEN 1990). Ogorčice se lahko gibljejo izredno intenzivno v lesenih ostružkih in žaganju in če tak material pride v stik z drvni ali štori, je lahko povezava med ogorčicami in vektorjem hitro vzpostavljena (SKWIERCZ 1988). Poudariti je treba, da se v sklopu lesno-predelovalne industrije velikokrat dogaja, da se prevaža hkrati tako doma pridelan kot uvožen les (MCNAMARA / STŘEN 1988).

V Sloveniji so razmere za nemoteno širjenje borove ogorčice precej ugodne, kar temelji predvsem v razširjenosti gostiteljskih rastlin, obstoju vektorjev *B. xylophilus*, razmeroma ugodnih podnebnih razmerah in končno tudi v nekaterih vzporednih dejavnikih, ki vplivajo na stres gostiteljskih rastlin (poletna suša, pogosti vetrolomi in snegolomi, požari itn.) in s tem na hitrejši razvoj in širjenje podlubnikov - potencialnih vektorjev borove ogorčice. Vsem naštetim dejavnikom pa lahko dodamo še mednarodno pristanišče in precej razvite lesno-predelovalne industrije v Sloveniji. V anketi leta 1995 so ocenili, da imajo lastniki gozdov v Sloveniji okoli 8.000 žag za primarno predelavo lesa, ki so razžagale okoli 400.000 m<sup>3</sup> hlodovine (WINKLER / MEDVED 1996).

## 4 SKLEPI CONCLUSIONS

Podnebne razmere v Sloveniji so za razvoj *Bursaphelenchus xylophilus* in njenih vektorjev ugodne. V Sloveniji so bile v zadnjih 3 letih srednje letne temperature 10 °C, pri kateri lahko po mnenju številnih strokovnjakov pride do napada in preživetja borove ogorčice. Tudi poletne temperature so ugodne za razvoj borove ogorčice, saj je bila mejna temperatura 20 °C, ki je optimalna za razvoj borove ogorčice, v obdobju 2000 - 2002 presežena na večini klimatskih meritvenih postaj.

Od gostiteljskih rastlin borove ogorčice so pri nas razširjene predvsem vrste rodu *Picea*, *Pinus*, *Abies* in *Larix*. V Sloveniji je delež iglavcev v lesni zalogi 47,9 % (navadne

smreke 32,3 %, jelke 8,1 %, rdečega bora 4,7 %, črnega bora 1,2 % in drugih iglavcev 1,6 %).

Vektorji, ki so pomemben člen v razvojnih krogih borove ogorčice, v Sloveniji vsekakor obstajajo. Vrste rodu *Monochamus* (*M. sartor*, *M. saltuarius*, *M. sutor* in *M. galoprovincialis*), ki so potrjeni vektorji obravnavane ogorčice, so pri nas razširjene v celotnem arealu iglavcev (navadne smreke, rdečega in črnega bora ter jelke). Pogoji obilnatnega obstoja vektorja za razvoj in širjenje borove ogorčice je pri nas izpolnjen.

V naših iglastih gozdovih se pogosto pojavljajo sanitarne sečnje zaradi vpliva škodljivcev, patogenih gliv, požarov, predvsem v monokulturah črnega bora na Krasu. Vsi vektorji borove ogorčice (potrjeni - kot je rod *Monochamus*, in nepotrjeni vektorji - predstavniki druž. Curculionidae in Scolytidae) so sekundarne vrste, torej tiste, ki naseljujejo predvsem poškodovane in prizadete gostitelje. Ugotovljeno relativno slabo zdravstveno stanje gostiteljev borove ogorčice je le eden izmed razlogov za morebitno širjenje borove ogorčice v naših gozdovih.

Analiza ohranjenosti gozdov pri nas kaže, da je stanje razmeroma ugodno, razlikujejo se GGO Nazarje z zasmrečenimi gozdovi, na GGO Sežana pa so tudi velike površine alohtonega črnega bora. Na dveh omenjenih območjih je biološka stabilnost sestojev manjša in dovzetnost za vektorje in ogorčico večja.

Lastniki gozdov v Sloveniji imajo veliko število žag za primarno predelavo lesa, ki razžagajo precejšnje količine hlodovine. Tam se skladiščijo precejšnje zaloge lesa in trgovanje z lesom je razmeroma veliko.

Na temelju predstavljenih podatkov lahko sklenemo, da borova ogorčica pomeni resno nevarnost za slovenske gozdove, tako da je treba okrepiti nadzor na mestu uvoza (predvsem v luki Koper) in pričeti s sistematičnim spremljanjem morebitnega pojavljanja *B. xylophilus*.

## 5 ZAHVALA ACKNOWLEDGMENT

Raziskava Postopki nadziranja in diagnosticiranja nekaterih nevarnih škodljivih organizmov ter študij populacij na različnih geografskih območjih, šifra V4-0461-01, poteka v okviru raziskav Konkurenčnost Slovenije 2001-2006 in jo financirata MŠZŠ in MKGP. Za finančno podporo se obema ustanovama zahvaljujemo. Zahvaljujemo se tudi: Savu Brelihu, univ. dipl. biol. iz Prirodoslovnega muzeja Slovenije za posredovanje prepariranega materiala posameznih skupin žuželk, Stanetu Kaiserju u. d. i. a. za risbe ter Gozdarskemu inštitutu Slovenije za uporabo opreme OLYMPUS-EFI pri izdelavi fotografij žuželk.

## 6 SUMMARY

*The pine wood nematode, Bursaphelenchus xylophilus (Steiner & Buhrer 1934, Nickle 1970), is a member of the Aphelenchoididae family, Secernentea class, and Nematode phylum. It is listed on the A1 quarantine list in Europe, as well as in Slovenia. It is ranked among the most offensive parasites of conifers (particularly the Pinus genus, more rarely the Picea, Abies, and Larix genera), as it can cause the death of large stands of conifers of all ages in a single vegetation season. The pathogen is indigenous to North America and has already been introduced into Japan and other countries of East Asia, where it causes much damage to conifer stands. The range, ecological demands, hosts, ecology, and the symptoms of attack on pines of the pine wood nematode are shown. The confirmed vectors (Insecta: Cerambycidae - genus Monochamus) and potential vectors (Insecta: Curculionidae - genus Pissodes and Scolytidae) of the pine wood nematode are presented within the framework of its ecology.*

*In evaluating the risk of the appearance of B. xylophilus in Slovenia, we considered the presence of hosts (suitable trophic conditions) and of suitable ecological conditions, with a particular emphasis on weather conditions necessary for the development of the pathogen, the possibility of entry and spread of the disease, and the presence of suitable vectors. The pine wood nematode, regardless of whether it develops as a saprophyte or a parasite, requires a vector. These can be xylofagous insects, which are classified as*

*secondary species, i.e. those that develop on already weakened or infested hosts. Therefore, the level of change within Slovenian forests (which influences the vitality and health status of the forest) and fire threat to certain stands (mostly stands of Austrian pine) are also included when evaluating risk. The considerable concentration of wood processing facilities and the international Port of Koper in Slovenia also cannot be excluded from any evaluation of risk.*

*Climatic conditions in Slovenia are favourable for the development of *B. xylophilus* and its vectors. For the past three years, the median temperature has been 10°C, which according to a number of experts could set the stage for an invasion of the pine wood nematode and its continued survival in this area. Summer temperatures are also favourable for the development of the pine wood nematode. A median summer temperature of 20°C was reached at the majority of the climate measuring stations in Slovenia between 2000 and 2002 and is the optimal temperature for the development of the pine wood nematode.*

*Host plants of the pine wood nematode, particularly those of the *Picea*, *Pinus*, *Abies*, and *Larix* genera, are widespread in Slovenia. The percentage of conifers in wood stocks in Slovenia is 47.9 % (Norway spruce 32.3 %, fir 8.1 %, Scotch pine 4.7 %, Austrian pine 1.2 %, and other conifers 1.6 %).*

*The vectors that constitute an important link in the life cycle of pine wood nematode are present in Slovenia. All species of the *Monochamus* genus (*M. sartor*, *M. saltuarius*, *M. sutor*, and *M. galoprovincialis*) are confirmed vectors of the nematode and are disseminated over the entire conifer range (Norway spruce, Scotch and Austrian pine, and fir). Thus the obligatory conditions for the existence of pine wood nematode in Slovenia are fulfilled.*

*In Slovenian conifer forests, sanitary fellings of trees due to various pests, pathogenic fungi, and fires are frequent, particularly in monocultures of Austrian pine in the Karst region. All pine wood nematode vectors (both confirmed vectors such as the *Monochamus* genus and unconfirmed vectors such as members of the *Circulionidae* and *Scolytidae* families) are secondary species, i.e. those that colonize mostly damaged and infested hosts. The confirmed relatively poor health of hosts of the pine wood nematode is*

*only one of the reasons for the possible spread of pine wood nematode in Slovenian forests.*

*An analysis of the preservation of Slovenian forests shows that they are in relatively good shape, with the exception of areas characterized by one tree species such as GGO Nazarje with its spruce filled forests and GGO Sežana with a large area covered by non-indigenous Austrian pine. The biological stability of stands in the two above-mentioned areas is therefore lower and their susceptibility to both the vectors and the pathogenic nematode itself are correspondingly higher.*

*The owners of forests in Slovenia have a large number of sawmills for the primary processing of wood and are responsible for a large amount of logging. Considerable stocks of wood are stored at sawmills and trade in this wood is proportionately large. These represent possible reservoirs of the pathogen and its vectors, as well as the means for its spread throughout Slovenia and beyond.*

*On the basis of the presented data we can conclude that the pine wood nematode presents a serious danger to Slovenian forests. Therefore, controls at entry points into Slovenia (particularly in the Port of Koper) must be strengthened and a systematic tracking of the possible presence of *B. xylophilus* within Slovenia introduced.*

## **7 LITERATURA**

### **LITERATURE**

- CPC - Crop Protection Compendium, Global Module, CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE UK.
- DROPKIN, V. H. / FOU DIN, A. S., 1979. Report of the occurrence of *Bursaphelenchus lignicolus* - induced pine wilt disease in Missouri.- Plant Disease Report, 63, str. 904-905.
- DROPKIN, V. H. / FOU DIN, A. S. / KONDO, E. / LINIT, S. / SMITH, M. / ROBBINS, K., 1981. Pinewood Nematode: A Threat to U.S. Forests?- Plant Disease, 65, str. 1022-1027.



- FREUDE, H. / HARDE, K. W. / LOHSE, G. A., 1966. Die Käfer Mitteleuropas. Band 9. Cerambycidae, Chrysomelidea. Goecke & Evers, Krefeld, 299 str.
- GRÜNE, S., 1979. Handbuch zur Bestimmung der europäischen Borkenkäfer. Brief Illustrated Key to European Bark Beetles. Hannover, Verlag M. & H. Schaper: 182 str.
- HOČEVAR, M., 2003. Stanje in simulacija trajnostnega razvoja gozdnih fondov v Sloveniji.- Območni gozdnogospodarski načrti in razvojne perspektive slovenskega gozdarstva. XX gozdarski študijski dnevi. Zbornik referatov, Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF, str. 103 - 122.
- ISHIBASHI, N. / KONDO, E., 1977. Occurrence and survival of the dispersal forms of pinewood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus* Mamiya and Kiyohara.- Appl. Ent. Zool., 15, str. 293-302.
- JURC, M., 2001. Vpliv požarov na entomofavno - predvsem subkortikalno, v monokulturah črnega bora (*Pinus nigra* Arn.) na slovenskem Krasu. Zb. gozd. lesar., št. 66, str. 39-64.
- JURC, D. / JAKŠA, J. / JURC, M. / MAVSAR, R. / MATJAŠIČ, D., JONOZOVIČ, M., 2003. Zdravje gozda 2002.- GIS, Ljubljana, 69 str.
- JURC, M., 2003. Bark Beetles (Scolytidae, Coleoptera) in Slovenia with special regard to species in burnt pine forests.- V: MCMANUS, Michael L. (ur.). Ecology, Survey and management of forest Insects : proceedings : Krakow, Poland, September 1-5, 2002, (General Technical Report, NE-311). Newtown Square: USDA Forest Service, Northeastern Research, 2003, str. 157-159.
- KERMAVNAR, A. / VESELIČ, Ž., 2003. Vloga zavoda za gozdove Slovenije pri uresničevanju gozdnogospodarskih načrtov.- Območni gozdnogospodarski načrti in razvojne perspektive slovenskega gozdarstva. XX gozdarski študijski dnevi. Zbornik referatov, Univerza v Ljubljani, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF, str. 37 - 51.
- LI GUANG WU / SHAO GUI YING / HUO YO LIN / XU FU LIAN, 1983. Discovery of, and preliminary investigations of pine nematodes in China.- Linze Keji Tongxun, 7, str. 25-28.
- MAGNUSSON, C., 1986. Potential for establishment of *Bursaphelenchus xylophilus* and the pine wilt disease under Nordic conditions.- Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 16, str. 465-471.

- MALEK, R. B. / APPLEBY, J. E., 1984. Epidemiology of pine wilt in Illinois.- *Plant Disease*, 68, 3, str. 180-186.
- MAMIYA, Y. / KIYOHARA, T., 1972. Description of *Bursaphelenchus lignicolus* n. sp. (Nematoda: Aphelenchoididae) from pine wood and histopathology of nematode - infested trees.- *Nematologica*, 18, str. 120-124.
- MAMIYA, Y., 1975. The life history of the pinewood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus* (Japanese with English Summary).- *Jpn. Journal of Nematology*, 5, str. 16-25.
- MAMIYA, Y. / FURUKAWA, M., 1977. Fecundity and reproductive rate of *Bursaphelenchus lignicolus* (Japanese with English Summary).- *Jpn. Journal of Nematology*, 7, str. 6-9.
- MAMIYA, Y., 1983. Pathology of pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*.- *Annual Review of Phytopathology*, 21, str. 201-220.
- MAMIYA, Y., 1984. Pine Wood Nematode.-In: Nickle, W. R., 1984, *Plant and Insect Nematodes*, Marcel Dekker Inc., New York, Basel, str. 589-626.
- MAMIYA, Y., 2001. Situation of pine wilt disease in Japan.- *International Workshop on the pine wood nematode (PWN) Bursaphelenchus xylophilus*.- *Program and Abstracts*, University of Evora, 20. - 22. August 2001, str. 14-15.
- MCNAMARA D.G. / STŘEN M., 1988. A survey for *Bursaphelenchus* spp. in pine forests in Norway.- *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 18, str. 353-363.
- MOTA, M. M. / BRAASCH, H. / BRAVO, A. / PENAS, C. / BURGERMEISTER, W. / METGE, K. / SOUSA, E., 1999. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe.- *Nematology*, 1, str. 727-734.
- MÜLLER, G., 1949-1953. I Coleotteri della Venezia Giulia. Coleoptera Phytophaga (Cerambycidae, Chrysomelidae, Bruchidae). Voluma II. Trieste, La editoriale Libreria S.p.A., 685 str.
- NICKLE, W. R. / GOLDEN, A. M. G. / MAMIYA, Y. / WERGIN, W. P., 1981. On the taxonomy and morphology of the pine wood nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhrer, 1934) Nickle 1970.- *Journal of Nematology*, 13, 3, str. 385-392.
- PAVLIN, R., 1991. Problem selektivnosti sintetičnih feromonov za obvladovanje podlubnikov. *Zb. gozd. lesar.*, št. 38, str. 125-160.

- RUTHERFORD, T. A. / WEBSTER, J. M., 1987. Distribution of pine wilt disease with respect to temperature in North America, Japan and Europe.- Canadian Journal of Forest Research, 17, str. 1050-1059.
- RUTHERFORD, T. A. / MAMIYA, Y. / WEBSTER, Y. M., 1990. Nematode induced pine wilt disease, factors influencing its occurrence and distribution.- Forest Science, 36, str. 145-155.
- SKWIERCZ A. T., 1988. *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner and Buhner, 1934) (= *B. lignicolus*) (Mamiya and Kiychara, 1972) (Nematoda - Aphelenchoiidae) - parasite of pine.- Sylwan, 132, 11-12, str. 73-77.
- SHOJI, T., 1979. Resistance of pine wood nematode, *Bursaphelenchus lignicolus*, to low temperatures (Japanese and English summary).- Japanese Journal of Nematology, 9, str. 5-8.
- SMITH, I. M. / MCNAMARA, D. G. / SCOTT, P. R. / HOLDERNESS, M. / BURGER, B., 1997. Quarantine Pests for Europe. Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization.- Second Edition. CAB International & European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO), 1425 str.
- TAKESHITA, K. / HAGIHARA, Y. / OGAWA, S., 1975. Environmental analysis to pine damage in Western Japan (Japanese with English Summary).- Bulletin Fukuoka Forest Experimental Station, 24, str. 1-45.
- TITOVŠEK, J., 1973. Prispevek k poznavanju podlubnikov (*Scolytidae*) Slovenije. Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 11, 1, str. 107-116.
- TITOVŠEK, J., 1983. Prispevek k poznavanju zoogeografije podlubnikov (*Scolytidae*) Slovenije. Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 23, str. 378-438.
- TOMMINEN J., 1990. Presence of *Bursaphelenchus mucronatus* (Nematoda: Aphelenchoididae) fourth dispersal stages in selected conifer beetles in Finland.- Silva Fennica, 24, 3, str. 273-278.
- UREK, G. / HRŽIČ, A.: Ogorčice - nevidni zajedavci rastlin (Fitonematologija).- Samozal. (G. Urek), Ljubljana (1998), 240 str.
- WINGFIELD, M. J., 1983. Transmission of pine wood nematodes to cut timber and girdled trees.- Plant Disease, 67, str. 35-37.
- WINKLER, I. / MEDVED, M., 1996. Osnovni podatki anketiranja lastnikov gozdov v letu 1995.- Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana, 121 str.

YANO, M., 1913. Reports of investigations on the death of pine trees (Japanese).- Sawin  
Koho, 4, str. 1-14.

HMZ ([http://www.rzs-hm.si/pripravili\\_smo/publikacije/mesecne.html](http://www.rzs-hm.si/pripravili_smo/publikacije/mesecne.html))

HMZ ([http://www.rzs-hm.si/pripravili\\_smo/klima/podatki.html](http://www.rzs-hm.si/pripravili_smo/klima/podatki.html))

HMZ (Mesečni bilteni, januar - december, za leta 2000, 2001, 2002)

OEPP / EPPO 1986; EPPO 1990

Pravilnik o gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtih. Ul. RS, 23.1.1998, št. 5, str.  
256-282.