

# VÝSKYT A VÝZNAM KŮROVCŮ RODU *PITYOKTEINES* V POROSTECH JEDLE BĚLOKORÉ (*ABIES ALBA*)

## OCCURRENCE AND IMPORTANCE OF THE BARK BEETLES OF THE GENUS *PITYOKTEINES* IN SILVER FIR (*ABIES ALBA*) STANDS

MILOŠ KNÍŽEK ✉ - JAN LIŠKA - ADAM VÉLE

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Czech Republic

✉ e-mail: knizek@vulhm.cz

ORCID: M. Knížek 0000-0003-3221-9448

A. Véle 0000-0002-9141-6049

### ABSTRACT

Silver fir (*Abies alba*, Mill.) is threatened by many factors in Central Europe, among which bark beetles of the genus *Pityokteines* play an important role. To improve the silver fir conservation, it is essential to adopt appropriate management practices. For this reason, we studied the occurrence of *Pityokteines* bark beetles in four sites located in climatically different conditions. In each site, five WitaTrap 5-segment pheromone funnel traps were placed from early April to late September in both 2021 and 2022. Two species, *P. spinidens* and *P. vorontzowi*, were captured. *P. vorontzowi* was significantly more abundant at all sites. Individuals of both species were recorded in the traps mainly in the period of April–August. The most abundant occurrence of beetles was at the site Nižbor, which can be explained by regional climatic differences (lowest elevation, higher mean temperatures and lower mean precipitation). The differences between sites can be also explained by different methods of forest protection applied. The study confirmed the presence of *Pityokteines* bark beetles and their dependence on climatic characteristics and forest management.

[For more information see Summary at the end of the article.](#)

**Klíčová slova:** Česko; ochrana lesa; jedlové porosty; škůdci; podkorní hmyz

**Key words:** Czechia; forest protection; fir stands; pests; phloeophagous insect

### ÚVOD

Středoevropské jehličnaté lesy čelí zvýšenému tlaku biotických činitelů, v posledních letech zejména podkorního a dřevního hmyzu (KUBIAK et al. 2017; SOMMERFELD et al. 2021; LIŠKA et al. 2021). Důsledky těchto procesů jsou v Česku patrné zejména u smrku ztepilého a borovice lesní, neboť tyto dřeviny patří mezi dominantně zastoupené jehličnany. Jedli bělokoré je dosud věnován nedostatek pozornosti. Její aktuální zastoupení v lesích je pouze 1,2 %, avšak předpokládané přirozené zastoupení činilo cca 20 % a doporučené zastoupení dosahuje téměř 8 % (MZe 2022). V Evropě je přitom významným druhem z hlediska ekonomického (dřevozpracující průmysl), sociálního (rekreční funkce jedlových lesů, využití pro monitoring kvality ovzduší) i ekologického (ochrana půdy a biodiverzity) (MAURI et al. 2016; SEIBOLD et al. 2018; STOJANOWSKA et al. 2021).

Výrazný pokles rozlohy jedlových porostů a zastoupení této dřeviny ve střední Evropě nastal od 70. let minulého století. Za příčinu je označován komplex vzájemně závislých faktorů, jako jsou emise síry a další znečišťující látky, acidifikace půdy, nedostatek genetické variability, patogeny (např. *Heterobasidion annosum* a *Armillaria* spp.), výskyt parazitických organismů (*Viscum album*) snižujících vitalitu stromů, výkyvy počasí (extrémní teplotní periody, období sucha) i nevhodné lesnické a myslivecké hospodaření včetně nedostatečné ochrany lesa (THOMAS et al. 2002; PUDDU et al. 2003; LA PORTA et al. 2008; DIACI et al. 2010; FICKO et al. 2011; KUČERAVÁ et al. 2013; CONEDERA 2017; CAMARERO, GAZOL 2022). Obnova a repatriační snahy jsou v případě jedlových porostů navíc silně omezovány až znemožňovány působením herbivorního tlaku přemnožené spárkaté zvěře (DIACI et al. 2010; VITASSE et al. 2019).

Mezi podstatné negativní faktory ovlivňující prosperitu jedlí patří také působení podkorního hmyzu (PERNEK et al. 2009; DURAND-GILLMANN et al. 2014). Na území střední Evropy patří mezi podkorní hmyz způsobující odumírání jedlí především lýkožrouti rodu *Pityokteines*: lýkožrout jedlový – *Pityokteines curvidens* (Germar, 1824), l. prostřední – *P. spinidens* (Reitter, 1895) a l. malý – *P. vorontzowi* (Jakobson, 1896), případně také korohlod jedlový – *Cryphalus piceae* (Ratzeburg, 1837). Významný vliv těchto druhů na zhoršení zdravotního stavu a odumírání jedlí v Evropě se projevil výrazně po roce 2000 (PERNEK et al. 2008, 2009; HRASOVEC et al. 2008; DURAND-GILLMANN et al. 2014; GEORGIEVA et al. 2021).

Všichni tři zástupci rodu *Pityokteines* mají zpravidla bivoltinní vývoj a sesterská pokolení. Mladí brouci prodělávají zralostní žír v místě líhnutí. Lýkožrout jedlový je 2,3–3 mm dlouhý brouk, jeho vývoj probíhá pod silnější kůrou kmenů. První rojení nastává již v březnu a dubnu, druhé v červenci a srpnu (KŘÍSTEK, URBAN 2004; PODLASKI, BORKOWSKI 2009). L. prostřední je 2–2,8 mm dlouhý. Rojí se zpravidla koncem dubna, podruhé v srpnu. Jeho vývoj probíhá pod středně silnou kůrou silnějších jedlí (ve středních a horních částech kmene, i jeho nižších partiích). Za dlouhodobých přísušků osidluje i báze silných stromů (KŘÍSTEK, URBAN 2004; PERNEK et al. 2008; PERNEK, LACKOVIĆ 2011). L. malý je 1,7–2,5 cm dlouhý, vyvíjí se obvykle ve vrcholcích stromů a ve větvích o průměru nad 1 cm. Rojení nastává ve stejnou dobu jako u l. prostředního (KŘÍSTEK, URBAN 2004; PODLASKI et al. 2020).

Všechny tři druhy preferují oslabené a odumírající stromy před zdravými, množí se velmi rychle, zejména na vývrtech a zlomech po vichřicích (PERNEK et al. 2008; PODLASKI et al. 2020). Kůrovci rodu *Pityokteines* se vyznačují silným škodlivým potenciálem, mohou být příčinou odumření až 70 % napadených stromů (URBAN 2002; PODLASKI, BORKOWSKI 2009; PERNEK, LACKOVIĆ 2011). Brouci vylíhli z jednoho stromu mohou v následujícím roce ohrozit až 56 stromů (PODLASKI, BORKOWSKI 2009; PERNEK, LACKOVIĆ 2011).

I přes výše uvedené rizikové faktory je nezbytné posílit snahy o zachování jedlí v lesích i v době změn klimatu, neboť jedle má, jak ukazují např. dendroekologické studie, zejména ve vyšších nadmořských výškách ve vztahu k suchu větší rezistenci i resilienci než např. smrky,

buky a modříny (VITALI et al. 2017; VITASSE et al. 2019; GILLEROT et al. 2021). Pěstování jedlí tak může v budoucnu přispět k udržení vysoké úrovně produktivity v mnoha zemích střední Evropy (VITALI et al. 2017). Rovněž má jakožto pozdně sukcesní druh za určitých podmínek potenciál v důsledku klimatické změny rozšiřovat na území Evropy svůj areál výskytu (DYDERSKI et al. 2018). Na stávajících lokalitách výskytu ovšem může trpět podstatným snížením rozlohy svého původního areálu a snížením velikosti populace (HUNTLEY et al. 1995). V souvislosti s nedostatkem srážek je nutné věnovat jedlím dostatečnou pozornost, mimo jiné spočívající v ochraně před podkorním hmyzem (PERNEK et al. 2009). Ke zlepšení ochrany jedle bělokoré je nezbytné přijmout odpovídající způsoby hospodaření (DOBROWOLSKA et al. 2017), neboť s měnícím se klimatem bude docházet k nevhodnému rozložení srážek během roku a porывům větru, což povede k mechanickému poškození a silnému napadání jedlí podkorním hmyzem za současného oslabení stromů suchem (WERMELINGER 2004; JAKOBY et al. 2019; OBLADEN et al. 2021).

S přihlédnutím k těmto skutečnostem proto bylo cílem studie zhodnotit výskyt lýkožroutů rodu *Pityokteines* ve vybraných regionech Česka, posoudit ohrožení porostů pěstovaných v klimaticky odlišných podmínkách a vyhodnotit početnost jednotlivých druhů.

## MATERIÁL A METODIKA

Studie probíhala na čtyřech lokalitách (obr. 1): Starý Samechov (střední Čechy, okres Kutná hora, N 49°46.94228', E 15°6.04948'), Nižbor (střední Čechy, okres Beroun, N 49°59.47803', E 13°59.30753'), Tábor (jižní Čechy, okres Tábor, N 49°24.39845', E 14°37.75818') a Runářov (střední Morava, okres Prostějov, N 49°34.74508', E 16°52.74533'). Všechny lokality se nacházejí v oblastech s rozsáhlejšími výskytů jedlových porostů a mají stanovištní podmínky odpovídající ekologickým nárokům této dřeviny. Lokality se lišily klimatickými podmínkami (teploty a srážky) (ČHMÚ 2023; tab. 1). Na všech lokalitách byl lesním provozem zaznamenán zvýšený podíl odumírání jedlí s pozorovaným četným napadením podkorním hmyzem. Plochy byly rovněž vybrány s cílem jejich lokalizace v různých biogeografických regionech Česka (CULEK 2013).



**Obr. 1.**  
Umístění studovaných lokalit (N – Nižbor, S – Starý Samechov, T – Tábor, R – Runářov)  
**Fig. 1.**  
Location of the studied sites (N – Nižbor, S – Starý Samechov, T – Tábor, R – Runářov)

Na každé lokalitě bylo na okraji porostu s dominantním zastoupením jedle umístěno 5 feromonových trychtýřových lapačů typu „WitaTrap 5 segmentový“ (obr. 2) se suchým plastovým odchytným kontejnerem, a to v řadě se vzájemnými odstupy cca 15 m, navzájem odparníkem Curviwit (komerčně dostupný feromonový odparník pro odchyt lýkožrouta jedlového s doloženou účinností i na zbylé dva zástupce rodu *Pityokteines*) (WEISZ, KODRÍK 2014), a jeden kontrolní nenavzájemný lapač stejného typu. Lapače byly instalovány po celé období předpokládaného rojení sledovaných druhů, tj. od začátku dubna do konce září v letech 2021 a 2022. Jejich kontrola spojená s odběrem

brouků probíhala periodicky s maximálně dvoutýdenním intervalem. Odchytení brouci byly uchovávaní v 70% lihovém roztoku pro následnou determinaci v laboratoři. Determinace jednotlivých druhů byla prováděna s pomocí entomologického klíče (PEFFER 1955). Statistické vyhodnocení výsledků bylo připraveno v programu Statistica 14.0. Pomocí generalizovaných lineárních modelů (GLM) byl testován vliv měsíce odchytu na počet odchytených brouků, vliv lokality na počet odchytených brouků a rovněž vliv roku na počet brouků odchytených. Mann-Whitney test (M-W test) byl použit pro vzájemné porovnání početnosti lýkožrouta malého a l. prostředního.

**Tab. 1.**  
Charakteristika studovaných lokalit  
Study site characteristics summary

Lokalita/Site	Nadmořská výška/ Altitude (m)	Teplota/ Temperature (°C)	Teplota letní/ Summer temperature (°C)	Srážky/ Precipitation (mm)
St. Samechov	450	8,1–9,0	17,1–18,0	601–650
Nižbor	350	9,1–10,0	19,1–20,0	501–550
Tábor	450	8,1–9,0	17,1–18,0	601–650
Runářov	550	7,1–8,0	17,1–18,0	601–650

Vysvětlivky/Captions: Teplota – průměrná roční teplota vzduchu v letech 2010–2020/Temperature – average yearly air temperature 2010–2020; Teplota letní – průměrná letní (VI–VIII) teplota vzduchu v letech 2010–2020/Summer temperature – Average summer (VI–VIII) air temperature 2010–2020 (ČHMÚ 2023); Srážky – průměrné množství srážek v letech 2010–2020/Precipitation – average precipitation in 2010–2020.



**Obr. 2.**  
Segmentové feromonové lapače WitaTrap 5 (foto: J. Liška)  
**Fig. 2.**  
Segmented pheromone traps WitaTrap 5 (photo: J. Liška)

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Do navnazených lapačů bylo odchyceno celkem 100 jedinců lýkožrouta prostředního a 2301 jedinců l. malého (tab. 2). Kontrolní (odparníkem nenavnazené) lapače nezachytily žádného jedince z rodu *Pityokteines*. Rovněž nebyl odchycen žádný jedinec l. jedlového, jehož populační růst bývá společný s oběma zbývajícími zástupci rodu (TSOPELAS, KORHONEN 1996). Jeho absence v lapačích však není překvapivá, neboť ani během přímých pozorování v terénu při kontrolách požerků u napadených stromů na celé řadě lokalit v Česku rovněž nebyl nalezen. Naopak, během sledování byla zjištěna masivní přítomnost obou lapačů odchytávaných druhů. L. malý byl na všech lokalitách signifikantně četnější (M-W test,  $U = 397$ ,  $p \leq 0,01$ ), s rozsahem napadení po celé koruně stromů (korunová část kmene a větve). Tato skutečnost byla zjevně důvodem jeho signifikantně vyšší početnosti ve srovnání s l. prostředním. Mírně vyšší zastoupení l. malého uvádí také TSOPELAS, KORHONEN (1996) či DURAND-GILLMANN et al. (2014). Naopak ZUMR (1992) uvádí téměř 55% zastoupení lýkožrouta prostředního, který je obecně považován za nejvýznamnějšího lýkožrouta poškozujícího jedle (LUBOJACKÝ et al. 2023). Převaha l. malého, vyvíjejícího se pouze ve větvích a vrcholcích, může ukazovat na zdravotní stav jedlí, kdy mají v důsledku sucha dominantně oslabenou korunovou část, avšak v kmeni stále dostatek pryskyřice na obranu proti kůrovcům (obr. 3), tj. zalévání nalétávajících brouků l. prostředního na kmen (PHILLIPS CROTEAU 1999; FRANCESCHI et al. 2005; BRÉDA et al. 2006). Rozdíly mohou být způsobeny také vyšší atraktivitou odparníku Curviwit, což se jeví málo pravděpodobné, neboť složení feromonů je u všech tří studovaných druhů obdobné a účinnost odparníku je experimentálně doložena (HARRING 1978; WEISZ, KODRÍK 2014). Mezi výskytem obou odchycených druhů existuje pozitivní závislost, což potvrzuje jejich společný výskyt na jedlích, doložený také dalšími studiemi (URBAN 2002; PERNEK et al. 2009). Relativně nízké odchvy obou druhů mohly být způsobeny zlepšením klimatických podmínek, kdy po období sucha v letech 2018 a 2019 následovaly srážkově příznivější roky s pozorovatelnou regenerací jedlí, v důsledku čehož již přemnožení doznávalo (k masivní infestaci stromů došlo v letech 2019 a 2020) (PERNEK, LACKOVIĆ 2011; ČHMÚ 2023).

Jedinci obou druhů byly v lapačích zaznamenány v měsících duben – srpen (tab. 1), v září nedošlo k odchytu ani jednoho jedince. Měsíc odchytu měl u obou druhů signifikantní vliv na počet zaznamenaných jedinců (GLM, l. prostřední:  $\chi^2 = 85,89$ ;  $p \leq 0,01$ ; l. malý:  $\chi^2 = 20,86$ ;  $p \leq 0,01$ ). Početný výskyt v dubnu a květnu je v souladu s dobou ro-

jení na území ČR (ŠVESTKA et al. 1998). Početnější dubnové odchvy zaznamenané autory PERNEK, LACKOVIĆ (2011) lze vysvětlit vyššími teplotami během dubna v jižní Evropě, neboť letová aktivita kůrovců vykazuje pozitivní závislost na průměrných teplotách (DURAND-GILLMAN et al. 2014).

Výrazné rozdíly byly zaznamenány mezi lokalitami (GLM; l. prostřední:  $\chi^2 = 47,46$ ;  $p \leq 0,01$ ; l. malý:  $\chi^2 = 14,75$ ;  $p \leq 0,01$ ). Nejpočetnější (téměř dvojnásobný oproti druhé nejpočetnější lokalitě Runářov) výskyt l. malého byl na lokalitě Nižbor, což lze vysvětlit regionálními klimatickými rozdíly (SEIDL et al. 2016). Lokalita se ve srovnání s ostatními nachází v nejnižší nadmořské výšce, dosahuje vyšších průměrných teplot a nižších průměrných srážek (tab. 1). Nízké srážky a vyšší teploty jsou obecně u kůrovců příčinou nárůstu počtu generací, dřívějšího jarního rojení, jejich silnější agregace a nižší obranyschopnosti dřevin, což usnadňuje napadení podkorním hmyzem (WERMELINGER 2004; BRÉDA et al. 2006; SEIDL et al. 2016; JAKOBY et al. 2019; OBLADEN et al. 2021). Rozdíl mezi lokalitami ukazuje, že abundance studovaných druhů není prostorově synchronní, což lze přičíst na vrub izolovanosti studovaných jedlových porostů (ØKLAND et al. 2005; RAFFA et al. 2008; SEIDL et al. 2016; ÚHŮL 2023). Studie byla započata až během gradace lýkožroutů, rozdíly lze tedy vysvětlit i odlišnými způsoby ochrany lesa, kdy při včasné asanaci napadených stromů dochází k výraznému snížení počtu napadených stromů v následujícím roce (MIŚCICKI, GRODZKI 2021). Odchyty na jednotlivých lokalitách odpovídají míře výskytu napadených stromů, jež se nejpočetněji vyskytovaly na Nižboru a St. Samechově, naopak na lokalitě Runářov a Tábore byl výskyt napadených stromů nízký.

Meziroční rozdíly (GLM; l. prostřední:  $\chi^2 = 6,6$ ;  $p \leq 0,01$ ; l. malý:  $\chi^2 = 12$ ;  $p \leq 0,01$ ) v počtu odchycených jedinců nelze přičíst na vrub počasí, neboť v roce 2022, kdy byly počty odchycených brouků nižší, byla oproti předchozímu roku vyšší průměrná teplota a nižší množství srážek, což jsou předpoklady pro úspěšnější vývoj kůrovců (WERMELINGER 2004; SEIDL et al. 2016; JAKOBY et al. 2019; OBLADEN et al. 2021; ČHMÚ 2023). Vysvětlení lze hledat v celkovém zlepšení zdravotního stavu jedlí, kdy po suchém období 2015–2018 došlo k navrácení srážek k normálu. Lýkožrouti rodu *Pityokteines* zvyšují svou abundanci v suchých letech, čímž způsobují odumírání suchem stresovaných stromů (NAGEL et al. 2016). Rovněž mohlo dojít ke změnám v chemické interakci brouků a jejich symbiotických ophistomiálních hub, jejichž početnost se mění v závislosti na změnách teploty (SIX, BENTZ 2007; JANKOWIAK et al. 2019). V neposlední řadě se mohly projevit provedené zásahy na ochranu lesa (MIŚCICKI, GRODZKI 2021).

Tab. 2.

Počty brouků odchycených během dubna až září 2021 a 2022  
Numbers of beetles captured from April to September 2021 and 2022

Month	Nižbor		Runářov		Starý Samechov		Tábor									
	<i>P. spinidens</i>		<i>P. vorontzowi</i>		<i>P. spinidens</i>		<i>P. vorontzowi</i>									
	2021	2022	2021	2022	2021	2022	2021	2022								
duben/April	0	6	73	347	0	0	13	27	1	1	8	149	0	0	128	10
květen/May	11	5	460	92	4	2	293	35	27	13	75	26	0	5	191	41
červen/June	1	1	59	1	3	1	165	2	14	0	32	0	0	0	29	7
červenec/July	0	1	8	2	0	0	16	1	0	0	0	0	1	1	0	7
srpen/August	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Celkem/Total	13	13	603	442	7	3	487	65	42	14	115	175	1	7	348	66

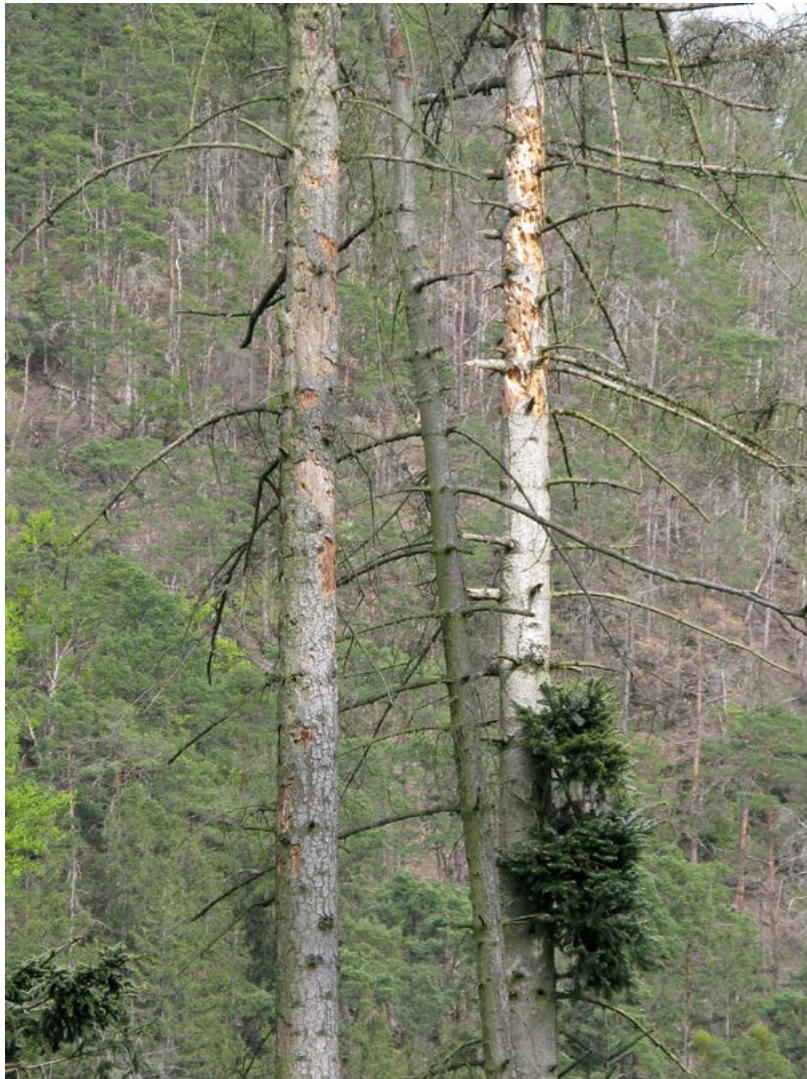
## ZÁVĚR

Studie potvrdila škodlivý výskyt kůrovců rodu *Pityokteines*, konkrétně lýkožrouta malého a l. prostředního. Oba tyto druhy byly běžně zachycovány v instalovaných feromonových lapačích. Tato metoda odchyty je významná především při monitoringu jednotlivých druhů, detekci jejich přítomnosti na lokalitě, zjištění období jejich letu (rojení) a relativnímu srovnání abundance škůdců na lokalitách, neboť mezi počtem brouků ve feromonovém lapači a množstvím napadených stromů je pozitivní závislost (PERNEK, LACKOVIČ 2011; KNÍŽEK et al. 2022). Uplatnění metody odchyty brouků do lapačů s feromony k přímému boji, tj. snižování populační hustoty škůdců, nelze doporučit pro celkově nízkou efektivitu, což dokládají nízké odchyty jednotlivých druhů. K zajímavým zjištěním, potvrzujícím opakovaně terénní pozorování na napadené hmotě, patří absence l. jedlového, který nebyl zaznamenán ani v jednom případě. Celkově je možno konstatovat, rovněž i na základě běžného dlouhodobého sledování výskytu kůrovcovitých v Česku, že v posledních desetiletích dochází k zásadnímu

úbytku tohoto druhu v naší přírodě, oproti stavu před cca půl stoletím, kdy l. jedlový ještě patřil k běžným druhům fauny kůrovců na jedli v mnoha oblastech Česka (PFEFFER 1955; KNÍŽEK, nepublikovaná data). Důvody tohoto jevu nejsou přesně známy, jednu z příčin může představovat dramatický úbytek starých jedlových porostů, které tomuto druhu nejvíce vyhovují. Srovnání lokalit ukázalo, že vztah mezi počtem jedinců a klimatickými charakteristikami (vyšší teplota, nižší srážky) platí u jedlí obdobně jako u dalších dřevin.

### Poděkování:

Studie vznikla za podpory Národní agentury pro zemědělský výzkum (NAZV) Ministerstva zemědělství České republiky, projekt QK1910292 „Postupy pro podporu jedle bělokoré v lesním hospodářství ČR“ a QK22020062 „Identifikace přeživších jedinců lesních dřevin na kalamitních plochách, jejich záchrana a výzkum jejich rezistence“. Autoři děkují René Kopáčovi a Petře Mikulčíkové za technickou spolupráci při tvorbě rukopisu.



**Obr. 3.**

Jedle napadená podkorním hmyzem v korunové partii má ve spodních částech kmene dostatek pryskyřice na obranu (foto: J. Liška)

**Fig. 3.**

Fir attacked by bark beetles in the crown part with sufficient amount of resin to defend against attack in the lower parts of the trunk (photo: J. Liška)

## LITERATURA

- BRÉDA N., HUC R., GRANIER A., DREYER E. 2006. Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science*, 63: 625–644. DOI: 10.1051/forest:2006042
- CAMARERO J.J., GAZOL A. 2022. Will silver fir be under higher risk due to drought? A comment on Walder et al. (2021). *Forest Ecology and Management*, 503: 119826. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119826
- CONEDERA M., COLOMBAROLI D., TINNER W., KREBS P., WHITLOCK C. 2017. Insights about past forest dynamics as a tool for present and future forest management in Switzerland. *Forest Ecology and Management*, 388 (2): 100–112. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.10.027
- CULEK M. 2013. Biogeografické regiony České republiky. Brno, Masarykova univerzita: 447 s. + 1 mapa.
- ČHMŮ 2023. [online], [cit. 2023-08-3]. Dostupné na/ Available on: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi>.
- DIACI J., ROZENBERGAR D., BONCINA A. 2010. Stand dynamics of Dinaric old-growth forest in Slovenia: Are indirect human influences relevant? *Plant Biosystems – An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 144 (1): 194–201. DOI: 10.1080/11263500903560785
- DOBROWOLSKA D., BONCINA A., KLUMPP R. 2017. Ecology and silviculture of silver fir (*Abies alba* Mill.): a review. *Journal of Forest Research*, 22 (6): 326–335. DOI: /10.1080/13416979.2017.1386021
- DURAND-GILLMANN M., CAILLERET M., BOIVIN T., NAGELEISEN L.M., DAVI H. 2014. Individual vulnerability factors of Silver fir (*Abies alba* Mill.) to parasitism by two contrasting biotic agents: mistletoe (*Viscum album* L. ssp. *abietis*) and bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) during a decline process. *Annals of Forest Science*, 71: 659–673. DOI: 10.1007/s13595-012-0251-y
- DYDERSKI M.K., PAŽ S., FRELICH L.E., JAGODZIŃSKI A.M. 2018. How much does climate change threaten European forest tree species distributions? *Global Change Biology*, 24: 1150–1163. DOI: 10.1111/gcb.13925
- FICKO A., POLJANEC A., BONCINA A. 2011. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? *Forest Ecology and Management*, 261 (4): 844–854. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.12.014
- FRANCESCHI V.R., KROKENE P., CHRISTIANSEN E., KREKLING T. 2005. Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pests. *New Phytologist*, 167: 353–376. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2005.01436.x
- GEORGIEVA M., GEORGIEV G., MIRCHEV P., ZAEMDZHIKOVA G., DOYCHEV D., BENCHEVA S., ZAFIROV N., DIMITROV S., ILIEV M., TRENKIN V. 2021. Biotic factors damaging forest stands in Gornata Koria and Chuprene Reserves in Western Balkan Range, Bulgaria. *Silva Balcanica*, 22 (2): 91–102. DOI: 10.3897/silvabalcanica.22.e77233
- GILLEROT L., FORRESTER D.I., BOTTERO A., RIGLING A., LÉVESQUE M. 2021. Tree neighbourhood diversity has negligible effects on drought resilience of European beech, silver fir and Norway spruce. *Ecosystems*, 24: 20–36. DOI: 10.1007/s10021-020-00501-y
- HARRING C.M. 1978. Aggregation pheromones of the European fir engraver beetles *Pityokteines curvidens*, *P. spinidens* and *P. vorontzovi* and the role of juvenile hormone in pheromone biosynthesis. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 85: 281–317. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1978.tb04040.x
- HRAŠOVEC B., PERNEK M., MATOSEVIC D. 2008. Spruce, fir and pine bark beetle outbreak development and gypsy moth situation in Croatia in 2007. *Forstschutz Aktuell*, 44: 12–13.
- HUNTLEY B., BERRY P. M., CRAMER W., McDONALD A. P. 1995. Modelling present and potential future ranges of some European higher plants using climate response surfaces. *Journal of Biogeography*, 22: 967–1001.
- JAKOBY O., LISCHKE H., WERMELINGER B. 2019. Climate change alters elevational phenology patterns of the European spruce bark beetle (*Ips typographus*). *Global Change Biology*, 25 (12): 4048–4063. DOI: 10.1111/gcb.14766
- JANKOWIAK R., BILAŃSKI P., STRZAŁKA B., LINNAKOSKI R., BOSAK A., HAUSNER G. 2019. Four new Ophiostoma species associated with conifer- and hardwood-infesting bark and ambrosia beetles from the Czech Republic and Poland. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 112 (10): 1501–1521. DOI: 10.1007/s10482-019-01277-5
- KNÍŽEK M., LIŠKA J., VÉLE A. 2022. Efficacy of synthetic lures for pine bark beetle monitoring. *Journal of Forest Science*, 68(1): 19–25.
- KŘÍSTEK J., URBAN J. 2004. *Lesnická entomologie*. Praha, Academia: 445 s.
- KUBIAK K., ŽÓLČIAK A., DAMSZEL M., LECH P., SIEROTA Z. 2017. *Armillaria* pathogenesis under climate changes. *Forests*, 8 (4): 100. DOI: 10.3390/f8040100
- KUČERAVÁ B., DOBROVOLNÝ L., REMEŠ J. 2013. Responses of *Abies alba* seedlings to different site conditions in *Picea abies* plantations. *Dendrobiology*, 69: 49–58. DOI: 10.12657/denbio.069.006
- LA PORTA N., CAPRETTI P., THOMSEN I.M., KASANEN R., HIETALA A.M., VON WEISSENBERG K. 2008. Forest pathogens with higher damage potential due to climate change in Europe. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 30 (2): 177–195. DOI: 10.1080/07060661.2008.10540534
- LIŠKA J., KNÍŽEK M., VÉLE A. 2021. Evaluation of insect pest occurrence in areas of calamitous mortality of Scots pine. *Central European Forestry Journal*, 67: 85–90. DOI: 10.2478/forj-2021-0006
- LUBOJACKÝ J., KNÍŽEK M., ZAHRADNÍK P. 2023. Podkorní mrazy. In: Knížek M., Liška J. (eds): *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2022 a jejich očekávaný stav v roce 2023*. Strnady, VÚLHM: 23–37. Zpravodaj ochrany lesa, Supplementum 2023.
- MAURI A., DE RIGO D., CAUDULLO G. 2016. *Abies alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayán J. et al. (eds.): *European atlas of forest tree species*. Luxembourg, Publications Office of the European Union: 48–49.
- MÍŠCICKI S., GRODZKI W. 2021. Can sanitation cutting contribute to reduced mortality of Norway spruce *Picea abies* (L.) H. Karst., due to infestation by *Ips typographus* (L.)? *Sylwan*, 165: 749–762. DOI: 10.26202/sylwan.2021105
- MZe. 2022. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 47 s. Dostupné na/Available on: [https://eagri.cz/public/web/file/712363/ZZ2021\\_vladni.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/712363/ZZ2021_vladni.pdf)
- NAGEL D., FIRM D., ROZENBERGAR M., KOBAL M. 2016. Patterns and drivers of ice storm damage in temperate forests of Central Europe. *European Journal of Forest Research*, 135 (3): 519–530. DOI: 10.1007/s10342-016-0950-2

- OBLADEN N., DECHERING P., SKIADAREISIS G., TEGEL W., KESSLER J., HÖLLERL S., KAPS S., HERTEL M., DULAMSUREN C., SEIFERT T., HIRSCH M., SEIM A. 2021. Tree mortality of European beech and Norway spruce induced by 2018–2019 hot droughts in central Germany. *Agricultural and Forest Meteorology*, 307 (8): 108482. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108482
- ØKLAND B., LIEBHOLD A.M., BJØRNSTAD O.N., ERBILGIN N., KROKENE P. 2005. Are bark beetle outbreaks less synchronous than forest Lepidoptera outbreaks? *Oecologia*, 146 (3): 365–372. DOI: 10.1007/s00442-005-0221-2
- PERNEK M., HRASOVEC B., MATOSEVIC D., PILAS I., KIRISITS T., MOSER J. C. 2008. Phoretic mites of three bark beetles (*Pityokteines* spp.) on Silver fir. *Journal of Pest Science*, 81 (1): 35–42. DOI: 10.1007/s10340-007-0182-9
- PERNEK M., MATOŠEVIĆ D., HRAŠOVEC B., KUČINIĆ M., WEGENSTEINER R. 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. DOI: 10.1007/s10340-009-0259-8
- PERNEK M., LACKOVIĆ N. 2011. Uloga jelovih krivozubih potkornjaka u sušenju jele i mogućnosti primjene feromonskih klopk za njihov monitoring. *Šumarski list*, 135 (13): 114–121.
- PFEFFER A. 1955. Kůrovci – Scotytoidea. Fauna ČSR, Svazek 6. Praha, Československá akademie věd: 324 s. + 42 tab.
- PHILLIPS M.A., CROTEAU R.B. 1999. Resin-based defenses in conifers. *Trends in Plant Science*, 4 (5): 184–190. DOI: 10.1016/S1360-1385(99)01401-6
- PODLASKI R., BORKOWSKI A. 2009. Estimating stem infestation density of *Pityokteines curvidens* (Germ.) on windfalls: a statistical approach. *Journal of Pest Science*, 82 (4): 357–365. DOI: 10.1007/s10340-009-0266-9
- PODLASKI R., WOJDAN D., ŽELEZIK M. 2020. A quantitative approach for assessing bark beetle infestations: A study of *Pityokteines spinidens* Reitt. egg gallery densities in windthrown *Abies alba* Mill. *Ecological Indicators*, 109 (2): 105789. DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.105789
- PUDDU A., LUISI N., CAPRETTI P., SANTINI A. 2003. Environmental factors related to damage by *Heterobasidion abietinum* in *Abies alba* forests in Southern Italy. *Forest Ecology and Management*, 180 (1–3): 37–44. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00607-2
- RAFFA K.F., AUKEMA B.H., BENTZ B.J., CARROLL A.L., HICKE J.A., TURNER M.G., ROMME W.H. 2008. Cross-scale drivers of natural disturbances prone to anthropogenic amplification: the dynamics of bark beetle eruptions. *BioScience*, 58 (6): 501–517. DOI: 10.1641/B580607
- SEIBOLD S., HAGGE J., MÜLLER J., GRUPPE A., BRANDL R., BÄSSLER C., THORN S. 2018. Experiments with dead wood reveal the importance of dead branches in the canopy for saproxylic beetle conservation. *Forest Ecology and Management*, 409: 564–570. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.11.052
- SEIDL R., MÜLLER J., HOTHORN T., BÄSSLER C., HEURICH M., KAUTZ M. 2016. Small beetle, large-scale drivers: how regional and landscape factors affect outbreaks of the European spruce bark beetle. *Journal of Applied Ecology*, 53 (2): 530–540. DOI: 10.1111/1365-2664.12540
- SIX D.L., BENTZ B.J. 2007. Temperature determines symbiont abundance in a multipartite bark beetle-fungus Ectosymbiosis. *Microbial Ecology*, 54 (1): 112–118. DOI: 10.1007/s00248-006-9178-x
- SOMMERFELD A., RAMMER W., HEURICH M., HILMERS T., MÜLLER J., SEIDL R. 2021. Do bark beetle outbreaks amplify or dampen future bark beetle disturbances in Central Europe? *Journal of Ecology*, 109 (2): 737–749. DOI: 10.1111/1365-2745.13502
- STOJANOWSKA A., GÓRKA M., LEWANDOWSKA A.U., WIŚNIEWSKA K., MODELSKA M., WIDORY D. 2021. Can *Abies alba* needles be used as bio-passive samplers to assess air quality? *Aerosol and Air Quality Research*, 21 (11): 1–23. DOI: 10.4209/aaqr.210097
- ŠVESTKA M., HOCHMUT R., JANČAŘÍK V. 1998. *Praktické metody v ochraně lesa*. Praha, Silva Regina: 309 s.
- THOMAS A.L., GÉGOUT J.C., LANDMANN G., DAMBRINE E., KING D. 2002. Relation between ecological conditions and fir decline in a sandstone region of the Vosges mountains (northeastern France). *Annals of Forest Science*, 59 (3): 265–273. DOI: 10.1051/forest:2002022
- TSOPELAS P., KORHONEN K. 1996. Hosts and distribution of the intersterility groups of *Heterobasidion annosum* in the highlands of Greece. *European Journal of Forest Pathology*, 26 (1): 4–11. DOI: 10.1111/j.1439-0329.1996.tb00705.x
- ŮHŮL. 2023. [online] [cit. 2023-08-3]. Dostupné na/Available on: <https://www.uhul.cz/portfolio/katalog-mapovych-informaci>
- URBAN J. 2002. Diagnostics of bark beetles of the genus *Pityokteines* Fuchs important in forestry. *Journal of Forest Science*, 48 (8): 329–341.
- VITALI V., BÜNTGEN U., BAUHUS J. 2017. Silver fir and Douglas fir are more tolerant to extreme droughts than Norway spruce in south-western Germany. *Global Change Biology*, 23(12): 5108–5119. DOI: 10.1111/gcb.13774
- VITASSE Y., BOTTERO A., REBETEZ M., CONEDERA M., AUGUSTIN S., BRANG P., TINNER W. 2019. What is the potential of silver fir to thrive under warmer and drier climate? *European Journal of Forest Research*, 138 (4): 547–560. DOI: 10.1007/s10342-019-01192-4
- WEISZ R., KODRÍK M. 2014. Frequency monitoring of silver fir bark beetle (*Pityokteines curvidens* Germ.) via pheromone traps in selected research areas. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen* 56 (1): 171–188.
- WERMELINGER B. 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* – A review of recent research. *Forest Ecology and Management*, 202 (1–3): 67–82. DOI: 10.1016/j.foreco.2004.07.018
- ZUMR V. 1992. Attractiveness of introduced conifers to xylophagous beetles and their acceptance. *Journal of Applied Entomology*, 113: 233–238. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1992.tb00659.x

## OCCURRENCE AND IMPORTANCE OF THE BARK BEETLES OF THE GENUS *PITYOKTEINES* IN SILVER FIR (*ABIES ALBA*) STANDS

### SUMMARY

Central European coniferous forests are facing increased pressure from bark and wood-boring insects (KUBIAK et al. 2017; LIŠKA et al. 2021; SOMMERFELD et al. 2021). There is a lack of attention to silver fir (*Abies alba*), whose current representation in Czech forests is only 1.2%, but the recommended representation is almost 8% (MZe 2022). At the same time, it is an important forest species in economic, social and ecological aspects (MAURI et al. 2016; SEIBOLD et al. 2018; STOJANOWSKA et al. 2021).

The cause of low fir abundance is a complex of interdependent factors, such as environmental pollution, lack of genetic variability, pathogens and parasites, weather fluctuations, and inappropriate hunting and forestry management, including inadequate forest protection (THOMAS et al. 2002; PUDDU et al. 2003; LA PORTA et al. 2008; DIACI et al. 2010; FICKO et al. 2011; KUČERAVÁ et al. 2013; CONEDERA et al. 2017; CAMARERO, GAZOL 2022). Significant negative factors also include the impact of insect pests (PERNEK et al. 2009; DURAND-GILLMANN et al. 2014). In Central Europe, the bark beetles causing fir dieback, are mainly *Pityokteines curvidens*, *P. spinidens* and *P. vorontzowi* (HRASOVEC et al. 2008; PERNEK et al. 2008, 2009; DURAND-GILLMANN et al. 2014; GEORGIEVA et al. 2021). To improve the conservation of silver fir, it is essential to adopt appropriate management practices (DOBROWOLSKA et al. 2017).

The study aims to assess the occurrence and abundance of *Pityokteines* bark beetles in selected regions of the Czechia, describe the threat of fir stands grown in climatically different conditions, and evaluate the abundance of (potentially) harmful insect species.

The study was carried out at four sites: Starý Samechov (Central Bohemia), Nižbor (Central Bohemia), Tábor (South Bohemia) and Runářov (Central Moravia). All sites are located in areas with larger silver fir stands and have habitat conditions corresponding to the ecological requirements of this tree species. The sites differed in climatic conditions and were also located in different biogeographical regions of the Czechia (CULEK 2013; ČHMÚ 2023; Tab. 1). At all sites, an increased proportion of fir dieback with numerous infestations of bark beetles was observed. In each site, 5 WitaTrap 5-segment pheromone funnel traps (Fig. 1) were placed in a row, spaced about 15 m apart, baited with a Curviwit lure and one control unbaited trap. The traps were installed throughout the anticipated beetles' flight period, i.e. from early April to late September in 2021 and 2022.

Only two species, *P. spinidens* (100 individuals in total) and the *P. vorontzowi* (2301 individuals) were captured. *P. vorontzowi* was significantly more abundant at all sites. The predominance of *P. vorontzowi*, developed only in branches and trees tops, may indicate the health of fir trees, where only the crown part is weakened due to the drought, while there is still enough resin in the trunk to defend against bark beetles (Fig. 2), i.e., killing incoming beetles (PHILLIPS, CROTEAU 1999; FRANCESCHI et al. 2005; BRÉDA et al. 2006). The differences may also be due to the higher attractiveness of Curviwit dispenser. Relatively low catches of both species may have been due to improved climatic conditions, where drought was followed by more favorable rainfall years with observable regeneration of fir trees, as a result of which high abundance of beetles has been already subsided (massive tree infestations occurred in 2019 and 2020) (PERNEK, LACKOVIĆ 2011; ČHMÚ 2023).

Individuals of both species were recorded in the traps in April–August (Tab. 2), with no individuals captured in September. The month of trapping had a significant effect on the number of recorded individuals for both species. The higher abundance in April and May corresponds with the swarming period in Czechia (ŠVESTKA et al. 1998). Higher captures in April recorded in Southern Europe (PERNEK, LACKOVIĆ 2011) can be explained by higher temperatures during April in this region, as the flight activity of bark beetles shows a positive dependence on average temperatures (DURAND-GILLMAN et al. 2014).

Significant differences were observed between sites. The most abundant (almost double compared to the second most abundant site Runářov) occurrence of *P. vorontzowi* at the site Nižbor could be explained by regional climatic differences (SEIDL et al. 2016). The site is located at the lowest elevation compared to the others, achieving higher mean temperatures and lower mean precipitation (Tab. 1). The differences between the sites also shows that the abundance of the studied species is not spatially synchronous, which can be attributed to the isolation of the studied fir stands (ØKLAND et al. 2005; RAFFA et al. 2008; SEIDL et al. 2016; UHUL 2023). Thus, the differences can be explained by different methods of forest protection applied on particular sites, where early removal of infested trees results in a significant reduction in the number of infested trees in the following years (MIŚCICKI, GRODZKI 2021). The number of beetles caught roughly corresponds to the level of infested trees, with the highest number of infested trees at Nižbor and Samechov, whereas the incidence of infested trees was very low at Runářov and Tábor.

The year-to-year differences in the number of captured individuals can be attributed to the overall improvement in the health status of fir trees, with rainfall returning to normal after the very dry season of 2015–2018. Last but not least, the implemented forest protection interventions may have had an impact (MIŚCICKI, GRODZKI 2021).

The study confirmed the occurrence of harmful *Pityokteines* bark beetles, i.e. *P. spinidens* and *P. vorontzowi*. The comparison of sites showed that the relationship between the number of individuals and climatic characteristics (higher temperature, lower precipitation) is similar for silver fir trees as for other tree species.

Zasláno/Received: 04. 08. 2023

Přijato do tisku/Accepted: 22. 09. 2023