

OCHRANA LESA
PŘED LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM
V OCHRANNÉM PÁSMU LESNÍCH REZERVACÍ
PONECHANÝCH SAMOVOLNÉMU VÝVOJI

LESNICKÝ PRŮVODCE



Ing. ROMAN MODLINGER, Ph.D.
a kol.



Certifikovaná metodika

9/2015

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

a

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.

**OCHRANA LESA
PŘED LÝKOŽROUTEM SMRKOVÝM
V OCHRANNÉM PÁSMU LESNÍCH REZERVACÍ
PONECHANÝCH SAMOVOLNÉMU VÝVOJI**

Certifikovaná metodika

Ing. Roman Modlinger, Ph.D.

Ing. Jan Liška

Ing. Miloš Knížek, Ph.D.

Mgr. Dušan Adam, Ph.D.

Ing. David Janík, Ph.D.

Ing. Libor Hort

Lesnický průvodce 9/2015

Vydáno ve spolupráci:

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

<http://www.vulhm.cz>

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.

Květnové nám. 391, 252 43 Průhonice

www.vukoz.cz

Vedoucí redaktor: Ing. Jan Řezáč; e-mail: rezac@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-104-8

ISSN 0862-7657

FOREST PEST MANAGEMENT AGAINST EUROPEAN SPRUCE BARK BEETLE IN BUFFER ZONE OF UNMANAGED FOREST RESERVES

Abstract

This methodology summarizes practices for forest pest management against European spruce bark beetle beetle – *Ips typographus* (L.) that can be applied in the buffer zone of unmanaged forest reserves. The objective of this methodology is to provide instructions for forest management techniques against this insect pest that are simple and thus practicable for use in forestry operations. The theoretical basis for the proposed practices was derived in particular from case studies carried out in the Boubín virgin forest and the Žofín old-growth forest. The practices for protecting forests against European spruce bark beetle are defined based upon the levels of disturbance and current threat. The methodology includes an overview of present scientific knowledge on European spruce bark beetle biology in relation to its spread and population dynamics. Specifics for regulating bark boring insects in these territories and an overview of serviceable control and protection methods are also presented.

Recenzenti: prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D., FLD ČZU v Praze
Ing. Jiří Bílý, Ph.D., MZe ČR

Foto na obálce:

Stojící stromy v blízkosti polomových ploch odumřelé následkem žíru lýkožrouta smrkového (R. Modlinger, Boubínský prales, červen 2010)

Adresy autorů:

Ing. Roman Modlinger, Ph.D.

Ing. Jan Liška

Ing. Miloš Knížek, Ph.D.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

útvár Lesní ochranné služby

Strnady 136, 156 00 Praha 5–Zbraslav

e-mail: modlinger@vulhm.cz

liska@vulhm.cz

knizek@vulhm.cz

Mgr. Dušan Adam, Ph.D.

Ing. David Janík, Ph.D.

Ing. Libor Hort

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.

odbor ekologie lesa,

Lidická 25/27, 602 00 Brno;

e-mail: adam@vukoz.cz

janik@vukoz.cz

hort@vukoz.cz

Obsah:

1	Úvod a cíl metodiky	7
1.1	Úvod	7
1.2	Přehled současných poznatků z biologie lýkožrouta smrkového	9
1.2.1	Přehled bionomie	9
1.2.2	Interakce hostitelského stromu a lýkožrouta smrkového	12
1.2.3	Disperze lýkožrouta smrkového	13
1.2.4	Populační dynamika lýkožrouta smrkového a interakce s polomy	15
1.3	Přehled využitelných metod ochrany lesa před lýkožroutem smrkovým	18
1.3.1	Obecné zásady uplatňované v hospodářských lesích	18
1.3.2	Přehled ochranných metod	20
1.3.3	Možnosti asanace napadených stromů	24
1.4	Výsledky případových studií v Boubínském a Žofínském pralese	26
1.5	Cíl metodiky	34
2	Vlastní popis metodiky	35
2.1	Metody regulace podkorního hmyzu v ochranných pásmech lesních rezervací	35
2.2	Návrh postupů ochrany lesa podle aktuálního ohrožení	37
2.2.1	Velikost ochranného pásma	38

2.2.2	Návrhy managementu ochranného pásma na základě stavu populace	39
2.2.3	Časový aspekt plánování managementu	40
2.2.4	Možnosti managementu v jádrech ZCHÚ	41
2.2.5	Riziko vzniku přemnožení v závislosti na množství polomů	42
2.2.6	Kůrovcová gradace po větrných polomech	43
3	Srovnání novosti postupů	47
4	Popis uplatnění metodiky	47
5	Ekonomické aspekty	48
6	Dedikace	48
7	Literatura	49
7.1	Seznam použité literatury	49
7.2	Seznam publikací, které předcházely metodice	60
8	fotografická příloha	61
9	Terminologický slovníček	64
	Summary	67

1 ÚVOD A CÍL METODIKY

1.1 Úvod

Současný systém územní ochrany přírody je v Česku podobně jako v dalších stře-doevropských státech tvořen vymezenou (a průběžně doplňovanou) soustavou velkoplošných (VZCHÚ) a maloplošných (MZCHÚ) zvláště chráněných území. Mezi nimi zaujímají významné místo území lesního charakteru, jejichž posláním je chránit dochované domácí typy lesních společenstev, různou měrou pozname-nané antropogenními vlivy, tj. od společenstev málo ovlivněných, po společenstva velmi silně ovlivněná. Obecně platí, že všechny typy chráněných území by měly být od okolních částí krajiny odděleny tzv. ochranným pásmem (dále OP) zajišťujícím tlumení rušivých vlivů z vnějšího okolí, případně ve směru z chráněného území k porostům s konvenčním způsobem hospodaření. Tento aspekt je důležitý rovněž z hlediska ochrany lesa, neboť právě z území ponechaných samovolnému vývoji může docházet k šíření škodlivých organismů do navazujících hospodářských po-rostů.

Stávající praxe ochranných pásem chráněných území se v Česku odvíjí ze zákonných ustanovení, která v případě MZCHÚ upravuje § 37 zákona č. 114/1992 Sb., v platném znění. Existence OP je umožněna vyhlášovacím aktem příslušného MZCHÚ s přesným prostorovým vymezením. Tam, kde OP přímo vyhlášeno není, jde o území do vzdálenosti 50 m od hranic MZCHÚ. Funkci OP definuje zmíněný zákon následovně: *„Je-li třeba zabezpečit zvláště chráněná území před rušivými vlivy z okolí, může být pro ně vyhlášeno ochranné pásmo, ve kterém lze vymezit činnosti a zásahy, které jsou vázány na předchozí souhlas orgánu ochrany přírody“.*

U VZCHÚ kategorie národní park (NP) funkci ochranného pásma přebírají pří-slušné zóny, v nichž jsou odstupňovány přípustné způsoby zásahů, tedy i intervenč-ní opatření v ochraně lesa (zonace NP je závazně schvalována a poté reflektována v plánech péče). U VZCHÚ typu chráněná krajinná oblast (CHKO) jsou ochranná pásma vázána především na přítomná chráněná území typu národní přírodní re-zervace (NPR) a přírodní rezervace (PR), případně také na okolí jádrových území (většinou 1. zóny), nalézajících se mimo vymezené rezervace.

Je pochopitelné, že největší rizika vzájemného ovlivnění z pohledu ochrany lesa existují u chráněných území s významným zastoupením smrku, který hostí v našich podmínkách nejvíce agresivních druhů kambioxylofágního hmyzu, mezi nimiž za-ujímá vůdčí postavení lýkožrout smrkový. Všechny úvahy o charakteru a velikosti

ochranných pásem lesních rezervací s významným zastoupením smrku, které jsou ponechány samovolnému vývoji, musí být proto vedeny pod zorným úhlem kritérií vyplývajících z poznatků o biologii a populační dynamice tohoto kůrovce.

Zatímco otázky vztahující se k charakteru ochranných pásem jsou velmi komplexní, přičemž zahrnují skutečnosti vyplývající z přírodních podmínek lokality a historie obhospodařování lesních porostů v rezervaci a jejím okolí, tj. neřeší výhradně či dominantně problematiku ochrany lesa, otázky související s velikostí ochranných pásem již obvykle mají přímý vztah k ochraně lesa.

Existence a velikost OP kolem ZCHÚ není v jednotlivých střeoevropských státech řešena jednotně. OP mohou, ale nemusí, být vyhlášována. O ustanovení OP z „fytosanitárních“ důvodů se legislativa vůbec nezmiňuje. V případě českého zákona o ochraně přírody a krajiny č. 114/1992 Sb. (v platném znění) i slovenského zákona o ochrane prírody a krajiny č. 543/2002 Z. z. (v platném znění) obecně platí, že pokud není OP vyhlášeno (v různém rozsahu, podle povahy území a předmětu ochrany) přímo, je za ně považováno území 50 m (Česko), resp. 100 m (Slovensko), od hranice MZCHÚ. Pro národní parky ochranná pásma existují vždy, jejich velikost je však velmi variabilní. V případě německých NP s významným zastoupením smrku (NP Harz a NP Bayerischer Wald) již „precedentní“ případy vyhlášení ochranných pásem z fytosanitárních důvodů existují (SKUHRAVÝ 2002).

Odborná literatura tuto otázku řeší jen výjimečně, zdá se, že mezi vědeckou a odbornou komunitou je stále považováno za platné shrnutí provedené v klasické syntetické studii WERMELINGERA (2004). Zmiňovaný autor uvádí, že velikost této zóny kolísá mezi 100 až 1 500 m, se střední hodnotou kolem 500 m. Tento závěr dobře odpovídá recentním poznatkům z obou výše zmíněných německých „smrkových“ NP, kde je za „bezpečnou“ vzdálenost vzhledem k šíření lýkožrouta vně hranic území se samovolným vývojem považován pás 300, resp. 500 m (cf. SCHOPF 2009, HABERMANN 2009). V případě přírodních rezervací (NPR a PR) lesního charakteru s rozlohou desítek až stovek ha se velikost této zóny blíží nejnižší hodnotě podle WERMELINGERA (2004), tj. 100–500 m, přičemž prakticky nikdy nepůjde o pás stejně široký po celém obvodu rezervace, ale jeho šířka bude respektovat konkrétní průběh a tvar jejích hranic, geomorfologické poměry, charakter okolních porostů apod.

1.2 Přehled současných poznatků z biologie lýkožrouta smrkového

1.2.1 Přehled bionomie

Lýkožrout smrkový je v podmínkách celé palearktické oblasti nejvýznamnějším druhem kůrovcovitých brouků vázaným na jehličnaté lesy (CHRISTIANSEN, BAKKE 1988) a v případě smrku ztepilého jej SKUHRAVÝ (2002) považuje za jeho vůbec nejvýznamnějšího hmyzího škůdce. Areál rozšíření l. smrkového zaujímá značnou část palearktické oblasti. Zasahuje od Pyrenejí po Japonsko, kdy jeho severní hranice prochází v Evropě Laponskem a jižní hranice severním Řeckem a Tureckem. V Asii tvoří severní hranici oblast arktické tundry mezi 68–69° severní šířky, jižní pak probíhá severním Kazachstánem, Mongolskem a Čínou (SKUHRAVÝ 2002).

V současnosti je l. smrkový řazen k čeledi nosatcovití (Coleoptera: Curculionidae), podčeledi kůrovci (Scolytinae). K významné změně došlo v nedávné době ve vyšším taxonomickém zařazení bývalé čeledi kůrovcovití (Scolytidae), která byla zejména na základě podobnosti preimaginálních stadií přerazena jako podčeď do bohaté čeledi nosatcovití (Curculionidae), viz KNÍŽEK, BEAVER (2004).

Vývoj l. smrkového probíhá jako u všech druhů hmyzu s proměnou dokonalou přes stadium vajíčka, larvy, kukly a dospělce (HŮRKA, ČEPIČKÁ 1978). Vajíčka jsou drobná (0,6–1,0 mm v průměru), oválná, leskle bílá (PFEFFER 1954; ZUMR 1995). Larva je apodní, bělavá, rohličkovitě zahnutá, se slabě chitinizovanou hlavovou kapsulí, její vývoj prochází třemi instary. Čerstvě vylíhlá larva je sotva 2 mm velká, dospělá měří 5–7 mm (ZUMR 1995). Kukla je bílá, 5–6 mm dlouhá, volná, zakončená dvěma krátkými trny (ZUMR 1995; ZAHRADNÍK, KNÍŽEK 2000).

Tělo dospělce l. smrkového je válcovitého tvaru s poměrně velkým štítem a kratšími, vzadu ozubenými krovkami. Velikost kolísá mezi 4,2–5,5 mm (PFEFFER 1955, 1989, 1995; POSTNER 1974; NUNBERG 1981), dolní hranici 4 mm uvádějí PFEFFER (1954) i ZAHRADNÍK, KNÍŽEK (2000). Hlava je při pohledu shora kryta podlouhlým vpředu kulovitě zaobleným štítem, který je v přední části zřetelně hrbolkovaný. Tykadla jsou na konci opatřena kulovitou paličkou s lomenými švy. Mezirýží krovek jsou hladká, lesklá, pouze v zadní části krovek nepravidelně tečkovaná. Vyhloblení zadní části krovek je matné, jemně tečkované a na okrajích je opatřeno čtyřmi páry zoubků, z nichž třetí shora je největší. Samička má hustěji ochlupené čelo a přední okraj štítu (PFEFFER 1955, 1989).

Požerek l. smrkového je od ostatních druhů kůrovců relativně dobře rozeznatelný. Vstupní (závrťový) otvor se rozšiřuje ve snubní komůrku, která je zpravidla celá

ukrytá v lýku. Ze snubní komůrky vycházejí rovnoběžně s podélnou osou kmene rovné, nezprohýbané matečné chodby. Požerek je obvykle 2–3ramenný, při vyšším obsazení kmene pouze s 1 matečnou chodbou, 4–6ramenné požerky jsou méně časté (PFEFFER 1954; ZUMR 1995), POSTNER (1974) uvádí i sedmiramenný požerek. Šířka matečné chodby dosahuje 3–3,5 mm, její délka je velice proměnlivá a závisí zejména na hustotě obsazení kmene (PFEFFER 1954). Při měření 2 942 požerků l. smrkového byla MATOUŠKEM et al. (2012) u matečných chodeb s larvami 3. instaru zjištěna minimální délka 23 mm, maximální pak 142 mm. Pod tlustší vrstvou kůry mohou z matečné chodby vycházet 2–4 větrací otvory (POSTNER 1974). Larvální chodby vycházejí z matečné chodby kolmo, postupně se rozšiřují a jsou zakončené oválným prostorem pro kuklení (tzv. kukelnou komůrkou či kolébkou). Larvální chodby s plně vyvinutými larvami jsou 3–6 cm dlouhé (PFEFFER 1954).

Vývoj jedné generace l. smrkového od založení požerku po ukončení zralostního žíru nových dospělců trvá v našich podmínkách obvykle 6–10 týdnů (PFEFFER 1954; ZAHRADNÍK, KNÍŽEK 2000).

Pod kůru se první zavrtává sameček a během 2–4 dnů vytváří snubní komůrku (PFEFFER 1954). Lýko zkonzumované při tvorbě snubní komůrky vytlačuje ve formě hnědavých drtinek vstupním otvorem mimo požerek. Tím se do okolí uvolňuje feromon, na který reagují obě pohlaví. Hlavními složkami samčího feromonu jsou metylbutenol a cis-verbenol. Metylbutenol je produkován nezávisle na hostitelském stromu, cis-verbenol závisí na hladině α -pinenu (WAINHOUSE 2008). Přilákané samice začínají po spáření se samcem hlodat matečnou chodbu a klást vajíčka.

Samička klade jedno až dvě vajíčka denně a přitom je samcem vícekrát oplozována. Nejprve vyhledá ve stěně matečné chodby, která má již určitou délku, zářez. Poté couvá do snubní komůrky, kde se otočí a opět couvá k místu zářezu, do kterého naklade krátkým kladélkem vajíčko a znovu se vrací do snubní komůrky. Zde se opět otočí a vrátí se hlavou napřed až k nově položenému vajíčku, které zakryje zátkou z jemných drtinek (PFEFFER 1954). Při pohybech v matečné chodbě samice do prostoru snubní komůrky vytlačuje trus se zbytky lýka, které samec vyhazuje závrtočným otvorem ven z požerku. Tak se do okolního prostředí dostává i feromon produkováný samicemi, jehož hlavními složkami jsou ipsdienol a ipsenol. Samičí feromon má za úkol omezit další nálet samců a samic, čehož je dosaženo při vyšší koncentraci ipsdienolu a ipsenolu než cis-verbenolu. Antiagregační funkci má i látka verbenol, která je metabolickým produktem vznikajícím prostřednictvím činnosti asociovaných mikroorganismů z monoterpenů smrku (WAINHOUSE 2008).

Počet nakladených vajíček závisí na délce matečné chodby, tj. populační hustotě (ANDEBRANT 1990; MATOUŠEK et al. 2012), počtu sesterských přerojení (PFEFFER 1954; MARTÍNEK 1961) či nadmořské výšce (ZUMR 1995). Nejširší rozmezí (20–100 ks) uvádí PFEFFER (1954), maximální hodnoty mohou podle MARTÍNKY (1956,

1961) dosáhnout až výše „fyziologických“ možností jedné samice, tj. 120 vajíček. Většina autorů (THALENHORST 1958; ZUMR 1995; WERMELINGER 2004; MATOUŠEK et al. 2012) však uvádí rozmezí cca 20–80 nakladených vajíček na samici.

Jelikož vajíčka nejsou kladena v jeden okamžik, je líhnutí a vývoj larev nestejněměrné (rychlejší v blízkosti snubní komůrky) a v jednom požerku se lze setkat s dospělými larvami i vajíčky. Jednotlivé larvální chodby probíhají paralelně a některé z nich jsou v důsledku úhynu larev předčasně ukončeny. Ke křížení chodeb může docházet pouze při větší tloušťce lýka, kdy mohou larvální chodby probíhat i ve dvou vrstvách (THALENHORST 1958). Po krátkém období kukly se líhne imago (tzv. žlutý brouk), které ještě k plné dospělosti musí v místě vývoje nebo mimo něj, tj. na stejném či jiném kmeni, vykonat zralostní (úživný) žír. Poměr pohlaví nového pokolení je 1:1 (PFEFFER 1954). Po dokončení zralostního žíru zakládají dospělí brouci novou generaci či se chystají na přezimování.

Zásadní vliv na úspěšnost přezimování, letovou aktivitu, rychlost vývoje a počet generací l. smrkového má teplota (ANNILA 1969). Nástup imaginální diapauzy však mnohem výrazněji ovlivňuje fotoperioda (DOLEŽAL, SEHNAL 2007). Populace lýkožrouta ve stadiu imaga přezimuje v místě svého vývoje nejčastěji v opadané kůře na zemi (DWORSCHAK et al. 2014). Mortalita během fáze přezimování je často způsobena opakovaným poklesem teplot pod $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (FACCOLI 2002 ex WERMELINGER 2004), podle ZUMRA (1995) pod $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na mortalitu má během vývoje lýkožrouta vliv řada predátorů, parazitoidů a patogenů. ZELENÝ (2002) uvádí z území Česka 16 predátorů a 11 parazitoidů *I. typographus*. Mezi nejvýznamnější patří larvy pestrokrovečníka mravenčího *Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) [Cleridae: Coleoptera], jehož výskyt je těsně synchronizován s populační hustotou lýkožrouta (WESLIEN 1994). Přehled nejvýznamnějších patogenů l. smrkového uvádějí například HOLUŠA, LUKÁŠOVÁ (2012).

Metody ochrany lesa využívané proti lýkožroutu smrkovému jsou dobře propracované a při jejich správné aplikaci lze populaci tohoto kalamitního škůdce významně zredukovat. Nejdůležitějším a základním způsobem této regulace je vyhledávání napadených stromů a jejich včasná asanace v době před opuštěním novou generací. Vyhledávání napadených stromů podle barevných změn jehličí nemusí být vždy spolehlivé, a proto je nejspolehlivějším způsobem zjišťování aktivních kůrovcových stromů prostřednictvím sledování tzv. dutinek při bázi napadených kmenů (především za šupinami a na povrchu borky). Asanaci kůrovcem napadených kmenů lze provádět mechanicky (ručním či strojovým odkorněním), nebo chemicky. Jako obranná metoda jsou využívány stromové lapáky, otrávené lapáky a v poslední době také otrávené „trojnožky“. Velice často používanou kontrolní metodou jsou feromonové lapače (ZAHRADNÍK, KNÍŽEK 2000; WERMELINGER 2004).

1.2.2 Interakce hostitelského stromu a lýkožrouta smrkového

Lýkožrout smrkový patří mezi „agresivní“ druhy kůrovců, kteří mohou napadat i zdravé stojící stromy (WAINHOUSE 2008). Způsob výběru hostitelského stromu tímto druhem dosud není vědecky jednotně interpretován. Ačkoliv je obecně přijímána představa, že tzv. pionýrství brouci jsou lákáni primárními atraktanty hostitele (viz WERMELINGER 2004), bylo pomocí zpřesněných počítačových simulací dokázáno, že brouci mohou nalézt vhodný strom i pomocí náhodné disperze v prostoru (BYERS 1996).

Testují-li brouci v souladu s hypotézou náhodné disperze obranyschopnost stromu, lze očekávat, že náchylnější stromy nebudou schopny produkovat dostatečné množství obranných látek (pryskyřice) a umožní broukům produkci agregačního feromonu, tj. následnou hromadnou kolonizaci (BYERS 2004). Jednotlivé úrovně obranyschopnosti stromu lze charakterizovat (LIEUTIER 2004; FRANCESCHI et al. 2005) jako (1) předběžnou rezistenci stromu, kdy jsou zdroje investovány do obrany před napadením kůrovci (tloušťka kůry, systém vertikálních pryskyřičných kanálků) a (2) indukovanou resistenci, kdy jsou zdroje investovány až během napadení (indukovaný tok pryskyřice, hypersenzitivní reakce, prodloužená rezistence). Stromy, které úspěšně překonaly atak lýkožroutů, jsou odolnější k dalšímu napadení a tato vlastnost se označuje jako sekundární rezistence. Vzhledem k tomu, že obranný systém musí reagovat na jednotlivé atakující brouky a je energeticky velice náročný, je strom schopen krýt tuto potřebu energie pouze po omezenou dobu. Lýkožrout smrkový překonává obranyschopnost stromu hromadným náletem koordinovaným prostřednictvím agregačního feromonu (RAFFA, BERRYMAN 1983) a současným oslabováním obranného systému stromu pomocí asociovaných „vasikulárních“ hub, zejména druhu *Ophiostoma (Ceratocystis) polonicum* Siemazsko (CHRISTIANSEN et al. 1987). Na základě faktu, že pro úspěšné napadení stromu je nutný určitý minimální počet jedinců, byl BERRYMANEM (1974) stanoven hustotně závislý práh úspěšného napadení, který se v evropských podmínkách pohybuje mezi 300–850 jedinci (LIEUTIER 2004). Za náchylnější vůči napadení jsou považovány stromy poškozené, staré, stresované suchem, růstově potlačené, pomalu rostoucí, dále jedinci s tenkou borkou, rostoucí v hustém zápoji či napadení houbami (BAIER 1996; LIEUTIER 2004; WERMELINGER 2004). Smrky rostoucí ve smíšených porostech mají oproti stromům rostoucím v monokultuře vyšší primární tok pryskyřice, tj. i vyšší primární odolnost, ale i indukovanou (sekundární) obranyschopnost (BAIER et al. 2002). Významnou roli v náchylnosti k napadení lýkožroutem smrkovým hraje i dostupnost vody (KAUSRUD et al. 2012).

Po vyčerpání obranyschopnosti hostitelského stromu zůstává na kolonizovaném kmeni vysoký počet jedinců, ovlivňujících míru přežívání potomstva z důvodu rostoucí kompetice o lýko (THALENHORST 1958). Během náletu na strom je této situaci předcházeno zvyšující se produkcí antiagregačních feromonů a látek odklánějících další ataky na jiné stromy v okolí (SCHLYTER, ANDERBRANT 1989). Také v okamžiku, kdy se samice již nacházejí ve fázi kladení vajíček, mohou v případě přeplnění disponibilního prostoru předčasně opustit matečnou chodbu a založit tzv. sesterské pokolení na jiném stromě (MARTÍNEK 1961) nebo snížit počet kladených vajíček (ANDERBRANT 1990). Silná kompetice o lýko se kromě mortality preimaginálních stadií projevuje i menší dosahovanou velikostí dospělců a nižším objemem jejich tukového tělesa (BOTTERWEG 1983; ANDERBRANT, SCHLYTER 1989). Je známo, že právě větší jedinci se šíří na větší vzdálenosti, čímž získávají výhodu zejména díky úniku před predátory a parazitoidy (ANDERBRANT et al. 1985).

1.2.3 Disperze lýkožrouta smrkového

Experimentální studie (DUELLI et al. 1986) zabývající se otázkou letových hladin kůrovcovitých, dokládá maximální četnost odchyty *I. typographus* do nenavnazených bariérových pastí v 5 m, přičemž méně než 5 % brouků bylo odchyceno výše než 10 m. Tyto údaje o nízké letové hladině *I. typographus* podporují i zjištění FORSE a SOLBRECKA (1985), kde maxima odchytů byla do 2 m nad zemí). GUTOWSKI a KRZYSZTOFIK (2005) dokonce v této výšce odchytali do 36 nenavnazených pastí za 6 let celkem 6 869 dospělců *I. typographus*. Relativně nízká letová hladina u *I. typographus* souhlasí i s chováním severoamerických kůrovců (SAFRANYIK et al. 2000). Uvedené poznatky se ovšem liší u stromů větších dimenzí, kde v 10 m může být tloušťka kůry ještě značná – v takových případech se mohou uplatňovat modifikované modely letového chování. V terénu jsme mnohokrát pozorovali stromy, které byly po více let kolonizovány tesaříky (Cerambycidae). Obsazen byl ročně vždy pruh o šířce cca 30 cm, který se spirálovitě táhl až do koruny stromu. Domníváme se, že *I. typographus* atakoval takové stromy, až když zbýval relativně úzký pruh neporušeného lýka a nálet směřoval do prostoru koruny nejméně 20 m nad zemí. Stromy obsazené tesaříky bývají silně oklované od ptáků, a pravděpodobně uvolňují do okolí značné množství primárních atraktant. Při setkání s takovým stromem může brouk zamířit do vyšších partií. Např. v práci DUELLI et al. (1986) je “vytáhnutí” brouků feromonem prokazatelně patrné (odchyty v pastích i přes 40 m nad zemí).

Disperze I. smrkového je značně variabilní a dosud ne zcela spolehlivě objasněna. Směr disperze je závislý zejména na rychlosti větru a složení okolních lesních porostů (FRANKLIN et al. 2000; KAUSRUD et al. 2012). Pokud rychlost větru přesahuje 2 ms^{-1} je aktivní šíření I. smrkového ovlivněno zejména směrem větrného proudění (Franklin et al. 2000). Při vyšších rychlostech se jedná o pasivní přenos. Za nízké rychlosti větru ($<1 \text{ ms}^{-1}$) může lýkožrout letět proti směru proudění vzduchu. Brouci se během disperze orientují zejména čichem (KAUSRUD et al. 2012) a pokud se setkají s volatilními látkami hostitele, změni trajektorii letu směrem ke zdroji. Na kratší vzdálenost pak má rozhodující účinek feromon (FRANKLIN et al. 2000).

Podíl dispergující populace je závislý zejména na koncentraci feromonu v nejbližším okolí místa vzletu brouků. Pokud je ovzduší nasycené feromonem, například v místech vyšších populačních hustot a dostatku náchylných stromů vhodných k napadení, bude převážná část vylétujících brouků prozkoumávat blízké okolí a reagovat na feromon na krátkou vzdálenost. Jestliže při vylétnutí brouků není přítomný zdroj feromonu, brouci stráví méně času prozkoumáváním blízkého okolí a rychle odlétají pryč, dříve než reagují na feromon (FRANKLIN et al. 2000). Toto chování souhlasí s vyššími odchylkami emigrujících brouků v místech s intenzivní asanační těžbou, v porovnání s bezzásahovým územím (MONTANO et al. 2016).

Aktivní schopnost letu I. smrkového jistě přesahuje vzdálenost 500 m (WERMELINGER 2004), maximální záznamy pasivního letu jsou však mnohonásobně vyšší (cf. KAUSRUD et al. 2012). Z hlediska šířky OP je důležitější spíše vzdálenost výskytu nových kůrovcových ohnisek od míst napadení z předchozího roku (za předpokladu jedné generace lýkožrouta v roce). Wermelinger (2004) považuje za rizikovou vzdálenost 100 m kolem čerstvých kůrovcových ohnisek a WICHMANN, RAVN (2001) pak 500 m od polomů. Zejména tyto údaje sloužily ke stanovení střední a spodní hranice velikosti ochranného pásma kolem lesních rezervací s bezzásahovým režimem v práci WERMELINGERA (2004). Analýzou infračervených leteckých snímků zaznamenávajících průběh přemnožení I. smrkového v NP Bavorský les za období 22 let, byly KAUTZEM et al. (2011a) stanoveny v těchto tradičně používaných mezích pravděpodobnosti výskytu nových kůrovcových ohnisek od napadení v předchozím roce. Ve 100 m vzdálenosti vzniklo průměrně 65 % nových ohnisek a do vzdálenosti 500 m se vyskytovalo 95 % nových ohnisek. Pro podmínky 5–7 lvs. je však mnohem vhodnější analýza z gradace lýkožrouta v NP Bavorský les mezi lety 2001–2010 (KAUTZ et al. 2011b), kdy byla pomocí dvou odlišných metod prostorové statistiky prokázána velice nízká pravděpodobnost vzniku nových ohnisek od napadení z předchozího roku ve vzdálenosti nad 200 m.

1.2.4 Populační dynamika lýkožrouta smrkového a interakce s polomy

Velmi důležitým faktorem ovlivňujícím následnou gradaci je populační hustota lýkožrouta v okolních porostech (ERIKSSON et al. 2008). Množství polomových stromů, které „může“ ročně vzniknout a být lýkožroutem smrkovým obsazeno bez rizika vzniku přemnožení, uvádí pro středoevropské podmínky ve své práci SKUHRAVÝ (2002). Toto množství stanovuje na cca 10 stromů (především slabších dimenzí) na 1 ha, zatímco MRKVA (1997) udává 10, resp. 15 stromů na plochu 2–3 ary. Pokud je tato hranice překročena, doporučuje MRKVA (1997) ponechat v chráněných územích 30 % padlých stromů. V případě výskytu epizody sucha (deficit více než 100 % normálu po dobu 3 měsíců) však autor navrhuje množství ponechaných stromů korigovat. V severní Evropě (Finsku) je za množství, které nezpůsobí vznik přemnožení, považováno 20 stromů (ERIKSSON et al. 2007, 2008) nebo 5 m³ ležících atraktivních stromů (KAUSRUD et al. 2012).

Riziko přemnožení podkorního hmyzu však není dáno pouze přítomností polomů. Lesní porosty vystavené přísušku či déletrvajícimu období se srážkovým deficitem mají též nižší vitalitu a jsou tak rovněž náchylnější k napadení hmyzem (ØKLAND, BERRYMAN 2004) i k infekci kořenů primárně parazitickými dřevokaznými houbami (DESPREZ-LOUSTAU et al. 2006).

Šíření l. smrkového po větrných disturbancích je komplexní proces, který nevykazuje žádné monokauzální korelační vztahy. Význam jednotlivých faktorů se může dokonce měnit i v průběhu gradace (LAUSCH et al. 2011). Na krajinné úrovni bylo šíření l. smrkového obvykle studováno interpretací leteckých a satelitních snímků (WULDER et al. 2005; LAUSCH et al. 2011), hodnocením spektrálních snímků (KAUTZ et al. 2011), časových řad digitálních fotografií na vybrané síti lokalit (KÖSTER et al. 2009) nebo hodnocením sítě referenčních ploch v hospodářských lesích (GILBERT et al. 2005; HILCZANSKI et al. 2006). Na lokální úrovni, obvykle v bezzásadových územích, bylo šíření tohoto hmyzího druhu sledováno zpravidla terestrickým šetřením (SCHROEDER, LINDELÖW 2002; PLAŠIL, CUDLÍN 2005; GRODZKI et al. 2006b; KOMONEN et al. 2011). Obecně platí, že významnými faktory šíření l. smrkového jsou velikost větrem disturbovaných ploch, vzdálenost od míst předchozího napadení (LAUSCH et al. 2011), expozice (JURC et al. 2006), věková struktura porostů (WERMELINGER 2004), porostní hustota a zastoupení smrku (HILCZANSKI et al. 2006). Predikce šíření lýkožrouta vycházející z těchto vztahů jsou mnohdy velmi nepřesné (WERMELINGER 2004), nicméně velice rozšířené a sofistikované (cf. SEIDL et al. 2011).

Během prvních dvou let po vzniku polomu se l. smrkový vyvíjí uvnitř prolámaných světlin (GÖTHLIN et al. 2002) a teprve následně atakuje okolní porosty (WERMELINGER 2004). Nová ohniska vznikají do vzdálenosti 500 m od míst předchozího napadení (WICHMANN, RAVN 2001). JAKUŠEM et al. (2003) bylo pozorováno, že l. smrkový migruje v počátečních fázích přemnožení na delší vzdálenost, což je důsledkem široké nabídky potravních zdrojů (stresovaných stromů), které přečkaly ničivý vítr. Tato pozorování souhlasí s výsledky pokusů se zpětnými odchytů (DUELLI et al. 1997), kdy bylo zjištěno, že více než 50 % populace přeletuje na delší vzdálenost než 500 m a pouze cca třetina (35,4 %) je schopna uskutečnit napadení přímo v místě vylíhnutí. Podíl migrujících brouků je však závislý zejména na koncentraci feromonu (FRANKLIN et al. 2000), místní nabídce zdrojů vhodných k vývoji potomstva (KAUSRUD et al. 2012) a na fázi přemnožení (WICHMANN, RAVN 2001). Nejčastější formou napadení porostů jsou menší ohniska a rozsevy, které se později spojují v rozsáhlé souvislé plochy (FAIMAN 1996).

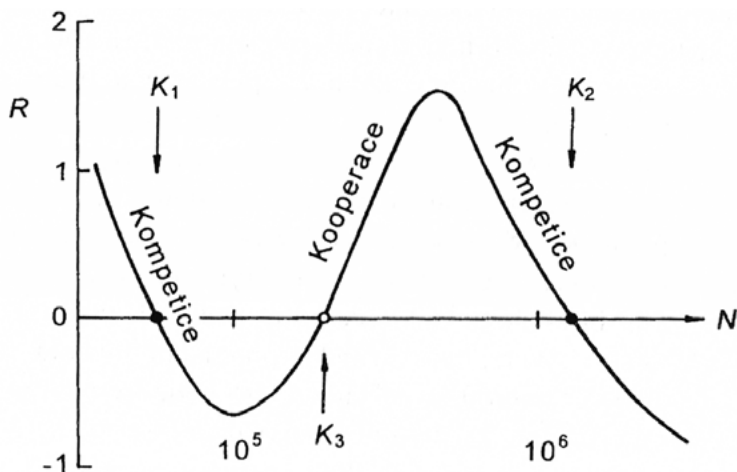
Populační dynamiku l. smrkového lze charakterizovat jako eruptivně pulzující (BERRYMAN 1987), při níž dochází ke značně zpožděné negativní zpětné vazbě. Přemnožení trvá obvykle 5–7 let (SAUVARD 2004), podle SKUHRAVÉHO (2002) 3–11 let, během nichž odumře následkem napadení velké množství stromů (SAUVARD 2004).

Délka trvání mezigradačního období je velice proměnlivá a dochází při ní k akumulaci zdrojů, tj. odumírajících a silně oslabených stromů (ØKLAND, BJØRNSTAD 2006). V období latence probíhá o tyto zdroje kompetice a populace je řízena negativní zpětnou vazbou, udržující rovnovážnou populační hustotu s nosnou kapacitou prostředí K_1 , která odpovídá množství odumírajících a silně oslabených stromů (JAROŠÍK 2005). Zvýšení početnosti l. smrkového umožňuje kooperaci mezi jedinci a kolonizaci doposud nepřístupného zdroje – rostoucích vitálních stromů (BERRYMAN, KINDLMANN 2008). S dalším nárůstem populačních hustot je spojena kompetice o stojící stromy, resp. o prostor pro vývoj potomstva a populace je opět ovlivňována negativní zpětnou vazbou na nosné kapacitě prostředí K_2 , odpovídající disponibilnímu množství stojících stromů (JAROŠÍK 2005).

Interakce mezi lýkožroutem a jeho hostitelem tedy vytváří bimodální populační křivku (obr. 1) o dvou nosných kapacitách prostředí oddělených nestabilním prahem K_3 (JAROŠÍK 2005; BERRYMAN, KINDLMANN 2008). V této souvislosti se někdy hovoří o endemické (K_1) a epidemické (K_2) populační hustotě (JAROŠÍK 2005). Při přechodu mezi endemickou a epidemickou populační hustotou hrají klíčovou roli disturbanční procesy (cf. SEIDL et al. 2011).

Na území střední Evropy jsou v tomto směru nejvýznamnější větrné disturbance (SCHELHAAS et al. 2003), které jsou schopny synchronizovat populační dynamiku

I. smrkového na rozsáhlých územích (ØKLAND, BJØRNSTAD 2006), kdy nárůst jeho populační hustoty po větrné kalamitě probíhá s časovým zpožděním ovlivněným zejména teplotou, na území Česka cca 1–3 letým (MODLINGER, NOVOTNÝ 2015).



Obr. 1:

Multimodální vztah mezi rychlostí růstu populace R a populační hustotou N (podle BERRYMANA 1981 ex JAROŠÍK 2005)

1.3 Přehled využitelných metod ochrany lesa před lýkožroutem smrkovým

1.3.1 Obecné zásady uplatňované v hospodářských lesích

Ochrana lesních porostů před lýkožroutem smrkovým je legislativně ukotvena v § 32 zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů („lesní zákon“), v platném znění. Podrobněji je rozvedena v navazující vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., ve znění její novely č. 236/2000 Sb., a dále v České technické normě ČSN 48 1000 Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku, vydané roku 2005. Z uvedených předpisů vyplývá povinnost věnovat lýkožroutu smrkovému patřičnou pozornost ve všech lesních porostech s významnějším zastoupením smrku, tedy i v ochranných pásmech ZCHÚ.

Metody ochrany lesa vztahující se k otázkám regulace populací podkorního hmyzu (tzv. přímá obranná opatření) jsou dlouhodobě předmětem intenzivního studia. Je proto přirozené, že systém vyvinutých a používaných obranných opatření je dobře propracovaný a uplatňuje se v souladu s obecnými zásadami integrované ochrany rostlin, jak ukládá domácí i unijní legislativa (cf. ZAHRADNÍK et al. 2014). Klíčový taxon gildy smrkových kambioxylofágů, l. smrkový, mající z lesnického hlediska status prvořadého kalamitního škůdce, patří přitom mezi nejvíce studované hmyzí druhy vázané na lesní společenstva. Množství prací o něm stále strmě narůstá, jejich recentní přehled spolu s celou problematikou biologie a ekologie kůrovcovitých podávají např. syntetické studie mezinárodního kolektivu autorů pod vedením VEGY, HOFSTETTERA (2015) či LIEUTIERA et al. (2004). Domácí zdroje, především aplikovaného charakteru, jsou shrnuty např. v monografických studiích PFEFFERA (1954) nebo ZUMRA (1995). Příčinám a souvislostem gradací lýkožrouta v konkrétním případě NP Šumava se věnují knihy SKUHRAVÉHO (2002) nebo KINDLMANNA et al. (2012). Praktické poznatky týkající se metod kontroly a obrany lze čerpat např. z informačních materiálů pro lesnickou praxi (ZAHRADNÍK, KNÍŽEK 2000) či ze souborných publikací ŠVESTKY et al. (1996), ZAHRADNÍKA (2005) nebo VAKULY et al. (2015), věnovaných dominantně problematice ochrany lesa v hospodářských lesích. V modifikované podobě jsou však tyto postupy uplatnitelné i v podmínkách ochranných pásem ZCHÚ, což je náplní kapitoly 2.1 této publikace. Přehled moderních metod a postupů ochrany proti podkornímu hmyzu i s ohledem na chráněná území je uveden rovněž v práci JAKUŠE, BLAŽENCE (2015).

Kontrola

Při stanovení způsobu kontroly a množství kontrolních opatření se vychází z objemu kůrovcového dříví v předchozím roce. Legislativa rozlišuje tři úrovně stavu populace I. smrkového. Stav základní je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru nedosáhl 1 m^3 na 5 ha smrkových porostů, a nedošlo k vytvoření ohnisek výskytu. Stav zvýšený je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru překročil 1 m^3 na 5 ha smrkových porostů, a došlo k vytvoření ohnisek výskytu lýkožrouta. Tento stav upozorňuje na možnost vzniku přemnožení. Stav kalamitní je takový početní stav lýkožroutů, při kterém vznikají rozsáhlá poškození lesních porostů, ať již v porostních stěnách nebo se tvoří rozsevy uvnitř porostů.

Při základním stavu se početnost lýkožroutů kontroluje pomocí odchyťových zařízení – lapáků nebo lapačů. Ve všech porostech starších 60 let se zastoupením smrku nejméně 20% se umísťuje minimálně 1 odchyťové zařízení na 5 ha, a to pro jarní i letní rojení. Současně se ve všech porostech zjišťuje výskyt napadených stromů a probíhá jejich včasná asanace.

Při zvýšeném a kalamitním stavu se počet kontrolních opatření upravuje podle kalamitního základu. Ve zvýšeném stavu plní kontrola již částečně také obrannou funkci, při kalamitním stavu je účel odchyťových zařízení zejména obranný. Na každý krychlový metr včas zpracovaného kůrovcového dříví instalujeme pro jarní rojení odchyťová zařízení v poměru 8:1 (8 m^3 – 1 odchyťové zařízení), v případě pozdě zpracovaného (opuštěného) kůrovcového dříví instalujeme odchyťová zařízení v poměru 1–2:1 (na $1\text{--}2 \text{ m}^3$ – 1 odchyťové zařízení). Pro letní rojení odvozujeme počet odchyťových zařízení podle stupně jejich napadení, resp. odchytu během jarního rojení. Při slabém stupni napadení se odchyťová zařízení přemisťují na vhodnější lokalitu, nebo se již neobnovuje jejich funkčnost (v případě lapáků se nepokládá další série). Při středním stupni napadení zůstává počet odchyťových opatření nezměněn. Silný stupeň napadení vyžaduje přiměřené zvýšení počtu odchyťových zařízení tak, aby byla zajištěna realizovatelnost kontrol a v případě lapáků zejména včasnost jejich asanace. K množství odchyťových zařízení stanovených podle stupně napadení se přidá jedno opatření za každý 1 m^3 částečně nebo zcela kůrovcem opuštěný strom.

Odchyťová zařízení se kontrolují v intervalu 7–14 dní a o stupni jejich napadení se vede písemný záznam. Současně se zjišťuje, zda nejsou lýkožroutem napadeny okolní stojící stromy. Odchyťová zařízení nesmí být zakryta buřením nebo jinými „překážkami“ omezujícími šíření feromonu (jak umělého, tak přirozeně produkovaného).

Preventivní a ochranná opatření

Základem prevence je po celý rok důsledně vyhledávat, vyznačovat, evidovat a hlavně včas zpracovávat kůrovcové stromy a ostatní kůrovcové dříví. Zvláštní důraz se klade na úplné zpracování a odvoz či asanaci kůrovcového dříví během zimního období, a to nejpozději do konce března v polohách do 800 m n. m. a do konce dubna v polohách nad 800 m n. m. Za běžných okolností je dále třeba včas odstraňovat z lesa veškerý materiál vhodný pro namnožení l. smrkového, tj. vytěžené dříví, polomy a výrazně fyziologicky oslabené stromy, a to před začátkem jeho rojení. Dříví, které není možné z provozních důvodů včas odvézt z lesa, a které je pro l. smrkového atraktivní, je možné využít jako lapáky (asanovat po napadení) nebo otrávené lapáky.

Účinná obranná opatření vycházejí z pečlivě realizovaných preventivních zásahů, a to zejména z důsledného a včasného vyhledávání a odstraňování veškerého dříví napadeného lýkožroutem smrkovým (s důrazem na stojící stromy). K přímému snižování populační hustoty lýkožrouta jsou využívány stromové lapáky, feromonové lapáče, otrávené lapáky, případně další, méně tradiční metody.

1.3.2 Přehled ochranných metod

Těžba napadených stromů

Jde o základní metodu, na níž je založeno každé úspěšné tlumení výskytu l. smrkového. Je nutné především přednostně vyhledávat a včasnou těžbou (asanací) odstraňovat všechny lýkožroutem napadené stojící stromy, s cílem zabránit vylétnutí nové generace, která se v nich vyvíjí. Napadené aktivní kůrovcové stromy se vyhledávají podle charakteristických symptomů (smolení, drtinky na kořenových náběžích, závrtové otvory, barevné změny jehličí, oklovávání kůry ptáky), blíže viz GUBKA et al. (2010) nebo JAKUŠ et al. (2015). V případě aktivních kůrovcových (stojících) stromů je nejdůležitějším symptomem přítomnost drtinek na kořenových náběžích. Barevné změny jehličí se mohou v některých případech projevit až se zpožděním, tedy v době, kdy již l. smrkový opustil lýko napadeného stromu. Rovněž v případě samovolného opadávání kůry je zpravidla již na účinnou asanaci stromu pozdě.

Těžbou se také odstraňují poškozené a oslabené stromy vhodné k vývoji lýkožrouta (nenapadené), pocházející z různých abiotických poškození vzniklých během roku

(hlavně větrné polomy, v zimním období také sněhové či námrazové polomy, popř. i přímé poškození suchem). Tyto stromy lze využít jako lapáky.

Stromové lapáky

K lákání a odchytu rojících se brouků během jarního a letního období slouží uměle připravené stromové lapáky, tedy pokácené a obvykle odvětvené, nejlépe zdravé stromy. Lapáky přitahují lýkožrouty k založení požerku působením tzv. primárních atraktant, uvolňujících se ze zavadačického lýka. Po založení požerku je samci produkován agregační feromon, který zprostředkuje hromadnou kolonizaci ležícího kmene. Lapáky se kácují v předstihu před počátkem rojení. První série určená k zachycení jarního rojení se připravuje v 2měsíčním předstihu (nejčastěji v březnu). Počet lapáků, který je třeba v porostu instalovat, vychází z kalamitního základu a je popsán v kapitole 1.3.1. Druhá série určená k zachycení letního rojení se připravuje nejpozději jeden až dva týdny před předpokládaným začátkem tohoto rojení. Lapáky první série se umísťují na okrajích porostů (dvě třetiny na výsluní, třetina v polostínu), lapáky druhé série se kácují do polostínu a podle situace se umísťují i do vnitřnějších částí porostů. V horských polohách se lapáky kácí na slunná místa. Pro zvýšení účinnosti lapáku se často doporučuje jeho podkládání, což je v praxi obvykle obtížně realizovatelné.

Při pravidelných kontrolách v intervalu sedmi až deseti dní se zjišťuje stupeň napadení lapáků podle počtu závrtových otvorů na dm^2 a stav vývoje lýkožrouta pod kůrou. Zjišťování stupně napadení provádíme v místě nejsilnějšího náletu lýkožrouta, což je obvykle na počátku koruny, tj. kde zelené větve přechází v suché větve. Za slabý stupeň napadení považujeme méně než 0,5 závrtu, střední 0,5 až 1 závrt a silný více než 1 závrt na dm^2 . Pokud jsou lapáky napadeny silně, přikacuje se do blízkého okolí další lapák, případně se umísťuje feromonový lapač. Při aplikaci lapáků zpravidla nehrozí napadení okolních stojících stromů a není v jejich případě nutné dodržovat bezpečnostní vzdálenost. Asanace lapáku se provádí tak, aby nedošlo k dokončení vývoje nové generace lýkožrouta, což vychází z použitého způsobu asanace.

Feromonové lapače

Za účelem lákání a odchytu rojících se brouků se používají také umělá lapací zařízení, v nichž jako návnada slouží feromonové odparníky, obsahující syntetické agregační feromony. Feromonových lapačů se v minulosti používalo velké množství typů, v současnosti je však nejrozšířenější nárazový šterbinový lapač typu Theysohn. Feromonové lapače určené k obraně se umísťují do ohnisek výskytu v blízkosti porostních stěn, obvykle do vzdálenosti nepřesahující 25 m. Při instalaci lapačů je nutné striktně dodržovat minimální vzdálenost 10 m od nejbližšího

„atraktivního“ živého stojícího smrku (přibližně s výčetní tloušťkou nad 20 cm), pokud se tak nečiní, výrazně se zvyšuje riziko napadení stromů v porostu. Lapače se umísťují jednotlivě nebo v trojicích (tzv. hvězdicovité uspořádání), při plošně rozsáhlých přemnožení se někdy přistupuje k metodě tzv. bariér feromonových lapačů (blíže JAKUŠ, BLAŽENEC 2015). Počet feromonových lapačů, který je třeba v porostu instalovat, vychází z kalamitního základu a je popsán v kapitole 1.3.1. Feromonové odporníky se do lapačů umísťují těsně před počátkem rojení a doba jejich výměny (účinnosti) se řídí pokyny výrobce. Podle množství zachycených lýkožroutů za celé období rojení se pro každý lapač stanovuje stupeň odchyty. Slabý stupeň odchyty představuje méně než 1 000 lýkožroutů, střední stupeň mezi 1 000 a 4 000 jedinců, a silný stupeň je dosažen, pokud počet odchytených brouků převyšuje 4 000. V praxi se obvykle použití lapačů kombinuje se stromovými lapáky, zejména pokud je potřebné v lokalitě umístit velký počet opatření a není zde žádoucí kácet velké množství lapáků. Při použití lapačů se v situacích intenzivních a plošně rozsáhlých přemnožení někdy přistupuje k metodě bariér feromonových lapačů (např. JAKUŠ, BLAŽENEC 2015), což jsou jedno či vícenásobné linie těchto opatření podél porostních stěn (vzdálenost mezi jednotlivými lapači je přitom maximálně 20 m).

Otrávené lapáky

Další možnost v odchyty dospělců lýkožrouta představuje otrávený lapák. Je to pokácený a odvětvený smrk nebo jeho část (např. o délce 4 m), který se těsně před předpokládaným začátkem rojení lýkožrouta celopovrchově ošetří vhodným insekticidem a opatří feromonovou návnadou. Používají se i čerstvá polena (o délce 1–1,5 m) sestavená do trojnožek, s feromonovou návnadou umístěnou pod vrcholem. Tloušťka použitých polen by neměla klesnout pod 12 cm (LUBOJACKÝ, HOLUŠA 2011). Přítomnost feromonového odporníku je nutná díky ošetření povrchu kmeny insekticidem, který zabraňuje založení požerku, a tím i produkci přirozeného agregčního feromonu. Otrávené lapáky se používají pouze při zvýšeném a kalamitním stavu, a to zejména na nepřístupných lokalitách, kde není možné dodržet pravidelné intervaly kontrol. Pro stanovení počtu otrávených lapáků vycházíme ze stejných zásad jako v případě feromonových lapačů, je rovněž nutné dodržet bezpečnostní vzdálenost 10 m od nejbližšího živého stojícího smrku. Kontrola otrávených lapáků nemusí být tak častá jako v případě lapačů nebo lapáků. Důležité je zjišťovat, zda pod kůrou otráveného lapáku nedochází k vývoji požerků lýkožrouta. Účinnost otrávených lapáků se sleduje namátkově pomocí kontrolního rámu nebo plátna. V souladu s dobami účinnosti uvedenými na etiketách použitých přípravků se účinnost otrávených lapáků udržuje po celou sezónu opakovaným ošetřením insekticidem a pravidelnou výměnou feromonového odporníku.

Mezi otrávené lapáky lze rovněž zařadit systém Trinet, jedná se o síť napuštěnou dlouhodobě kontaktně působícím insekticidem, která je umístěna na trojboké hliníkové konstrukci.

Stojící navnazené stromy

Mezi netradiční způsoby obrany patří metoda usměrňování náletu l. smrkového na okraje smrkových porostů (porostní stěny), které jsou navnazeny feromony – někdy též označovaná jako švédská metoda. Tuto nestandardní metodu lze použít v porostech s kalamitním stavem lýkožrouta, v místech kde by s největší pravděpodobností i při uplatnění klasických metod ochrany došlo k napadení porostních stěn, nebo je možné tímto způsobem usměrnit nálet lýkožrouta na části porostu, v kterých je plánovaná těžba. V porostní stěně se zvolí 3–5 stromů, na které se umístí feromonový odparník, vzdálenost mezi navnazenými stromy může být 10–20 m. V případě že se jedná o porost, který je v plánu smýtit, lze feromonové odparníky vyvěsit rovnoměrně po porostu. Stromy se navnazují těsně před rojením, feromonový odparník se umísťuje co možná nejvýše. Navnazené stromy je vhodné viditelně označit. Metodu je možné použít pro obě rojení, případně v kombinaci s ošetřením báze stromů insekticidy (tzv. metoda skupin stojících stromů zatraktivněných feromonem a ošetřených insekticidy – cf. JUHA et al. 2012).

Další metody

Další novodobě vyvíjenou a dosud spíše výjimečně používanou metodu představuje aplikace semiochemikálií typu antiatraktant (syntetických látek imitujících vůni listnáčů a smrků plně kolonizovaných lýkožrouty), které působí repelentně a odpuzují lýkožrouty od stromů či porostních částí, ošetřených těmito látkami (formulovanými nejčastěji do podoby modifikovaných odparníků). V budoucnu lze pravděpodobně očekávat postupné všestranné zdokonalování této metody. V praxi ochrany lesa proti lýkožrotům však doposud neexistuje standardní a komerčně přístupná metoda, přestože vývoj dospěl v mnoha případech již do stadia poloprovozních zkoušek, a to i v podmínkách střední Evropy (JAKUŠ, BLAŽENEC 2015).

Na tomto místě je možno zmínit také tzv. biologické možnosti obrany, spočívající v umělé aplikaci entomopatogenních bioagens, schopných infikovat a zahubit vývojová stadia lýkožrouta (ze skupiny entomopatogenních hub, nejčastěji využívaných, je možno uvést např. taxon *Beauveria bassiana*).

1.3.3 Možnosti asanace napadených stromů

Asanace kůrovcového dříví zabraňuje v lesních porostech výlétnutí nové generace brouků z napadených stromů. Provádí se odvozem napadeného dříví z dosahu lesních porostů, odkorněním (sloupáním nebo odfrézováním) a chemickým postříkem kůry. Každá z uvedených metod má své výhody a zároveň nedostatky. Výběr použitého způsobu asanace kůrovcového dříví závisí právě na těchto specifických okolnostech.

Mechanické metody

Podle použitého způsobu asanace můžeme mechanické metody rozdělit na strojové a ruční odkornění. Při strojovém odkornění se používají frézové adaptéry na ruční motorové řetězové pily (RMŘP), nebo těžební stroje (hlavice harvesteru). Při odkornění pomocí adaptéru na RMŘP dochází ke spolehlivému mechanickému hubení I. smrkového i ve stadiu žlutého brouka. K ručnímu odkornění se používají škrabáky nebo loupáky. Metoda ručního odkornění je pracná a realizovatelná pouze při nižším množství kůrovcového dříví. Napadené kmeny odkorníme nejlépe před zakuklením lýkožroutů, protože pak stačí otočit oloupanou kůru lýkem vzhůru a slunce, déšť a různí živočichové spolehlivě potomstvo zahubí. V případě pozdějšího ručního odkornění je třeba kůru buď odnést a spálit, nebo chemicky ošetřit. Z důvodu odnosu veškeré oloupané kůry se někdy kmeny při loupání podkládají plachtou, což je v praxi často obtížné proveditelné. Specifickým způsobem ruční asanace je odkornění napadených stojících stromů, které provádějí lezci se speciálním vybavením.

Odlišným případem mechanické asanace je použití drážkové frézy (adaptéru na RMŘP) k rozrušení celistvosti kůry tak, aby nebyl možný vývoj lýkožrouta. Používá se v lokalitách, kde se stromy ponechávají k zetlení, ale je umožněna asanace lýkožroutem napadených kmenů. Stromy, které byly vyvráceny větrem (nebo jiným činitelem) se proškrábají tak, že vzniknou 3 mm hluboké drážky (až do dřeva), maximální vzdálenost mezi drážkami by neměla překročit 3 cm. Tato metoda „mechanizovaného i ručního proškrábání pro omezení vývoje kůrovců“ byla zpracována JUHOV et al. (2012).

Asanace odvozem

Jedná se o velmi efektivní způsob, při kterém se napadené kmeny odvezou a asanují mimo lesní porosty (nejlépe zpracováním během výroby v dřevozpracujících

provozovných). Asanaci odvozem je vhodné provést co nejdříve po napadení lýkožroutem, aby se zabránilo sesterskému přerojení samic v porostu. Při soustředování napadených kmenů se snažíme co nejméně poškodit stojící porost, proto není vhodné vyklízet stromy v celých délkách.

Chemické metody

Asanace kůrovcového dříví pomocí insekticidů je velice rozšířenou metodou. K postřiku se používají pouze přípravky k tomuto účelu schválené a registrované (viz www.úzkuz.cz). Nakládání s přípravky na ochranu rostlin (POR) upravuje zákon č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů („rostlinolékařský zákon“), v platném znění, z kterého vyplývá řada povinností a omezení v nakládání s pesticidy, s nimiž je nutné se před aplikací POR seznámit. Přes řadu negativních dopadů na necílové organismy, kterou aplikace POR přináší, jsou používány druhy pesticidů, resp. jejich účinných látek k životnímu prostředí stále více šetrné. Z tohoto pozitivního trendu ve vývoji pesticidů však vyplývají i některé změny v jejich používání. V současné době jsou na asanaci kůrovcového dříví k dispozici pouze POR na bázi syntetických pyrethroidů. Jejich účinné látky vykazují dostatečnou stabilitu při slunečním světle a také vysokou odolnost vůči různým teplotám. Degradují však odpařováním z povrchu, omýváním vodou nebo penetrují do půdy. Způsob jejich účinku na hmyz je hlavně požerový a kontaktní, což znamená, že pro intoxikaci je třeba, aby jedinec pozřel ošetřený rostlinný materiál nebo aby s ním byl alespoň po určitou dobu v přímém kontaktu. Pro asanaci kůrovcem napadených kmenů z výše uvedeného vyplývá, že lýkožrout se otráví teprve při opouštění kmene, až když pozře nejsvrchnější ošetřenou vrstvu kůry. Rovněž je zřejmé, že pro účinnost chemické asanace je podstatná kvalita provedeného ošetření, která je v některých případech (šupinatá borka) obtížně dodržitelná. Pro lepší přilnavost k ošetřovanému povrchu a pro možnost kontroly pokrývnosti se často k POR přidávají pomocné přípravky (smáčedla a barviva). Aplikace POR se provádí většinou pomocí zádoových postřikovačů. Podrobnosti o způsobech aplikace POR a aplikační technice v lesním hospodářství lze nalézt v publikaci ČERNÝ et al. (2002), ZAHRADNÍK (2006) a ZAHRADNÍK (2012). Vliv aplikace POR na necílové organismy uvádí např. JAKUŠ, BLAŽENEC (2015).

1.4 Výsledky případových studií v Boubínském a Žofínském pralese

V letech 2008–2015 byl v zájmových územích Boubínského a Žofínského pralesa proveden celoplošný monitoring výskytu stojících stromů smrku ztepilého, napadených v předcházející vegetační sezóně lýkožroutem smrkovým, resp. podkorním hmyzem (dílní poznatky uvádí MODLINGER et al. 2009). Metoda inventarizace napadených stromů v jarním období následujícího roku, tedy s „ročním zpožděním“, byla zvolena na základě zkušeností získaných v počátečním období sledování, kdy bylo prokázáno, že v podmínkách vyšších poloh je napadení a odumření stromů spolehlivě identifikováno u všech jedinců až během počátku další vegetační sezóny. Sběr dat probíhal každoročně pomocí terestrického šetření, kdy byla obě zájmová území transektovým způsobem zkontrolována a napadené stromy byly průběžně zakreslovány do dílních listů mapy stromové situace (dle schválené metodiky projektu KUS QJ 1230371).

Během přemnožení lýkožrouta smrkového v letech 2008–2010 v souvislosti s větrnými disturbancemi Kyrill a Emma bylo v zájmovém území Boubínského pralesa lýkožroutem napadeno a usmrceno celkem 215 jedinců stojících smrků o výčetní tloušťce větší než 20 cm. Tento počet reprezentoval přibližně 5 % celkového množství stojících smrků dané kategorie, nalézajících se na území pralesa (v objemovém měřítku se jednalo o cca 0,8 tis. m³ smrkové hmoty). Vzhledem ke skutečnosti, že objem dříví poškozeného větrnou disturbancí činil cca 4,5 tis. m³, byla lýkožroutem následně obsazena cca 1/5 objemu polomové hmoty. V zájmovém území Žofínského pralesa bylo napadeno a usmrceno celkem 1 050 jedinců stojících smrků o výčetní tloušťce větší než 20 cm. Tento počet reprezentoval přibližně 25 % celkového množství smrků dané kategorie (v objemovém měřítku se jednalo o cca 3 tis. m³ smrkové hmoty). Objem větrné disturbance činil cca 4,5 tis. m³, tj. lýkožroutem bylo následně obsazeno cca 2/3 objemu polomové hmoty. Výrazný rozdíl v intenzitě napadení mezi oběma pralesy lze vysvětlit působením kombinace faktorů vztahujících se dominantně k časovému hledisku, reliéfu (geomorfologii), hypsometrickým parametrům a porostním charakteristikám. Všechny jsou z pohledu jejich vlivu na gradaci lýkožrouta příznivější v Žofínském pralese (roční předstih vzniku disturbance, mírná svažítost terénu a přítomnost západních expozic, nižší nadmořská výška, existence nepůvodních porostů smrku, struktura smíšená s bukem).

Z hlediska distribuce stojících stromů napadených lýkožroutem lze uvést, že lokalizace, rozsah a směry šíření jsou v případě obou zájmových území dobře vysvětlitelné vzájemným působením parametrů disponibilního objemu polomové hmoty,

přítomnosti vhodného potravního substrátu a migračních bariér v podobě příslušných skupin (etází) bukové složky pralesa ve vazbě na geomorfologický reliéf.

V případě porostů se zastoupením smrku ztepilého představuje ponechání atraktivních ležících stromů riziko vzniku přemnožení *I. typographus*. Při nízkém počtu vyvrácených stromů prokázali malé ohrožení okolních porostů ERIKSSON et al. (2007). Stoupající riziko výskytu napadených stojících stromů se zvyšujícím se množstvím polomů je obecně přijímáno (WERMELINGER 2004; ERIKSSON et al. 2008), avšak v některých případech nebylo prokázáno (PELTONEN 1999; MODLINGER et al. 2009).

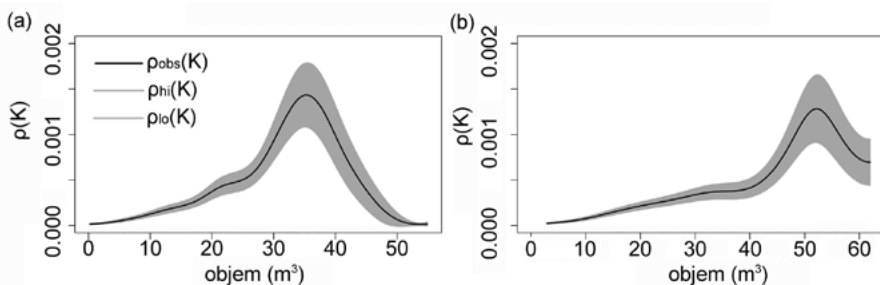
Pro území Boubínské pralesa byla provedena detailní analýza souvislosti mezi výskytem stojících kůrovcových stromů a přítomností ležících smrkových kmenů. Území pralesa, resp. aktuální mapa stromové situace, byla pokryta pravidelnou plošnou čtvercovou sítí o rozteči 20, 30, 40 a 50 m (grid), včetně okrajových (neúplných) buněk. Ležící smrkové kmeny byly rozděleny na jednometrové sekce a byl vypočten jejich objem. Sekce byly interpretovány jako body, kdy referenční bod byl umístěn do paty vektoru sekce a byl mu přiřazen atribut objemu. Následně byla provedena agregace objemu kmenů v rámci každé buňky gridu. Ve výsledné podkladové vrstvě tak každá buňka gridu nese agregovanou informaci o celkovém objemu „tvrdé“ (netlející) ležící smrkové hmoty v jejím prostorovém rozsahu. Na tomto podkladě byla následně vypočtena intenzita výskytu kůrovcových stromů $\rho(K)$ jako funkce objemu ležící smrkové hmoty.

Výsledky analýzy ukazují, že významnější výskyt skupin stojících napadených stromů je generován až při vysokých objemech ležících napadených polomů (obr. 2). Prostorová korelace (vzájemně závislý vztah) mezi počtem napadených kůrovcových stromů a objemem atraktivních ležících smrků, které v předchozí vegetační sezoně byly živými, zdravými, stojícími stromy a byly disturbovány větrem, takže vytvořily základ pro gradaci lýkožrouta v následujícím roce, byla prokázána. Křivka na obrázku 2 ukazuje, že největší počet (hustota v prostoru) napadených stromů je v případě náhodného vzorkování ploch 40 m × 40 m (obr. 2a) při objemu atraktivních ležících kmenů v rozmezí 30–40 m³ na vzorkovanou plochu (tedy 188–250 m³/ha) a při vzorkování ploch 50 m × 50 m (obr. 2b) při objemu atraktivních ležících kmenů v rozmezí 45–55 m³ (180–220 m³/ha). To znamená, že na obou prostorových úrovních dostáváme stejný výsledek (viz přepočty na ha v závorkách). Tento vztah platí pouze na menších výměrách ZCHÚ v řádu desítek hektarů, kde nemůže dojít k velkoplošnému rozpadu stromového patra, protože tyto rezervace nikdy nejsou smrkovými monokulturami, ale naopak jsou zpravidla smíšenými přírodními nebo přírodě blízkými lesy a smrk v nich tvoří nanejvýš skupiny (např. stanovištně vázané) o výměře jednotek hektarů. Tomu odpovídá i jejich disturbanční dynamika, kdy porostní mezery vzniklé kůrovcovými událostmi nepřekračují řádo-

vě desítky arů, vyjma extrémních událostí s četností v řádu staletí. Výše uvedenou interpretaci nelze v žádném případě použít na plošně rozsáhlejší partie horských lešů s dominancí smrku.

S objemem ležících kmenů atraktivních pro *I. typographus* úzce souvisí otázka míry obsazení polomů rodičovskými brouky a početnosti potomstva, které se může potenciale vyvinout z ležícího kmene určitých rozměrů. Kvantifikace a vyhodnocení všech vstupujících faktorů jsou v tomto případě velice obtížné. Domníváme se, že vliv faktorů se může v konkrétních situacích lišit a v průběhu času měnit, jak to uvádí například studie šíření lýkožrouta v NP Bavorský les (LAUSCH et al. 2011). Některé z faktorů se nicméně projevují pravidelně a lze jich využít k posouzení rizika vzniku gradace *I. typographus*.

V obou pralesích bylo provedeno studium obsazenosti polomů. Polomové plochy o různém počtu stromů byly vybrány na základě aktuální mapy stromové situace, vytvořené kolektivem pracovníků VÚKOZ. V programu ArcGIS™ 9.1 byla nad vrstvou ležících tvrdých kmenů vytvořena mřížka s velikostí čtverce 1 ar a pomocí barevné škály byly označeny čtverce obsahující různý počet padlých stromů (≥ 5 stromů, 4 stromy, 3 stromy, 2 stromy, jednotlivě vyvrácené stromy). Pro každou barevně odlišenou skupinu ležících stromů bylo v rámci pralesa zvoleno pět lokalit, vždy byly vybrány místa homogenní, tj. s větším množstvím čtverců stejné barvy (obr. 3). Dalším kritériem byla vzdálenost stejných lokalit. Vybrané čtverce byly následně identifikovány v terénu, kde byla posouzena vhodnost lokality k hodnocení. V případě hodnocení jednotlivých stromů tvořila jednu lokalitu minimálně trojice stromů nacházejících se relativně blízko a v podobných podmínkách. Tímto



Obr. 2:

Odhad intenzity výskytu kůrovcových stromů $\rho(K)$ jako funkce objemu atraktivních ležících kmenů SM, (a) grid 40 m \times 40 m, (b) grid 50 m \times 50 m. Funkce ρ byla určena pomocí postupu kernel smoothing s použitím metody relativní distribuce (BADDELEY, TURNER 2006). $\rho_{\text{obs}}(K)$ – pozorovaná intenzita, $\rho_{\text{hi}}(K)$ – horní limit 95% intervalu spolehlivosti, $\rho_{\text{lo}}(K)$ – dolní limit 95% intervalu spolehlivosti

způsobem bylo vybráno v Boubínském pralese 25 lokalit a v Žofínském pralese 18 lokalit. Na každé lokalitě bylo hodnoceno 3–6 stromů. Celkem bylo v terénu studováno 157 ležících stromů, z toho 135 vývrátů a 22 odlomů. Za vývrát je v rámci této práce považován větrem povalený kmen doposud spojený kořenovým systémem s půdou, za odlom pak kmen, jehož bazální část (čelo) je zpravidla roztržštěná a není spojená s kořenovým systémem (cf. KULA, ZĄBECKI 2004, 2005). Pro označení padlého kmene (nebo kmenů) v důsledku činnosti větru, bez rozlišení na odlom a vývrát, je používán termín „ležící kmen“. Každému hodnocenému ležícímu kmenu bylo podle situace v mapě stromové situace přiřazeno číslo podle databáze stromů. Počet výletových otvorů byl zjišťován na čtyřech stromových sekcích lokalizovaných v relativních vzdálenostech (GRODZKI 1997). Pro každou sekci byla zaznamenána tloušťka kmene, vzdálenost sekce od paty stromu a oslunění. Oslunění sekcí bylo hodnoceno podle konkrétní situace v terénu, zda se hodnocená sekce nacházela pod vzrostlým bukovým nárostem, pod dalším kmenem či kořenovým balem vývrátu nebo pod hustým porostem listnáčů. V takovém případě byla sekce označena za zastíněnou, v opačném případě za osluněnou. Pokud to bylo možné, byly pro zjištění počtu výletových otvorů v rámci každé sekce zvoleny 3 hodnocené plošky o velikosti 0,15 m² (30 cm × 50 cm), jedna na horní straně a další na levé i pravé straně padlého kmene. Podle polohy kmene byla v programu ArcGIS™ 9.1 vypočtena pro každou plošku orientace vůči slunci.

Vzhledem k tomu, že hodnocení obsazenosti polomů neproběhlo ve stejném roce, kdy došlo k opuštění kmene dospělci lýkožrouta, bylo již lýko na některých ploškách narušeno a v takovém případě byl pomocí trojčlenky proveden dopočet do 100 % hodnocené plošky. Pokud bylo na plošce méně než 30 % nepoškozeného, resp. nezakrytého povrchu kůry, ploška hodnocena nebyla (výskyt takových případů však byl řídký). Počet výletových otvorů zjištěných na studované plošce byl přečten na společnou jednotku (m²) a byla použita na hustotě závislá korekce počtu brouků potomstva opouštějících požerech jedním otvorem dle SCHLYTER et al. (1984). Pro odhad denzity rodičovských brouků byl použit střední počet potomků připadající na 1 samici (KAUSRUD et al. 2012), který podle uvedené práce dosahuje hodnoty 12 jedinců.

Na základě korigovaného počtu výletových otvorů l. smrkového, zjištěných na jednotlivých ploškách, byl pomocí interpolace stanoven minimální počet dospělců lýkožrouta, kteří se vyvinuli v příslušném kmene. Následovalo vyhodnocení celkového počtu potomstva z kmene, struktury počtu potomstva vzhledem k podélné ose kmene (porovnání sekcí) a ve směru kolem příčné osy kmene (porovnání plošek).

Na ležícím kmene bylo průměrně zjištěno 7 733 dospělců, což představuje 2 294 jedinců na m³. Maximální zjištěné množství potomstva *I. typographus* z jednoho

kmene činilo 50 224 jedinců, tj. 23 350 jedinců na m³. Výčetní tloušťka hodnocených kmenů neměla signifikantní vliv na počet vyvinutých jedinců, nejvyšších hodnot dosahovaly stromy s $d_{1,3} < 39$ cm. Z vnějších faktorů mělo na počet potomků největší vliv oslunění. Zastíněné kmeny nebo jejich části byly téměř bez výletových otvorů lýkožrouta. U ležících stromů osluněných po celé délce kmene bylo zjištěno signifikantně více potomstva než u stromů zcela zastíněných nebo stromů osluněných pouze z 1/3. Na ležících stromech částečně zastíněných (osluněná část představovala 2/3 kmene) bylo zjištěno více potomstva než na zcela zastíněných stromech (MODLINGER et al. 2016).

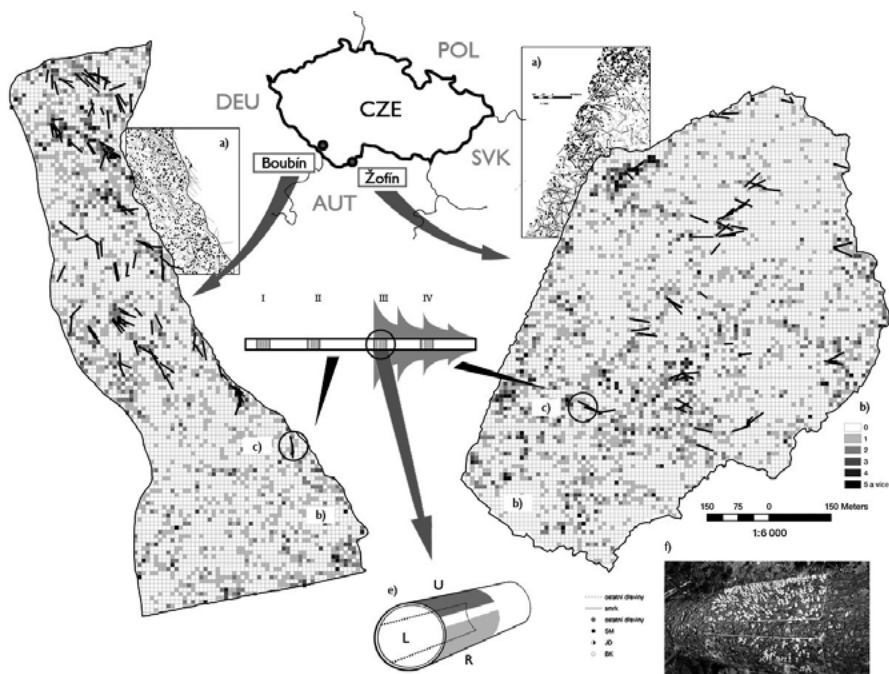
Minimální počet výletových otvorů byl zjištěn na první sekci při bázi kmene, která se v počtu potomstva odlišovala od ostatních sekcí. V případě Boubínského pralesa byla nejvíce obsazená třetí sekce, v Žofínském pralesě čtvrtá sekce. Nejvíce výletových otvorů *I. typographus* bylo zjištěno v tloušťkách 20–40 cm (obr. 3), minimální tloušťka, při níž byl zaznamenán výletový otvor *I. typographus*, byla 12 cm. Napadení nebylo nalezeno při tloušťce nad 78 cm. Nejvíce výletových otvorů bylo zaznamenáno na horní oblině kmene (ploška U), která se významně odlišovala od obou zbývajících plošek, levé (L) a pravé (R); viz obr. 3. Na napadení plošek L a R neměla vliv orientace vůči slunci (MODLINGER et al. 2016).

Počet brouků vyvinutých na jednom kmene je často přímo úměrný rozměrům stromu. Významnou pozitivní korelaci počtu potomstva s $d_{1,3}$ uvádí WESLIEN, REGNANDER (1990). Ve studiu z Boubína a Žofína tyto vztahy potvrzeny nebyly a počet vyvinutých brouků má k rozměrům stromů neutrální vztah, v případě počtu brouků na m³ dokonce negativní vztah. Odhady počtu potomstva *I. typographus*, založené na objemu disponibilního polomu, bez rozlišení na tloušťkové třídy, tak mohou být značně nespolehlivé (nahodnocení rizika u starých, pralesovitých porostů a naopak podcenění závažnosti u polomů „slabší hmotnatosti“). Menší objemy ovšem v tomto případě představují častou dimenzi stromů v mýtním věku v hospodářském lese (MODLINGER et al. 2016).

Oslunění mělo největší vliv na obsazení kmene, resp. počet potomků, neboť zastíněné sekce byly prakticky bez napadení. Vliv oslunění na složení fauny podkorního hmyzu u ležících stromů považuje za významný i JAKUŠ (1998a, 1998c). Efekt oslunění se však podle JAKUŠE (1998b) vytrácí v prostoru koruny, kde je povrch kůry ovlivněn stínícími větvemi. Tento aspekt v našem studiu pozorován nebyl a napadení osluněných sekcí lze v korunovém prostoru považovat za více-méně homogenní.

Bazální části obou typů ležících kmenů byly prakticky bez obsazení. Tato skutečnost pravděpodobně souvisí se značnou tloušťkou kůry analyzovaných stromů (průměrná tloušťka prvních sekcí byla 62 cm), jistou roli mohla hrát také vyšší „zavodněnost“ lýka v těchto částech vývratů (MODLINGER et al. 2016). Rovněž u sto-

jících stromů zjistili nízkou hustotu požerků *I. typographus* WESLIEN, REGNANDER (1990). Naopak obsazení bazální části stojících stromů srovnatelné s hustotou požerků ve vyšších partiích stromu uvádějí KOMONEN et al. (2011). Se stoupající vzdáleností od paty kmene, resp. s klesající tloušťkou kůry, vzrůstal v obou pralesích i počet výletových otvorů *I. typographus*. U vývrátů menších dimenzí byl pozorován (TRÄGÄRDH, BUTOVITSCH 1935; KULA, ZAŁBECKI 2006) opačný trend, kdy se četnost výskytu *I. typographus* s rostoucí tloušťkou zvyšovala, což koresponduje s vhodnějšími podmínkami pro vývoj lýkožrouta, zejména se zvyšující se tloušťkou lýka (GRÜNWARD 1986). U kmenů s podobnou tloušťkou jako v případech Boubína a Žofína bylo pozorováno, že sekce bez napadení podkorním hmyzem mají větší obvod (JAKUŠ 1998b). Lýkožrout smrkový však v porovnání s ostatními druhy



Obr. 3:

Umístění studovaných lokalit, způsob výběru polomových ploch a metodika hodnocení počtu výletových otvorů: a) mapa stromové situace, b) síťová mapa pro výběr hodnocených ležících kmenů, c) hodnocené ležící kmeny, d) stromové sekce v relativních vzdálenostech, e) plošky hodnocené v rámci sekce (U-horní, L-levá, R-pravá), f) nalezené výletové otvory *I. typographus* fixované modelářskými špendlíky (MODLINGER et al. 2016)

kůrovců preferoval relativně silnější části stromu. Tloušťka borky nebyla v rámci studia zjišťována, avšak je korelována především s průměrem a obvodem kmene (JAKUŠ 1998b). Minimální tloušťka sekce, při níž byl zaznamenán výletový otvor *I. typographus*, je relativně nízká (12 cm), avšak např. HEDGREN, SCHROEDER (2004) uvádějí možnost vývoje lýkožrouta v partiích stromu přesahujících 10 cm. Ve vztahu k velikosti těla pokládá GRÜNWARD (1986) spodní hranici pro vývoj l. smrkového k tloušťce kůry 2,5 mm, což po přepočtu dle VADLA (2006) představuje cca 7 cm tloušťky kmene. V našem případě se napadená sekce nacházela v prostoru koruny a nelze tak předpokládat, že by k obsazení a vývoji *I. typographus* došlo i při výčetní tloušťce 12 cm.

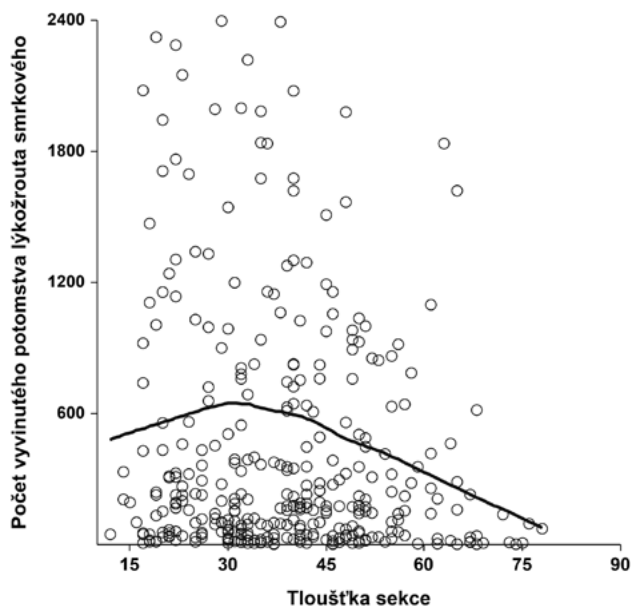
Nejvyšší počet výletových otvorů byl zjištěn na podkorunové sekci, což odpovídá zhruba počátku koruny (průměrná vzdálenost od paty kmene cca 21 m). Tento prostor je u lapáků (PFEFFER 1954), ale i stojících stromů (ZUMR 1984) zpravidla prvním místem náletu *I. typographus*. V případě typicky horského habitu smrků v Boubínském pralese s hluboce zavětvenou korunou však souvisí nejvyšší počet výletových otvorů na této sekci spíše s vhodnou (menší) tloušťkou kůry.

Na obvodu kmene byl nejvyšší počet výletových otvorů l. smrkového nalezen na horní oblině kmene, obě boční strany byly využity významně méně. Kůra v této části kmene však bývá v některých případech rozpraskaná a k vývoji nepoužitelná (MODLINGER et al. 2016).

Větrm vyvrácené stromy jsou považovány za jeden z důležitých spouštěčů velkých kůrovcových gradací (ZUMR 1995; ØKLAND, BERRYMAN 2004). Vyšší reprodukční úspěch na polomovém dříví (KOMONEN et al. 2011) umožní zvýšení populační hustoty nad práh K_3 (viz obr. 1), nutný ke kolonizaci stojících stromů (BERRYMAN 1974; JAROŠÍK 2005). V první vegetační sezóně následující po větrné disturbanci je napadení stojících stromů minimální (SCHROEDER 2001; GRODZKI et al. 2010; STADELMANN et al. 2014). ØKLAND, BERRYMAN (2004) pozorovali v podmínkách Norska zvýšení populačních hustot lýkožrouta už po 1. roce od vzniku polomu. Podle WERMELINGERA, SEIFERTA (1999) narostla populační hustota nejvíce až dva roky po vzniku rozsáhlých polomů. Také SCHROEDER, LINDELÖW (2002) uvádějí z jižního Švédska vrchol přírůstu kůrovcových těžeb až ve 2. a 3. roce po větrném polomu. V některých územích, např. v Bavorském lese, byl zaznamenán vrchol v nárůstu počtu kůrovcových stromů dokonce až ve 4. nebo 5. roce od vzniku polomu (SCHROEDER 2001).

Rychlost změny strategie populace l. smrkového, při které dochází k napadení stojících stromů, závisí na tom, jak dlouho jsou v dané oblasti polomy pro lýkožrouta atraktivní. Z různých částí rozsáhlého areálu tohoto škůdce jsou pochopitelně o době atraktivity polomové hmoty k dispozici rozdílné údaje. Ve středoevropských

podmínkách lze předpokládat obsazení polomů hned v první vegetační sezóně, jak uvádějí např. GRODZKI et al. (2006a, 2006b, 2010). V jižním Švédsku naproti tomu došlo k napadení polomů až ve druhé vegetační sezóně (KOMONEN et al. 2011). KULA, ZĄBECKI (2006) pozorovali ve slezských i polských Beskydech obsazení polomů po dvě vegetační sezóny. Atraktivita polomů pro I. smrkového závisí zejména na míře zachování kontaktu kořenů vývrátů s půdou (JAKUŠ 1998a, 1998b), kdy může být za příznivých okolností jejich kolonizace možná i v dalších vegetačních sezónách. LOUIS et al. (2014) nezaznamenali u lýkožrouta při vývoji na 17 měsíců starých uměle vyvrácených stromech významné rozdíly v plodnosti a nutričním využití. Naopak při vyšším podílu odlomů lze předpokládat zrychlení vysychání a ztráty nutriční kvality lýka.



Obr. 4:

Počet vyvinutého potomstva I. typographus podle tloušťky sekce; linie představuje vyhlazení polynorem 2. stupně (MODLINGER et al. 2016)

1.5 Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout vlastníkům lesa, odbornému lesnímu personálu, správčům zvláště chráněných území a orgánům státní správy lesů a ochrany přírody soubor provozně realizovatelných doporučení a postupů v ochraně lesa před lýkožroutem smrkovým v ochranných pásmech ZCHÚ (lesních rezervací) ponechaných samovolnému vývoji.

2 VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1 Metody regulace podkorního hmyzu v ochranných pásmech lesních rezervací

Z obecného hlediska platí, že v ochranných pásmech není vhodné používat všechny existující metody přímých obranných opatření, tak jak byly uvedeny v kapitole 1.3.2, a to zejména ty, které jsou neselektivní či málo selektivní vzhledem k ostatním organismům (otázka použití pesticidních přípravků). Důležitou roli hraje také jejich charakter, tzn. zda jsou destruktivní či nedestruktivní (otázka použití stromových lapáků). Při rozhodování o způsobech regulace podkorního hmyzu v OP nelze zcela bezvýhradně aplikovat pravidla pevně definovaná v hospodářských lesích (viz kapitoly 1.3.1 a 1.3.2). Použitým množstvím a typem ochranných opatření musí být zohledněna situace v jádrovém území ZCHÚ, ve kterém nedochází k přímé regulaci l. smrkového a představuje tak za určitých okolností zdroj vyšších populačních hustot. Návrhy možných postupů s ohledem na stav jádrového území a OP jsou uvedeny v tabulkách 1, 2 a 3.

Základním opatřením v ochraně lesa před podkorním hmyzem je důsledné provádění kontroly a upřednostňování prevence ve smyslu včasného vyhledávání a odpovídající účinné asanace kůrovcového dříví, zejména stojících napadených stromů. Právě v ochranných pásmech musí být této hlavní metodě, vzhledem k zvýšené hrozbě rizika vzniku kůrovcových ohnisek, věnována prvořadá pozornost.

Použití feromonových lapačů v OP je vázáno na dodržení bezpečnostní vzdálenosti, a tedy přítomnost lesních světlin, do kterých by bylo možné je umístit. Z používaných lapačů (viz ZAHRADNÍK 2005 či JAKUŠ, BLAŽENEC 2015) je pro podmínky ochranných pásem nejvhodnější typ Theysohn, neboť vykazuje relativně vysokou míru selektivity vzhledem k ostatním necílovým složkám létajícího hmyzu, což je v těchto územích žádoucí. Z hlediska schopnosti zachycení rojících se brouků jsou lapače ve stávající lesnické praxi považovány za srovnatelně účinné s lapáky. Podle názoru autorů této metodiky jsou však lapáky účinnější, což podporují i výsledky některých studií, např. RATY et al. (1995) prokázali, že stromové lapáky byly 2–3 × účinnější než feromonové lapače. Pro podmínky ochranných pásem je potřebné doplnit, že použití lapačů by mělo být vázáno především na období jarního rojení, kdy se brouci soustřeďují na okrajích porostů. Při letním rojení, kdy brouci intenzivněji migrují a zaletují i do vnitřních částí porostů (které jsou v tu dobu mikroklimaticky

příhodnější než na jaře), vzrůstá při jejich použití riziko nežádoucího lákajícího účinku a možnost vzniku napadení stojících stromů (rozsevů), jak ukazují četné praktické zkušenosti, a to nakonec nejenom z podmínek v okolí chráněných území.

Použití lapáků nevyžaduje dodržení bezpečnostní vzdálenosti, avšak při jejich přípravě může docházet k nežádoucímu snížení zakmenění. V ochranných pásmech či jejich částech, kde je nedostatek vhodných stromů na lapáky nebo je nevhodné kácet další stromy z jiných vážných důvodů (ochrana statické stability), lze přistoupit k dovozu lapáků z jiných částí lesních porostů. Dovážené lapáky mohou být i tzv. rozmanipulované, tj. nemusí se aplikovat v celých délkách kmenů. Při dovozu či kácení stromových lapáků a jejich další manipulaci (nebo těžbě a asanaci stojících kůrovcových stromů), je nutno brát maximální ohled na juvenilní stadia cílových dřevin ochranného pásma, tedy zejména buku lesního – *Fagus sylvatica* L. a dalších listnatých dřevin.

Další možnost v aplikaci ochranných opatření proti lýkožroutu smrkovému představují otrávené lapáky. Tuto jinak účinnou metodu nelze pro ochranná pásma obecně doporučit, neboť je neselektivní (nešetrná k necílovým složkám zoocenózy), to platí i pro metodu skupin stojících stromů zatraktivněných feromonem a ošetřených insekticidy (JUHA et al. 2012) nebo systém Trinet. Rozbor vlivu těchto opatření na entomofaunu uvádí JAKUŠ, BLAŽENEC (2015).

Bohužel ani masivním nasazením ochranných metod (lapáků, otrávených lapáků, lapačů) nelze zastavit populační růst l. smrkového, pokud v jádrovém území ZCHÚ existují ohniska aktivních kůrovcových stromů. Základním principem v takové situaci je dále nezvyšovat jeho populační hustoty, tj. vyhledávat a včas asanovat kůrovcové stromy v OP a umisťovat obranná opatření tak, aby nedocházelo k migraci lýkožrouta do jádrového území. Ačkoliv důsledné vykonávání kontroly a ochrany v sousedství bezzásahových území může být značně frustrující, je třeba využít možnosti uplatňovat v OP zásahový režim a všechny kůrovcové stromy skutečně včas odstranit. Důležité je uvědomit si, že s každým opuštěným kůrovcovým stromem roste velikost populace lýkožrouta a s ní se zvyšuje i množina stromů, kterou jsou schopni hromadným atakem obsadit.

V případě rozsáhlých živelních kalamit se lze pokusit navnazením stojících živých stromů o usměrnění náletu lýkožrouta v souladu s postupem těžebních prací, nebo na vnější okraje ochranných pásem, kde je možno případně použít i chemické ošetření.

Při asanaci kůrovcového dříví se upřednostňuje metoda odvozu, následují mechanické způsoby (proškrabávání a odkornění), případně se přistupuje k chemickému ošetření napadených stromů insekticidy. Asanace těžebních zbytků (větví a nehroubí) většinou není nutná, v případě silnějšího výskytu požerků lýkožrouta lesklého

– *Pityogenes chalcographus* (L.) je však přinejmenším vhodná. Asanaci těžebních zbytků zásadně neprovádíme chemicky. Je možné pro ni využít štěpkovací stroj, avšak při ponechání štěrky v lese hrozí riziko vyšší atraktivity této části porostu pro kůrovce. Nejvhodnějším postupem je částečná asanace změnou ekologických podmínek, kdy se těžební zbytky umístí do prostředí nevhodného k dalšímu vývoji (JAKUŠ, BLAŽENEC 2015). V chladnějších a vlhčích stanovištích se těžební zbytky umísťují do hromad v terénních depresích nebo podmáčených místech. Vlivem zvýšené vlhkosti dojde k intenzivnímu růstu hub, které potlačí nebo úplně zničí vyvíjející se potomstvo. Na jižních nebo jihozápadních expozicích se těžební zbytky umísťují volně rozložené na povrch půdy tak, aby na ně dopadalo maximální množství slunečního záření.

V OP nebo jejich částech, kde není povolen odvoz napadených stromů, ale pouze jejich asanace, lze doporučit metodu předběžného proškrabávání pomocí drážkové frézy, která silně omezuje vývoj larev (cf. JUHA et al. 2012). Navíc má tato metoda v porovnání s úplným odkorněním nižší negativní vliv na biodiverzitu a rychlost dekompozice ležících kmenů (THORN et al. 2016).

2.2 Návrh postupů ochrany lesa podle aktuálního ohrožení

Při plánování opatření v ochraně lesa proti lýkožroutu smrkovému je třeba vycházet ze stavu porostů v ochranném pásmu ZCHÚ a jeho širším okolí. Důležité je posoudit atraktivitu těchto porostů pro lýkožrouta a možné směry šíření dospělců. V úvahu je potřebné vzít zejména zastoupení smrku s ohledem na návaznost smrkových porostů ZCHÚ a ochranného pásma na okolí, věk stromů (riziko prudce narůstá nad 60 let věku), strukturu porostů (jednoetážové monokultury – riziko napadení, rozvolněné porosty – migrační koridor), případné oslabení vitality porostů a porostních stěn. Tyto okolnosti by měly být zohledněny i při rozhodování o šířce ochranného pásma při jeho návrhu (viz VRŠKA et al. 2015). Ochranné pásmo ZCHÚ ponechaného samovolnému vývoji je území s potenciálně velkým tlakem lýkožroutů. Mělo by být proto zodpovědně posuzováno, zda stromy uvnitř rezervace geneticky i fyziologicky odpovídají požadavkům vyšší přirozené odolnosti vůči ataku l. smrkového. Při šetřeních v Boubínském pralese a Žofínském pralese byla např. prokázána absence napadení na částech ležících disturbovaných stromů, přesahujících tloušťku 78 cm (MODLINGER et al. 2016). Porosty v okolí ZCHÚ zpravi-

dla takových dimenzí nedosahují, často se jedná o druhotné jednoetážové smrkové monokultury. Práh pro úspěšné napadení, TSA – threshold of successful attack dle CHRISTIANSENA et al. (1987), takových stromů a porostů je relativně velice nízký, a proto je vznik ohnisek v těchto částech území mnohem častější. V ochranném pásmu ZCHŮ proto musí probíhat po rojení lýkožrouta pravidelné pochůzky s rozsahem a frekvencí odpovídajícím aktuálnímu ohrožení porostů. Zásadní je při nich vyhledávání lýkožroutem napadených stromů. Spolehlivou diagnostikou je v tomto ohledu pouze přítomnost drtinek na bázi kmenů. Barevné změny jehličí jsou často přítomné až po vylétnutí dospělců (s růstem nadmořské výšky se prodleva mezi napadením a symptomatickým projevem diskolorace zvyšuje), totéž platí o opadu kůry. Včasná těžba a asanace kůrovcových stromů je prioritním úkolem a další (navazující) opatření ochrany lesa musí být podřízena splnění této podmínky.

2.2.1 Velikost ochranného pásma

Základní otázku představuje vlastní velikost ochranného pásma. Stávající praxe u MZCHŮ, kdy v naprosté většině případů není využívána možnost individuálního vymezení tohoto pásma a v plánech péče zpravidla figuruje „zákonných“ 50 m (stanovených primárně k jinému účelu, a to k ochraně ZCHŮ před nežádoucími vlivy z okolí), je zcela nevyhovující. Při přípravě nových plánů péče či při vyhlásování a přehlašování nových ZCHŮ je potřeba důsledně dbát na tento aspekt problému a u všech typů „smrkových a smíšených“ ZCHŮ s navrhovaným samovolným vývojem vymezovat ochranné pásmo individuálně. Vycházet je přitom potřeba z klimatických, orografických a stanovištních podmínek, velikosti a tvaru území, a v neposlední řadě také z druhové skladby, věkové a genetické struktury daných porostů. Je nutné počítat s tím, že šířka ochranného pásma v místech přítomnosti druhově a věkově nevhodných porostů může dosahovat i více než 300 m. Velikost ochranného pásma u MZCHŮ ponechaných samovolnému vývoji v jedlobukovém až bukosmrkovém lesním vegetačním stupni (LVS) je proto vhodné upravit podle návrhu VRŠKY et al. (2015): pro MZCHŮ o výměře do 30 ha, která jsou ponechána samovolnému vývoji a jedná se o smíšený les se smrkem jako jednou z hlavních dřevin, by mělo být dostačující OP o šířce (hloubce) v rozpětí 100–300 m, pro území větší než 30 ha vzdálenost v rozpětí 200–500 m. Šířka ochranného pásma nemusí být po celém obvodu MZCHŮ stejná. Musí vycházet z analýzy druhové, věkové a prostorové rozrůzněnosti a zdravotního stavu začleněných porostů. Dolní hranice uvedených rozpětí OP (100 m, resp. 200 m) bude postačující v případě, že OP bude tvořit strukturálně diferencovaný smíšený porost s převahou listnáčů, horní hranice

(300 m, resp. 500 m) je potřeba využít pokud jsou porosty v OP tvořeny převážně stejnorodými smrkovými porosty ve věku nad 60 let. Dolní hranice považujeme za nutné minimum pro všechny OP v 5.–7. LVS v případě MZCHŮ ponechaných samovolnému vývoji.

2.2.2 Návrhy managementu ochranného pásma na základě stavu populace

Při stanovení míry rizika vzniku přemnožení l. smrkového je nutno posuzovat situaci jak v ZCHŮ, tak v jeho ochranném pásmu. Charakteristiky jednotlivých úrovní populačních hustot v ochranném pásmu v zásadě vycházejí z normativů uplatňovaných v hospodářských lesích a jsou rozvedeny v tabulkách 1, 2 a 3

Základním stavem populace lýkožrouta smrkového se ve sledovaném území rozumí situace, kdy je v OP objem kůrovcového dříví do 1 m³ na 5 ha a v ZCHŮ odumírají vlivem l. smrkového pouze jednotlivé stromy, případně izolované skupiny do 3 jedinců. Uvnitř ZCHŮ je třeba provádět kontrolu stavu pochůzkou v jarním období, kdy se zaznamenává počet stromů odumřelých vlivem l. smrkového v předchozí vegetační sezóně (ADAM et al. 2015a, 2015b). Tyto stromy se identifikují podle přetrvávající přítomnosti nejslabších větviček (loňských letorostů) v korunách a případných zbytků diskolorovaného jehličí na větvích. Často je kůra a listoví koruny těchto stromů zbarveno rezavohnědé; stromy odumřelé dříve jsou vždy zbarveny světleji, s odstupňovaným nádechem od světle hnědé po hnědošedou (obr. 6). Při základním stavu spočívá kontrola v ochranném pásmu zejména v monitoringu pomocí feromonových lapáčů. Na každých 5 ha smrkových porostů starších 60 let, nacházejících se v zájmovém území, se umísťuje jedno kontrolní opatření (vychází se z rozlohy smrkových porostů v ZCHŮ i jeho ochranném pásmu). V základním stavu se ke kontrole nepoužívají metody využívající pesticidy. Použití stromových lapáků ke kontrole není vhodné (možnost ke kladení pro ohrožený xylobiontní hmyz + zbytečné riziko pozdního zpracování). Obranná opatření se aplikují pouze při zjištění opuštěného kůrovcového stromu v ochranném pásmu, případně při vzniku skupiny kůrovcových stromů (které byly včas zpracovány). Na každý kůrovcem opuštěný strom a každé včas zpracované ohnisko se připraví jedno obranné opatření. Při zjištění opuštěného kůrovcového stromu je vhodnějším obranným opatřením lapák, v případě včas zpracovaného ohniska feromonový lapáč (nejlépe trojice v hvězdovitém uspořádání), ovšem pouze pokud je možné dodržet bezpečnostní vzdálenost.

Zvýšený stav signalizuje narůstající riziko vzniku přemnožení I. smrkového. V ochranném pásmu je dosažen, pokud objem včas zpracovaného kůrovcového dříví přesahuje 1 m³ na 5 ha nebo v ZCHÚ v předchozí vegetační sezóně vznikly vlivem I. smrkového skupiny (tj. více ohnisek) napadených stromů o více než 3 jedincích. Při zvýšeném stavu je snahou snížit populační hustotu lýkožrouta v zájmovém území. Instalovaná obranná opatření tak slouží i pro kontrolu. Pro ohniska kůrovce v ochranném pásmu se volí počet obranných opatření stejně jako v základním stavu, tj. na každý kůrovcem opuštěný strom a každé včas zpracované ohnisko se připraví jedno obranné opatření. Při zjištění opuštěného kůrovcového stromu je vhodnějším opatřením lapák, v případě včas zpracovaného ohniska feromonový lapač. Použitý typ obranného opatření se volí podle charakteru ochranného pásma, resp. podle toho, zda umožňuje přípravu lapáků v blízké vzdálenosti od kůrovcových ohnisek. Při zvýšeném stavu zpravidla není dovoz lapáků nutný, jako ekvivalentní opatření lze použít feromonový lapač. Ve snaze snížit populační hustotu i uvnitř ZCHÚ se umísťují feromonové lapače v ochranném pásmu v nejbližší možné vzdálenosti od ohniska nebo do míst předpokládané migrace. Nutné je opět dodržení bezpečnostní vzdálenost.

2.2.3 Časový aspekt plánování managementu

K riziku vzniku gradace I. smrkového dochází v našich podmínkách zejména po větrných disturbancích. Vzhledem k celoplošnému charakteru působení větru bývá kromě vlastního území rezervace obvykle zasaženo i ochranné pásmo a okolní hospodářské porosty. Pro migraci lýkožrouta je určující mozaika polomových ploch. Z hlediska vzniku ohnisek stojících stromů jsou nejvíce riziková místa s vysokou koncentrací polomů, naopak rozptýlené polomy nacházející se pod relativně málo porušeným porostem, byť převážně smrkovým, představují nižší riziko (MODLINGER et al. 2015). K napadení stojících stromů dochází obvykle až ve druhé vegetační sezóně po větrném polomu (MODLINGER, NOVOTNÝ 2015). Během první vegetační sezóny po vzniku disturbance se populace lýkožrouta vyvíjí především v ležících kmenech, v případě rozsáhlých polomů je schopna tyto kmeny využít i při sesterském rojení, nebo je obsadit při případném rojení druhé generace. Atraktivita ležících kmenů se postupně snižuje, kůra horní oblíny kmene bývá často rozpraskaná od působení slunečního záření, naopak lýko zastíněných částí kmenů podléhá relativně rychle degradaci vlivem rozkladných procesů nebo jsou tyto části kolonizovány jinými druhy kůrovců či dalšími kambioxylofágy. Přesto v územích

nacházejících se ve vyšších nadmořských výškách mohou být některé stromy pro lýkožrouta atraktivní i v následující vegetační sezóně. Důležitý je v tomto ohledu dobrý kontakt kořenů ležícího kmene s půdou.

2.2.4 Možnosti managementu v jádrech ZCHÚ

Doba atraktivity ležících kmenů je podstatná zejména v části území ponechaného samovolnému vývoji. Přítomnost atraktivních kmenů usměrňuje migraci a následně se tato místa stávají zdrojem šíření brouků do okolí. V lokalitách bez možnosti intervence proti lýkožroutu smrkovému, na kterých se nachází pro lýkožrouta atraktivní ležící kmeny, je třeba dále nezvyšovat jejich přitažlivost. Zejména není vhodné v takových případech umisťovat do jejich blízkosti feromonové lapače (feromonové odparníky) a to ani při dodržení bezpečnostní vzdálenosti. Riziko koncentrace brouků prostřednictvím feromonového lapače výrazně převažuje nad ochranným efektem směřujícím ke snížení obsazenosti ležících kmenů. Umístění feromonových lapačů do území se samovolným vývojem po větrné disturbanci je problematické i v pozdějším období. Schopnost feromonových lapačů zachytit potomstvo l. smrkového vyvinuté na polomech není dostatečná. V případě Boubínského pralesa bylo do 45 lapačů (hustota cca 1 lapač/1 ha smrkových porostů) zachyceno během druhé poloviny vegetační sezóny roku 2008 a celého jarního rojení v roce 2009 cca 2,5 % brouků z celkového množství potomstva, které se vyvinulo na ležících kmenech (ADAM et al. 2015a). Studie z jiných území uvádějí schopnost feromonových lapačů zachytit do 10 % brouků v populaci, ovšem často za podmínek mnohem vyšší hustoty lapačů (WERMELINGER 2004). Při nízkých populačních hustotách brouků může být přitom účinnost lapačů relativně vyšší. Na polomech, tedy materiálu se slabou nebo minimální obrannou reakcí, však mají lýkožrouti vyšší reprodukční úspěch (KOMONEN et al. 2011) a účinnost feromonového lapače je pak mnohem nižší, zhruba na úrovni jako v případě studie z Boubínského pralesa (jednotky procent). Feromonových lapačů je proto možné využít hlavně k monitoringu rojení l. smrkového vně bezzásahového území. Informaci o vývoji l. smrkového a stupni obsazení ležících kmenů je však třeba získat zejména přímým pravidelným šetřením na vybraných polomových plochách.

2.2.5 Riziko vzniku přemnožení v závislosti na množství polomů

Další důležitou otázkou představuje potenciální riziko vzniku přemnožení l. smrkového v závislosti na množství disponibilních ležících smrkových kmenů (nejčastěji vzniklých větrnou disturbancí). V tomto případě se většina dosavadních poznatků a doporučení v literatuře omezuje na obecné konstatování, že danou otázkou je potřebné řešit individuálně, podle konkrétních podmínek stanoviště a průběhu mezo- a mikroklimatu. Shoda panuje pouze v tom, že minimální riziko představují jednotlivé disturbované stromy, popřípadě rozptýlené skupinky několika jedinců, nalézající se v zapojených částech porostů, zejména jde-li o skupiny smíšené (především s bukem). Pozorováními učiněnými v podmínkách málo disturbovaných částí obou případových studií byly tyto poznatky v zásadě potvrzeny (viz kapitola 1.4). Do 10 stromů s $d_{1,3} > 20$ cm na 1 ha se nepovažuje z hlediska l. smrkového větrná disturbance za rizikovou. Při existenci soustředěnějších polomů, a z toho plynoucího zvýšeného objemu polomových kmenů a jejich příznivější expozice vzhledem k oslunění, riziko prudce narůstá. Tato situace nastává, pokud je v ZCHÚ se samovolným vývojem větrem poškozeno 10–30 stromů s $d_{1,3} > 20$ cm na 1 ha (obr. 2), což u porostů této kategorie při jejich obvykle značné hmotnosti může představovat asi kolem 50–100 m³ na 1 ha (diskrepance ve stanovení rizika vzniku přemnožení při použití počtu nebo objemu ležících kmenů spočívá v hraniční tloušťce kmene > 78 cm, která je pro *I. typographus* díky značné tloušťce borky limitující). Z hlediska navazujících obranných opatření je tento stav označen za větrnou disturbanci malého rozsahu (tab. 2). Při větrné disturbanci (malého i velkého rozsahu) slouží instalovaná obranná opatření i pro kontrolu. Polomů v ochranném pásmu je vhodné využít jako lapáků. Tyto ležící kmeny lze pro prvotní nálet přechodně zaktivnit feromonovým odparníkem. Během vegetační sezóny se pravidelně kontroluje jejich napadení a stav vývoje pod kůrou. Pokud jsou ležící stromy napadené, přistoupí se k asanaci, při které by měly být použity pouze mechanické prostředky. Zejména ve vyšších polohách ztrácejí vývraty svou atraktivitu velice pozvolna a pokud nejsou napadené, lze je zpravidla využít jako kontrolní nebo obranná opatření i v následující vegetační sezóně. Naopak odlomy, pokud nejsou napadeny v první vegetační sezóně od jejich vzniku, jsou v další sezóně již neatraktivní.

Při vyšších objemech ležících stromů je vznik gradace již téměř zákonitý, bez ohledu na charakter okolních lesních porostů. K takové situaci dochází, pokud je v ZCHÚ se samovolným vývojem větrem poškozeno více než 45 stromů s $d_{1,3} > 20$ cm na 1 ha, což u porostů této kategorie, při jejich obvykle značné hmotnosti, může představovat kolem 150–180 m³ na 1 ha (obr. 2). Tento stav je označen za větr-

nou disturbancí velkého rozsahu (tab. 1). Do kategorie větrná disturbance velkého rozsahu mohou být zařazeny i menší souvislé polomy do 45 stromů, u kterých je předpoklad silné kolonizace *I. typographus*. Dalším hlediskem je výchozí populační hustota kůrovců v okolí. Pokud byl zaznamenán zvýšený stav *I. typographus*, je třeba kritérium počtu ležících kmenů rovněž snížit. Polomy v ochranném pásmu lze rovněž využít jako lapáky. Jelikož je při velkých větrných disturbancích zasaženo zpravidla rozsáhlé území, je třeba zvážit disponibilní zpracovatelské kapacity a přístupnost polomů. Stejně platí pro umisťování feromonových odparníků na ne napadené atraktivní ležící kmeny, kdy se k tomuto opatření přistupuje je tehdy, pokud je zaručeno včasné zpracování navnaděných polomů. Obsazenost polomů se kontroluje na vyznačených transektech a o stavu vývoje se vede evidence. U ne napadených vývrátů stejně jako u odlomů je možné zpracování odložit. Napadené části polomu musí být zpracovány včas, nesmí dojít k jejich pozdní asanaci, a proto je v nezbytných případech možné použít i chemických přípravků. Z dostupných pesticidů se volí ty nejméně zatěžující životní prostředí. Termín aplikace přípravku je třeba co nejvíce přiblížit termínu opuštění kmene brouky. Prvořadým cílem však zůstává včasnost asanace.

2.2.6 Kůrovcová gradace po větrných polomech

O pokračující kůrovcové gradaci po větrných polomech se hovoří, pokud byly v ZCHÚ v předchozí vegetační sezóně nebo v průběhu prvního rojení napadeny vlivem *I. typographus* skupiny stojících stromů o více než 10 jedincích (zpočátku obvykle v okolí polomových ploch) a v ochranném pásmu vznikají vícečetná ohniska napadení nebo rozsevy uvnitř porostu. Kůrovcová gradace může přirozeně vzniknout i z jiných příčin, např. teplotní a vláhový stres. V takových případech se o kůrovcové gradaci mluví, pokud se v ZCHÚ nalézají skupiny stojících stromů napadené *I. typographus* o 5–10 jedincích (obvykle na exponovaných osluněných místech) a v ochranném pásmu vznikají rozsevy uvnitř porostu, případně ohniska napadení (tab. 3). Obranná opatření jsou pro oba gradační stavy stejná. Všechny kapacity se soustřeďují na identifikaci a včasnou asanaci stojících napadených stromů. Sleduje se průběh letové aktivity pro potřeby stanovení nevhodnější doby k vyhledávání nově napadených stromů prostřednictvím drtinek na kůře. Pokud je splněna základní podmínka včasné asanace napadených stromů, lze použít i další obranné metody. Při nedostatku stromů pro přípravu lapáků je vhodný jejich dovoz. Ve výjimečných případech je možné pokusit se pomocí feromonů o přeměrování náletu

lýkožrouta na porostní skupiny v ochranném pásmu. Stojící stromy se navazují během jarního rojení, vhodné je použít porosty v mýtném věku. Podobně jako v případě větrné disturbance je klíčová včasná asanace napadených stromů, a proto je možné použít i chemické přípravky (za dodržení stejných pravidel). V případě teplotního a vláhového stresu může dojít ke snížení atraktivity stromových lapáků z důvodu přítomnosti značného množství atraktivních stojících stromů v porostech. Při přípravě lapáků se vybírají stromy nejvíce stresované suchem, ale stále živé (např. s částečně odumřelou horní korunovou partií). Díky sníženému prahu napadení stromů (TSA) narůstá rovněž nebezpečí vyplývající z potenciálně vyšší koncentrace brouků *I. typographus*. Proto je lépe vyhnout se použití feromonových lapáčů v blízkosti území bez možnosti intervence proti kůrovci.

Přípojené tabulky 1, 2 a 3, rámcově shrnují postupy ochrany lesa proti lýkožroutu smrkovému v ochranném pásmu ZCHÚ.

Tab. 1:

Postupy ochrany lesa proti lýkožroutu smrkovému v ochranném pásmu lesních rezervací (ZCHÚ) ponechaných samovolnému vývoji podle disturbančního stavu a aktuálního ohrožení: nedisturbanční stav

STAV	KVANTIFIKACE	KONTROLNÍ OPATŘENÍ	OBRANNÁ OPATŘENÍ	
NEDISTURBANČNÍ	základní	V ZCHÚ odumírají vlivem <i>I. typographus</i> pouze jednotlivé stromy, případně izolované skupiny napadených stromů do 3 jedinců. V ochranném pásmu je objem kůrovcového dříví do 1 m ³ na 5 ha.	1 kontrolní opatření na každých 5 ha smrkových porostů starších 60 let nacházejících se uvnitř zájmového území (ZCHÚ + ochranné pásmo). Kontrolní opatření se umísťují v ochranném pásmu. V základním stavu se ke kontrole nepoužívají metody, které využívají pesticidy. Použití stromových lapáků ke kontrole není vhodné (možnost ke kladení pro ohrožený xylobiontní hmyz + zbytečné riziko pozdního zpracování).	Umísťují se pouze při zjištění opuštěného kůrovcového stromu v ochranném pásmu, případně při vzniku skupiny kůrovcových stromů (které byly včas zpracovány). Na každý kůrovcem opuštěný strom a každé včas zpracované ohnisko se připravuje 1 obranné opatření. Při zjištění opuštěného kůrovcového stromu je vhodnějším opatřením lapák, v případě včas zpracovaného ohniska feromonový lapáč (pokud je možné dodržet bezpečnostní vzdálenost).
	zvýšený	V ZCHÚ vznikají vlivem <i>I. typographus</i> skupiny napadených stromů o více než 3 jedincích. Objem kůrovcového dříví v ochranném pásmu převyšuje 1 m ³ na 5 ha.	Pro ohniska kůrovce uvnitř ZCHÚ se feromonové lapáče umísťují v ochranném pásmu v nejbližší možné vzdálenosti nebo do míst předpokládané migrace. Nutné je dodržení bezpečnostní vzdálenosti. Pro ohniska kůrovce v ochranném pásmu se volí počet obranných opatření stejně jako v základním stavu, tj. na každý kůrovcem opuštěný strom a každé včas zpracované ohnisko 1 obranné opatření. Při zjištění opuštěného kůrovcového stromu je vhodnějším opatřením lapák, v případě včas zpracovaného ohniska feromonový lapáč.	

Tab. 2:

Postupy ochrany lesa proti lýkožroutu smrkovému v ochranném pásmu lesních rezervací (ZCHÚ) ponechaných samovolnému vývoji podle disturbančního stavu a aktuálního ohrožení: disturbanční stav

STAV	KVANTIFIKACE	KONTROLNÍ A OBRANNÁ OPATŘENÍ	
VĚTRNÁ DISTURBANCE	malého rozsahu	V ZCHÚ se samovolným vývojem lze za polom malého rozsahu považovat situaci, kdy je větrem poškozeno do 30 stromů s $d_{1,3} > 20$ cm na ha, což u porostů této kategorie, při jejich obvykle značné hmotnosti, může představovat asi $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Do 10 stromů s $d_{1,3} > 20$ cm na 1 ha se nepovažuje z hlediska <i>I. typographus</i> větrná disturbance za rizikovou. Diskrepance ve stanovení rizika vzniku přemnožení při použití počtu nebo objemu ležících kmenů spočívá v hraniční tloušťce kmene > 78 cm, která je pro <i>I. typographus</i> díky značné tloušťce borky limitující.	Do míst v ZCHÚ s atraktivními nenapadenými polomy se neumísťují feromonové lapače ani odparníky. Polomové stromy v ochranném pásmu je vhodné použít jako lapáky, tyto ležící kmeny lze pro prvotní nálet přechodně zatraktivnit feromonovým odparníkem. Během vegetační sezóny se pravidelně kontroluje jejich napadení a stav vývoje pod kůrou. Pokud jsou ležící stromy napadené, přistoupí se k asanaci, při které by měly být použity pouze mechanické prostředky. Zejména ve vyšších polohách ztrácejí vývraty svou atraktivitu velice pozvolna a pokud nejsou napadené, lze je zpravidla využít jako kontrolní nebo obranná opatření i v následující vegetační sezóně. Naopak odlomy, pokud nejsou napadeny v první vegetační sezóně od jejich vzniku, jsou v další sezóně již neatraktivní.
	velkého rozsahu	V ZCHÚ se samovolným vývojem lze za polom velkého rozsahu považovat situaci, kdy je poškozeno více než 45 stromů s $d_{1,3} > 20$ cm na 1 ha, což u porostů této kategorie, při jejich obvykle značné hmotnosti, může představovat asi $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Do této kategorie mohou být zařazeny i souvislé polomy o menším počtu stromů (< 45), u kterých je předpoklad silné kolonizace <i>I. typographus</i> . Dalším hlediskem je výchozí populační hustota kůrovců v okolí – pokud byl zaznamenán zvýšený stav <i>I. typographus</i> , je rovněž kritériem počtu ležících kmenů snížit.	Do míst v ZCHÚ s atraktivními nenapadenými polomy se neumísťují feromonové lapače ani odparníky. Polomové stromy v ochranném pásmu lze použít jako lapáky. Jelikož při velkých větrných disturbancích je zasaženo zpravidla rozsáhlé území, je třeba zvážit disponibilní zpracovatelské kapacity a přístupnost polomů. Stejně platí pro umístování feromonových odparníků na nenapadené atraktivní ležící kmeny, kdy se k tomuto opatření přistupuje pouze tehdy pokud je zaručeno včasné zpracování navnazených polomů. Obsazenost polomů se kontroluje na vyznačených transektech a vede se evidence o stavu vývoje lýkožrouta. U nenapadených vývratů, stejně jako odlomů, lze zpracování odložit. Napadené části polomu musí být včas zpracovány. Nesmí dojít k pozdní asanaci napadených polomů, proto je v nezbytných případech možné použít i chemických přípravků. Z dostupných pesticidů se volí ty nejméně zatěžující životní prostředí. Termín aplikace přípravku je třeba co nejvíce přiblížit termínu opouštění kmene brouky. Prvořadým cílem však zůstává včasnost asanace.

Tab. 3:

Postupy ochrany lesa proti lýkožroutu smrkovému v ochranném pásmu lesních rezervací (ZCHÚ) ponechaných samovolnému vývoji podle disturbančního stavu a aktuálního ohrožení: kůrovcová gradace

STAV		KVANTIFIKACE	KONTROLNÍ A OBRANNÁ OPATŘENÍ
KŮROVCOVÁ GRADACE	po větřném polomu	V ZCHÚ se nalézají skupiny stojících stromů napadených <i>I. typographus</i> o více než 10 jedincích (zpočátku obvykle v okolí polomových ploch); v ochranném pásmu vznikají vícečetná ohniska napadení nebo rozsevy uvnitř porostu.	Všechny kapacity se soustřeďují na identifikaci a včasnou asanaci stojících napadených stromů. Sleduje se průběh rojení pro potřeby stanovení nevhodnější doby k vyhledávání nově napadených stromů prostřednictvím drtinek na kůře. Pokud je splněna základní podmínka včasné asanace napadených stromů, lze použít další obranné metody. Při nedostatku stromů pro přípravu lapáků je vhodný jejich dovoz. Ve výjimečných případech je možné pokusit se pomocí feromonů o přesměrování náletu lýkožrouta na porostní skupiny v ochranném pásmu. Stojící stromy se navazují během jarního rojení, vhodnější jsou porosty v mýtném věku. Podobně jako v případě větrné disturbance je klíčová včasná asanace napadených stromů, proto je možné použít i chemické přípravky, za dodržení stejných pravidel. V případě teplotního a vláhového stresu může dojít ke snížení atraktivit stromových lapáků z důvodu přítomnosti značného množství atraktivních stojících stromů v porostech. Při přípravě lapáků se vybírají stromy nejvíce stresované suchem, ale stále živé (např. s částečně uschlou horní korunovou partií). Díky sníženému prahu napadení stromů (TSA) narůstá rovněž nebezpečí z možné vyšší koncentrace brouků <i>I. typographus</i> . Proto je lépe se použít feromonů v blízkosti území bez možnosti intervence proti kůrovcům vyhnout.
	z jiných příčin (teplotní, vláhový stres)	V ZCHÚ se nalézají skupiny stojících stromů napadených <i>I. typographus</i> o 5–10 jedincích (obvykle na exponovaných osluněných místech); v ochranném pásmu vznikají rozsevy uvnitř porostu případně ohniska napadení.	

3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

V podmínkách Česka doposud není k dispozici samostatný metodický pokyn upravující strategii a způsoby ochrany lesa proti lýkožroutu smrkovému v okolí ZCHÚ ponechaných samovolnému vývoji. V ochranných pásmech obklopujících rezervace s bezzásahovým režimem (většinou v kategorii PR či NPR) se v této otázce při stávající praxi postupuje nejednotně, často navíc nahodile, nedostatečně účinně či dokonce nesprávně. Určitou výjimku představují KRNAP a NP Šumava s výrazným zastoupením smrku, zde jsou však ochranná pásma součástí zónace a platí pro ně jiné podmínky ve srovnání s maloplošnými ZCHÚ, na které je metodika primárně zaměřena.

Popisované a doporučované metody ochrany nejsou samy o sobě nové, přínos metodiky spočívá především v nově navrženém systému jejich používání, odvozeném jak ze stavu ochrany lesa ve vlastní ochranné zóně splňující nároky pufráčního území, tak ze stavu v jádrové části se samovolným vývojem (prostřednictvím stanovení způsobů ochrany a počtu obranných opatření v závislosti na stavu populace podkorního hmyzu uvnitř i vně bezzásahového území). Vzhledem k charakteru těchto území, bezprostředně navazujících na nejpřísněji chráněné části přírody, je v metodice uplatněn požadavek minimalizace používání biocidních přípravků (pesticidů) a obecná preference šetrných metod obrany. Za účelem komplexnosti je v metodice uveden také oddíl shrnující současné poznatky o lýkožroutu smrkovém, které se váží k danému tématu.

4 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Navrhované postupy jsou uplatnitelné v ochranných pásmech ZCHÚ ponechaných samovolnému vývoji a jim odpovídajících zón národních parků s významným zastoupením smrku, v nichž jsou legislativními nástroji (plány péče) omezeny možnosti intervence proti lýkožroutu smrkovému. Metodika je primárně určena vlastníkům a správcům lesů, na jejichž území se vyskytují ZCHÚ se samovolným vývojem s významným zastoupením smrku. Dále je určena orgánům státní správy lesů a ochrany přírody, státním i nestátním institucím zabývajícím se ochranou lesa a ochranou přírody a krajiny. Poznatky z ní může čerpat také další odborná, popř. laická veřejnost.

5 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Při správném uplatnění metodiky lze očekávat významné snížení impaktu kůrovcových gradací v ochranných pásmech ZCHŮ a rovněž i snížení rizika napadení sousedících hospodářských lesů. Doporučené efektivní používání obranných opatření a preference stromových lapáků ušetří také přímé finanční prostředky, neboť náklady na tuto metodu jsou v průměru o cca 100 Kč nižší než u druhého nejčastěji používaného obranného prostředku, kterým jsou feromonové lapače (lze tak očekávat roční úsporu ve výši až několika stovek tis. Kč). Další úsporu přímých nákladů přinese navrhovaná minimalizace používání pesticidních přípravků.

Hlavní ekonomický přínos spočívá v očekávaném pozitivním ovlivnění stavu lesa v ochranných pásmech a jejich vnějším okolí, kde by v případě vzniku živelních a následných kůrovcových disturbancí mělo být zabezpečeno jejich rychlé utlumení s odpovídajícím snížením dopadů. Strategie přednostního využívání stromových lapáků bude rovněž umožňovat vhodné provázání s cíli funkčně vyváženého obhospodařování ochranných pásem, v souladu s metodikou (VRŠKA et al. 2015), vypracovanou v rámci téhož výzkumného projektu (zejména při přestavbách stávajících nevhodných smrkových porostů, které v ochranných pásmech převažují, a mohou tak sloužit jako vhodný zdroj lapáků).

6 DEDIKACE

Vypracování metodiky bylo financováno z výzkumného projektu ev. č. QJ1230371 „Dynamika šíření kůrovcovitých v přirozeně disturbovaném smíšeném temperátním lese na různých prostorových škálách“. Autoři by rádi poděkovali oběma recenzentům za připomínky, které vedly k zlepšení obsahu metodiky. Za pečlivé pročetní textu a jazykové korektury děkujeme kolegovi Ing. et Ing. Petru Novotnému, Ph.D. a paní redaktorce Mirce Valentové.

7 LITERATURA

7.1 Seznam použité literatury

- ADAM D., HORT L., JANÍK D., KNÍŽEK M., LIŠKA J., MODLINGER R., ŠAMONIL P., VRŠKA T., VALTERA M. Působení lýkožrouta smrkového – *Ips typographus* (L.) v jádrovém území Boubínské pralesa a přilehlém okolí po větrné disturbanci Emma. Specializovaná mapa s odborným obsahem (soubor map). VÚKOZ, 2015a.
- ADAM D., HORT L., JANÍK D., KNÍŽEK M., LIŠKA J., MODLINGER R., ŠAMONIL P., VRŠKA T., VALTERA M. Působení lýkožrouta smrkového – *Ips typographus* (L.) v Žofínském pralesa a přilehlém okolí po větrné disturbanci Kyrill. Specializovaná mapa s odborným obsahem (soubor map). VÚKOZ, 2015b.
- ANDERBRANT O. 1990. Gallery construction and oviposition of the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) at different breeding densities. *Ecological Entomology*, 15 (1): s. 1–8.
- ANDERBRANT O., SCHLYTER F. 1989. Causes and effects of individual quality in bark beetles. *Holarctic Ecology*, 12 (4): s. 488–493.
- ANDERBRANT O., SCHLYTER F., BIRGERSSON G. 1985. Intraspecific competition affecting parents and offspring in the bark beetle *Ips typographus*. *Oikos*, 45 (1): s. 89–98.
- ANNILA E. 1969. Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Annales Zoologici Fennici*, 6 (2): s. 161–207.
- BAIER P. 1996 Defense reaction of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) to controlled attacks of *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae) in relation to tree parameter. *Journal of Applied Entomology*, 120 (10): s. 587–593.
- BAIER P., FÜHRER E., KIRISITS T., ROSNER S. 2002. Defence reactions of Norway spruce against bark beetles and the associated fungus *Ceratocystis polonica* in secondary pure and mixed species stands. *Forest Ecology and Management*, 159 (1–2): s. 73–86.
- BERRYMAN A.A. 1974. Dynamics of bark beetle populations: towards a general productivity model. *Environmental Entomology*, 3 (4): s. 579–585.

- BERRYMAN A.A. 1987. The theory and classification of outbreak. In: Barbosa P., Schultz J.C. (eds.). *Insect Outbreak*. 1. vyd. London : Academic Press Inc., s. 3–30.
- BERRYMAN A.A., KINDLMANN P. 2008. *Population systems, a general introduction*. 2. vyd. Dordrecht : Springer, 222 s.
- BOTTERWEG P.F. 1983. The effect of attack density on size, fat content and emergence of the spruce bark beetle *Ips typographus* L. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 96 (1): s. 47–55.
- BYERS J.A. 1996. An encounter model of bark beetle populations searching at random for susceptible host trees. *Ecological Modelling*, 91 (1–3): s. 57–66.
- BYERS J.A. 2004. Chemical ecology of bark beetles. In: Lieutier F., Keith D.R., Battisti A., Grégorie J.C., Evans H.F. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. 1. vyd. Dordrecht-Boston-London : Kluwer Academic Publishers, s. 89–134.
- ČERNÝ Z., NERUDA J., VÁCLAVÍK F. 2002. Aplikací technika pro chemickou ochranu v lese. Praha : MZe ČR, 64 s.
- Česko. Vláda. Zákon č. 114 ze dne 19. února 1992 o ochraně přírody a krajiny. In: *Sbírka zákonů Česká republika*. 1992, částka 28, s. 666–692. Dostupné také z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=114/1992&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>.
- Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 101 ze dne 28. března 1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In: *Sbírka zákonů Česká republika*. 1996, částka 33, s. 1124–1127. Dostupné také z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=101/1996&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>.
- Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 236 ze dne 18. července 2000, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In: *Sbírka zákonů Česká republika*. 2000, částka 72, s. 3424–3430. Dostupné také z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=236/2000&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>.
- Česko. Vláda. Zákon č. 289 ze dne 3. listopadu 1995 o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In: *Sbírka zákonů Česká republika*. 1995, částka 76, s. 3946–3967. Dostupné také z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=289/1995&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>.

- Česko. Vláda. Zákon č. 326 ze dne 31. května 2004 o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů (rostlinolékařský zákon). In: *Sbírka zákonů Česká republika*. 2004, částka 106, s. 6618–6664. Dostupné také z WWW: <http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=326/2004&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy>.
- DESPREZ-LOUSTAU M.L., MARCAIS B., NAGELEISEN L.M., PIOUS D., VANNINI A. 2006. Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Annales Forest Science*, 63 (6): s. 597–612.
- DOLEŽAL P., SEHNAL F. 2007. Effects of photoperiod and temperature on development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology*, 131 (3): s. 165–173.
- DUELLI P., ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M., KALINOVÁ B. 1997. Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps. *Journal of Applied Entomology*, 121 (6): s. 297–303.
- DWORSCHAK K., MEYER D., GRUPPE A., SCHOPF R. 2014. Choice or constraint: Plasticity overwintering sites of the European spruce bark beetle. *Forest Ecology and Management*, 328: s 20–25.
- ERIKSSON M., NEUVONEN S., ROININEN H. 2007. Retention of wind-felled trees and the risk of consequential tree mortality by the European spruce bark beetle *Ips typographus* in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 22 (6): s. 516–523.
- ERIKSSON M., NEUVONEN S., ROININEN H. 2008. *Ips typographus* (L.) attack on patches of felled trees: “Wind-felled” vs. cut trees and the risk of subsequent mortality. *Forest Ecology and Management*, 255 (3–4): s. 1336–1341.
- FAIMAN Z. 1996. Monitoring kůrovce prostředky dálkového průzkumu. *Lesnická práce*, 75 (1): s. 11–13.
- FRANCESCHI V.R., KROKENE P., CHRISTIANSEN E., KREKLING T. 2005. Anatomical and chemical defenses of conifer bark against bark beetles and other pest. *New Phytologist*, 167 (2): s. 353–376.
- FRANKLIN A.J., DEBRUYNE C., GRÉGOIRE J.C., 2000. Recapture of *Ips typographus* L. (Col. Scolytidae) with attractants of low release rates: localized dispersion and environmental influences. *Agricultural and Forest Entomology*, 2: 259–270.
- GILBERT M., NAGELEISEN L.M., FRANKLIN A., GRÉGOIRE J.C. 2005. Post-storm surveys reveal large-scale spatial patterns and influences of site factors, forest structure and diversity in endemic bark-beetle populations. *Landscape Ecology*, 20 (1): s. 35–49.

- GÖTHLIN E., SCHROEDER L.M., LINDELÖW A. 2002. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15 (5): s. 542–549.
- GRODZKI W. 1997. Changes in the occurrence of bark beetles on Norway spruce in a forest decline area in the Sudety Mountains in Poland. In: Grégoire J.C., Liebhold A.M., Stephen F.M., Day K.R., Salom S.M. (eds.). *Integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pest*. Proceedings Vallombrosa, Italy, 1.–3. Sep 1996, 236 s. – USDA Forest Service General Technical Report NE, s. 105–111.
- GRODZKI W., LOCH J., ARMATYS P. 2006a. Występowanie kornika drukarza *Ips typographus* L. w uszkodzonych przez wiatr drzewostanach świerkowych masywu Kudłonia w Górzach w Gorczańskim Parku Narodowym. *Ochrona Beskidów Zachodnich*, 1: s. 125–137.
- GRODZKI W., STARZYK J.R., KOSIBOWITZ M. 2006b. Wiatrolomy i owady kambiofagiczne a problemy ochrony drzewostanów świerkowych w Tatrzańskim Parku Narodowym. In: Mirek Z., Godzik B. (eds.). *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a człowiek. Tom II. Nauki biologiczne*. 1. wyd. Zakopane: Tatrzański Park Narodowy, s. 103–112.
- GRODZKI W., TURČÁNI M., JAKUŠ R., HLÁSNÝ T., RAŠI R., McMANUS M.L. 2010. Bark beetles in the Tatra Mountains. International research 1998–2005 – an overview. *Folia Forestalia Polonica, Series A*, 52 (2): s. 114–130.
- GRÜNWARD M., 1986. Ecological segregation of bark beetles (Coleoptera, Scolytidae) of spruce. *Journal of Applied Entomology*, 101(1–5): s. 176–187. Gubka A., Galko J., Vakula J., Kunca A., Zúbrík M., Leontovych R. 2010. Identifikácia chrobačiarov v lesných porastoch. *Les, Letokruhy*, 66 (2): s. 1–8.
- HABERMANN M. 2009. Borkenkäfer im Harz. (http://www.nationalpark-bayerischer-wald.de/doc/nationalpark/management/waldmanagement/vortrag_dr_habermann.pdf)
- HILCZANSKI J., JANISZEWSKI W., NEGRON J., MUNSON A.S. 2006. Stand characteristics and *Ips typographus* (L.) (Col., Cuculionidae, Scolytinae) infestation during outbreak in northern Poland. *Folia Forestalia Polonica, Series A*, 48: s. 53–64.
- HOLUŠA J., LUKÁŠOVÁ K. 2012. Patogeny lýkožroutů rodu *Ips* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae): review. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57 (3): s. 230–240.
- CHRISTIANSEN E., BAKKE A. 1988. The spruce bark beetle of Eurasia. In: Berryman A.A. (ed.). *Dynamics of forest insect population: patterns, causes, implications*. 2. vyd. New York: Plenum, s. 479–503.

- CHRISTIANSEN E., WARNING R.H., BERRYMAN A.A. 1987. Resistance of conifers to bark beetle attack: searching for general relationships. *Forest Ecology and Management*, 22 (1–2): s. 89–106.
- JAKUŠ R. 1998a. Patch level variation on bark beetle attack (Col., Scolytidae) on snapped and uprooted trees in Norway spruce primaverl natural forest in endemic conditions: Species distribution. *Journal of Applied Entomology*, 122 (2–3): s. 65–70.
- JAKUŠ R. 1998b. Patch level variation on bark beetle attack (Col., Scolytidae) on snapped and uprooted trees in Norway spruce primaverl natural forest in endemic conditions: effects of host and insolation. *Journal of Applied Entomology*, 122 (8): s. 409–421.
- JAKUŠ R. 1998c. Patch level variation on bark beetle attack (Col., Scolytidae) on snapped and uprooted trees in Norway spruce primaverl natural forest in endemic conditions: proportions of colonized surface and variability of ecological conditions. *Journal of Applied Entomology*, 122 (9–10): s. 543–546.
- JAKUŠ R., BLAŽENEC M. 2015. (eds.). *Princípy ochrany dospelých smrekových porastov pred podkôrnym hmyzom*. 1. vyd. Zvolen : ÚEL SAV, 231 s.
- JAKUŠ R., CUDLÍN P., SLIVINSKÝ J., MEZEI P., MAJDÁK A., BLAŽENEC M. 2015. *Hodnotenie zdravotného stavu smreka vo vzťahu k náletu podkôrneho hmyzu a k odumieraní lesa*. 1. vyd. Zvolen : ÚEL SAV, 151 s.
- JAKUŠ R., GRODZKI W., JEŽÍK M., JÁCHYM M. 2003. Definition of spatial patterns of bark beetle *Ips typographus* (L.) outbreak spreading in Tatra Mountains (Central Europe), using GIS. 25–32. In: McManus M.L., Liebhold A.M. *Ecology, survey and management of forest insects*. Proceedings. Krakow 1. 5. 2002, 311 s.
- JAROŠÍK J. 2005. *Růst a regulace populací*. Praha : Academia, 170 s.
- JUHA M., LUKÁŠOVÁ K., HOLUŠA J., TURČÁNI M. 2012. Netradiční způsoby boje s lýkožroutem smrkovým – *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae). *Lesnický průvodce*, 3: 17 s.
- JURC M., PERKO M., DŽEROSKI S., DEMŠAR D., HRAŠOVEC B. 2006. Spruce bark beetles (*Ips typographus*, *Pityogenes chalcographus*, Col.: Scolytidae) in the Dinaric mountain forest of Slovenia: monitoring and modeling. *Ecological Modeling*, 194 (1–3), Special Issue, s. 219–226.
- KAUSRUD K., ØKLAND B., SKARPAAS O., GRÉGOIRE J.C., ERBILGIN N., STENSETH N.C. 2012. Population dynamics in changing environments: the case of an eruptive forest pest species. *Biological Reviews*, 87 (1): s. 34–51.

- KAUTZ M., DWORSCHAK K., GRUPPE A., SCHOPF R. 2011a. Quantifying spatio-temporal dispersion of bark beetle infestation in epidemic and non-epidemic condition. *Forest Ecology and Management*, 262 (4): s. 598–608.
- KAUTZ M., DÜLL J., OHSER J. 2011b. Spatial dependence of random sets and its application to dispersion of bark beetle infestation in natural forest. *Image Anal Stereol*, 30: 123–131.
- KINDLMANN P., MATĚJKA K., DOLEŽAL P. 2012. (eds.) Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. 1. vyd. Praha : Karolinum, 325 s.
- KNÍŽEK M., BEAVER R. 2004. Systematics of bark and ambrosia beetle. In: Lieutier F., Keith D.R., Battisti A., Grégorie J.C., Evans H.F. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. 1. vyd. Dodrecht-Boston-London : Kluwer Academic Publishers, s. 41–54.
- KOMÁREK J. 1925. Studie o kůrovci smrkovém (*Ips typographus*). *Lesnická práce*, 4: s. 1–10.
- KOMONEN A., SCHRODER L.M., WESLIEN J. 2011. *Ips typographus* population development after a severe storm in a nature reserve in northern Sweden. *Journal of Applied Entomology*, 135 (1–2): s. 132–141.
- KULA E., ZĄBECKI W. 2004. Kambioxylofágní fauna stojících smrkových zlomů v porostech povodí nádrže Šance. *Beskydy*, 17: s. 149–154.
- KULA E., ZĄBECKI W. 2005. Kambioxylofágní fauna smrkových odlomů v území se základním stavem lýkožrouta smrkového. *Beskydy*, 18: s. 145–150.
- KULA E., ZĄBECKI W. 2006. Spruce windfalls and cambioxylophagous fauna in an area with basic and outbreak state of *Ips typographus* (L.). *Journal of Forest Science*, 52 (11): s. 497–509.
- LAUSCH A., FAHSE L., HEURICH M. 2011. Factors affecting the spatio-temporal dispersion of *Ips typographus* (L.) in Bavarian Forest National Park: A long-term quantitative landscape-level analysis. *Forest Ecology and Management*, 261 (2): s. 233–245.
- LIEUTIER F. 2004. Host resistance to bark beetles and its variations. In: Lieutier F., Keith D.R., Battisti A., Grégorie J.C., Evans H.F. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. 1. vyd. Dodrecht-Boston-London : Kluwer Academic Publishers, s. 135–180.
- LIEUTIER F., KEITH D.R., BATTISTI A., GRÉGORIE J.C., EVANS H.F. 2004. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. 1. vyd. Dodrecht-Boston-London : Kluwer Academic Publishers, 584 s.

- LUBOJACKÝ J., HOLUŠA J. 2011. Comparison of spruce bark beetle (*Ips typographus*) catches between treated trap logs and pheromone traps. *Šumarski list*, 135 (5–6): s. 233–242.
- MATOUŠEK P., MODLINGER R., HOLUŠA J., TURČÁNI M. 2012. Počet vajíček kladených lýkožroutem smrkovým *Ips typographus* (L.) (Coleoptera:Curculionidae: Scolytinae) na stromových lapácích: vliv vybraných faktorů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57 (2): s. 126–132.
- MODLINGER R., HOLUŠA J., LIŠKA J., KNÍŽEK M. 2009. Stav populace lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.) v NPR Žofínský prales (Novohradské hory, Česká republika). *Silva Gabreta*, 15 (2): s. 143–154.
- MODLINGER R., KNÍŽEK M., ADAM D., LIŠKA J. 2015. An analysis of the dendrometric stand parameters influence on the number of emerged Beetles *Ips typographus*. Book of Abstracts of the IUFRO 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe „Fluctuation of Insects and Diseases“, June 22–26, 2015, S. Michele all'Adige, Italy. s. 75–79.
- MODLINGER R., NOVOTNÝ P. 2015. Quantification of time delay between damages caused by windstorms and by *Ips typographus*. *Forestry Journal*, 61 (4): s. 221–231.
- MODLINGER R., LIŠKA J., KNÍŽEK M., ADAM D. 2016. How many spruce bark beetles *Ips typographus* (L.) emerge from fallen trees, at different parts of the stem, under natural conditions of Central European virgin forests. *Annals of Forest Research*, (in prep).
- MONTANO V., BERTHEAU C., DOLEŽAL P., KRUMBÖCK S., OKROUHLÍK J., STAUFFER CH., MOODLEY Y. 2016. How differential management strategies affect *Ips typographus* L. dispersal. *Forest Ecology and Management*, 360: 195–204.
- MRKVA R. 1997. Management chráněných území z hlediska ochrany lesa. 19–23. In: Sborník referátů celostátní konference „Kůrovcová kalamita – střet názorů“. Písek 28.–29. 8. 1997. Písek, Matice lesnická, 39 s.
- ØKLAND B., BERRYMAN A. 2004. Resource dynamic plays a key role in regional fluctuation of the spruce bark beetle *Ips typographus*. *Agricultural and Forest Entomology*, 6 (2): s. 141–146.
- ØKLAND B., BJØRNSTAD O.N. 2006. A resource-depletion model of forest insect outbreaks. *Ecology*, 87 (2): s. 283–290.
- PELTONEN M. 1999. Windthrows and dead-standing trees as bark beetle breeding material at forest-clearcut edge. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 14 (6): s. 505–511.

- PFEFFER A. 1954. *Kůrovec lýkožrout smrkový a boj proti němu*. 2. vyd. Praha : SZN, 46 s.
- PFEFFER A. 1955. *Fauna ČSR, svazek 6. Kůrovci – Scolytoidea*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství ČSAV, 324 s.
- PFEFFER A. 1989. *Kůrovcovití Scolytidae a jádrohlodovití Platypodidae*. 1. vyd. Praha: Academia, 137 s.
- PFEFFER A. 1995. *Zentral- und westpaläarktische Borken- und Kernkäfer (Coleoptera: Scolytidae, Platypodidae)*. 1. vyd. Basel : Pro Entomologia, 310 s.
- PFEFFER A., SKUHRAVÝ V. 1995. Lýkožrout smrkový a jeho problematika /I. Lesnická práce, 74 (3–4): s. 21.
- PLAŠIL P., CUDLÍN P. 2005. Population dynamics of eight-toothed spruce bark beetle (*Ips typographus* [L.]) in the area of National Nature Reserve Praděd in 1998–2001. *Journal of Forest Science*, 51 (8): s. 359–370.
- POLENO Z., VACEK S. a kol. 2007. *Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 315 s.
- POSTNER M. 1974. *Scolytidae, Borkenkäfer*. In: Schwenke W. (ed.). *Die Forstschädlinge Europas, Zweiter Band – Käfer*. 1. vyd. Hamburg-Berlin : Paul Parey, s. 334–482.
- PRŮŠA E. 1985. *Die böhmischen und mährischen Urwälder – ihre Struktur und Ökologie*. 1. vyd. Praha : Academia, 580 s.
- RAFFA K.F., BERRYMAN A.A. 1983. The role of host plant resistance in the colonization behavior and ecology of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Ecological Monographs*, 53 (1): s. 27–49.
- RATY L., DRUMONT A., DE WINDT N., GRÉGOIRE J.C. 1995. Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.: traps or trap trees. *Forest Ecology and Management*, 78: s. 191–205.
- ROUAULT G., CANDAU J.N., LIEUTIER F., NAGELEISEN L.M., MARTIN J.C., WARZÉE N. 2006. Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Annales Forest Science*, 63 (6): s. 613–624.
- SAUVARD D. 2004. General biology of bark beetles. In: Lieutier F., Keith D.R., Battisti A., Grégoire J.C., Evans H.F. *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. 1. vyd. Dodrecht-Boston-London : Kluwer Academic Publishers, s. 63–88.
- SCHLYTER F., ANDERBRANT O. 1989. Mass attack of trees by *Ips typographus* induced by sex-specific pheromone: a model of attack dynamics. *Holarctic Ecology*, 12 (4): s. 415–426.

- SCHLYTER F., ANDERBRANT O., HARDING S., RAVN H.P. 1984. Offspring per emergence hole at different attack densities in the Spruce Bark Beetle, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 97(1–5): s. 244–248.
- SCHÖPF A. 2009. Ergebnisse der Borkenkäferforschung in Bayerischen Nationalparks, (http://www.nationalpark-bayerischer-wald.de/doc/nationalpark/management/waldmanagement/vortrag_prof_dr_schopf.pdf)
- SCHROEDER M.L. 2001. Tree mortality by the bark beetle *Ips typographus* (L.) in storm-disturbed stands. *Integrated Pest Management Reviews*, 6 (3–4): s. 169–175.
- SCHROEDER M.L., LINDELÖW A. 2002. Attacks on living spruce trees by the bark beetle *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) following a storm-felling: a comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agricultural and Forest Entomology*, 4 (1): s. 47–56.
- SKUHRAVÝ V. 2002. *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. 1. vyd. Praha : Agrospoj, 196 s.
- STADELMANN G., BUGMANN H., MEIER F., WERMELINGER B., BIGLER Ch. 2013a. Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestation. *Forest Ecology and Management*, 305: s. 273–281.
- STADELMANN G., BUGMANN H., MEIER F., WERMELINGER B., BIGLER Ch.E. 2013b. A predictive framework to assess spatio-temporal variability of infestation by the European spruce bark beetle. *Ecography*, s. 1208–1217.
- STADELMANN G., BUGMANN H., WERMELINGER B., BIGLER C. 2014. Spatial interaction between storm damage and subsequent infestations by the European spruce bark beetle. *Forest Ecology and Management*, 318: s. 167–174.
- ŠVESTKA M., HOCHMUT R., JANČAŘÍK V. 1996. *Praktické metody v ochraně lesa*. Praha : Silva Regina, 309 s.
- THALENHORST W. 1958. Grundzüge der Populationsdynamik des Großen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. *Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät Universität*, 21: s. 1–126.
- THORN S., BÄSSLER C., BUSSLER H., LINDENMAYER D.B., SCHMIDT S., SEIBOLD A., WENDE B., MÜLLER J. 2016. Bark–scratching of storm–felled trees preserves biodiversity at lower economic cost compared to debarking. *Forest Ecology and Management*, 364: s 10–16.
- TKADLEC E. 2008. *Populační ekologie. Struktura, růst a dynamika populací*. 1. vyd. Olomouc : Univerzita Palackého, 400 s.

- TRÄGÄRDH I., BUTOVITSCH V. 1935. Redogörelse för barkborrekanpanjen efter stormhärjningarna 1931–1932. *Meddelanden från Statens Skogsforsöksanstalt*, 28: s. 1–268.
- VADLA K. 2006. *Virkesegenskaper hos gran og furu fra forskjellige lokaliteter in Sør-Norge*. Forskning fra Skog og landskap, Ås, Norway, 25 s.
- VAKULA J., ZÚBRIK M., KUNCA A. 2015. *Nové metody ochrany lesa*. Zvolen : NLC-LVÚ, 291 s.
- VEGA F.E., HOFSTETTER R.W. 2015. (eds.). *Bark Beetles – Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. London-San Diego-Waltham-Oxford : Elsevier, 620 s.
- VRŠKA T., HORT L., ODEHNALOVÁ P., HORAL D., ADAM D. 2001. The Boubín virgin forest after 24 years (1972–1996) – development of tree layer. *Journal of Forest Science*, 47 (10): s. 439–459.
- VRŠKA T., MODLINGER R., JANÍK D., ADAM D., LIŠKA J., HORT L. 2015. Doporučené formy porostních směsí a způsoby jejich obhospodařování v ochranných pásmech zvláště chráněných území ponechaných samovolnému vývoji v 5. – 7. lesním vegetačním stupni. Uplatněná certifikovaná metodika, (in press).
- VRŠKA T., ŠAMONIL P., UNAR P., HORT L., ADAM D., KRÁL K., JANÍK, D. 2012. *Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice III. Šumava a Český les – Diana, Stožec, Boubínský prales, Milešický prales*. 1. vyd. Praha : Academia, 238 s.
- WAINHOUSE D. 2008. *Ecological methods in forest pest management*. 2. vyd. Oxford: Oxford University Press, 228 s.
- 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): s. 67–82.
- WERMELINGER B., SEIFERT M. 1999. Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. *Ecological Entomology*, 24 (1): s. 103–110.
- WESLIEN J. 1994. Interaction within and between species at different densities of the bark beetle *Ips typographus* and its predator *Thanasimus formicarius*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71 (2): s. 133–143.
- WESLIEN J., REGNANDER J. 1990. Colonization densities and offspring production in the bark beetle *Ips typographus* (L.) in standing spruce trees. *Journal of Applied Entomology* 109(1–5): s. 358–366.

- WICHMANN L., RAVN H.P. 2001. The spread of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera, Scolytidae) attacks following heavy windthrow in Denmark, analyse using GIS. *Forest Ecology and Management*, 148 (1–3): s. 31–39.
- WULDER M.A., DYMOND C.C., WHITE J. 2005. Remote sensing in the survey of mountain pine beetle impacts: Review and recommendations. 1. vyd. Victoria : Canadian Forest Service, Infomation Report BC-X-401, 55 s.
- ZAHRADNÍK P. 2002. Počet jedinců, kteří se mohou vyvinout na jednom smrku. In: Skuhravý V. *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. 1. vyd. Praha : Agrospoj, s. 27–28.
- ZAHRADNÍK P. 2005. *Základy ochrany lesa v praxi*. 1. vyd. Strnady : VÚLHM, 128 s.
- ZAHRADNÍK P. 2006. *Aplikace přípravků na ochranu lesa*. 1. vyd. Strnady a Kostelec nad Černými lesy : VÚLHM a Lesnická práce, 76 s.
- ZAHRADNÍK P. 2012. Ruční a zádové mechanizační prostředky v ochraně lesa. *Lesnická práce*, 91 (10): s. I–IV.
- ZAHRADNÍK P. 2015. (ed.) *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 376 s.
- ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M. 2000. Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). *Lesnická práce*, 79 (10): s. I–VIII.
- ZELENÝ J. 2002. Predátoři a parazitoidi. In: Skuhravý V. *Lýkožrout smrkový (Ips typographus L.) a jeho kalamity*. 1. vyd. Praha : Agrospoj, s. 92–97.
- ZUMR V. 1984. Prostorové rozmístění kůrovců (Coleoptera, Scolytidae) na smrku ztepilém (*Picea excelsa* Link) a jejich indiference podle lesních vegetačních stupňů. 30(6): s. 509–522.
- ZUMR V. 1995. *Lýkožrout smrkový – biologie prevence a metody boje*. 1. vyd. Písek : Matice lesnická, 131 s.

7.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

- DUELLI P., ZAHRADNÍK P., KNÍŽEK M., KALINOVÁ B. 1997. Migration in spruce bark beetles (*Ips typographus* L.) and the efficiency of pheromone traps. *Journal of Applied Entomology*, 121 (6): s. 297–303.
- KNÍŽEK M., LIŠKA J., MODLINGER R. 2011. Mass outbreak of *Ips typographus* (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Šumava National Park. In: Delb H., Pontuali S. (eds.): *Biotic Risks and Climate Change in Forests*. Proceedings of the Working Party 7.03.10 Methodology of Forest Insect and Disease Survey in Central Europe, 10th Workshop September 20th-23rd, 2010, Freiburg, Germany. *Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Heft X, FVA*, s. 75–79.
- KNÍŽEK M., MODLINGER R., LIŠKA J., HORT L. 2012. Spatio-temporal pattern of bark beetle spreadig in the natural temperate forest after distrurbance. Proceedings of the Working Party 7.03.10 – “Methodology of forest insect and disease survey” and IUFRO WP 7.03.06 – “Integrated management of forest defoliating insects” Working Party Meeting, Palanga, Lithuania, 10 – 14th of September 2012.
- MODLINGER R., HOLUŠA J., LIŠKA J., KNÍŽEK M. 2009. Stav populace lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.) v NPR Žofinský prales (Novohradské hory, Česká republika). *Silva Gabreta*, 15 (2): s. 143–154.
- MODLINGER R., LIŠKA J., KNÍŽEK M., ADAM D. 2016. How many spruce bark beetles *Ips typographus* (L.) emerge from fallen trees, at different parts of the stem, under natural conditions of Central European virgin forests. *Annals of Forest Research*, (in prep).
- PROCHÁZKA J., SCHLAGHAMERSKÝ J., KNÍŽEK M. 2014. Kůrovci (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) jedlobukových lesů CHKO Beskydy.[Bark beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in beech-fir forests of the Beskydy Protected Landscape Area, Czech Republic]. *Zprávy lesnického výzkumu*, 59: 126–132.

8 FOTOGRAFICKÁ PŘÍLOHA



Obr. 6:

Lýkožrouty opuštěné stromy, z nichž většina odumřela v předchozí vegetační sezóně (přítomnost nejslabších větviček v korunách a rezavé zbytky jehličí); uprostřed je strom bez nejslabšího řádu větviček, který odumřel ještě dříve (NPR Žofínský prales, foto R. Modlinger)



Obr. 5:
Obranná opatření v ochranném pásmu NPR Žofínský prales (foto J. Liška)

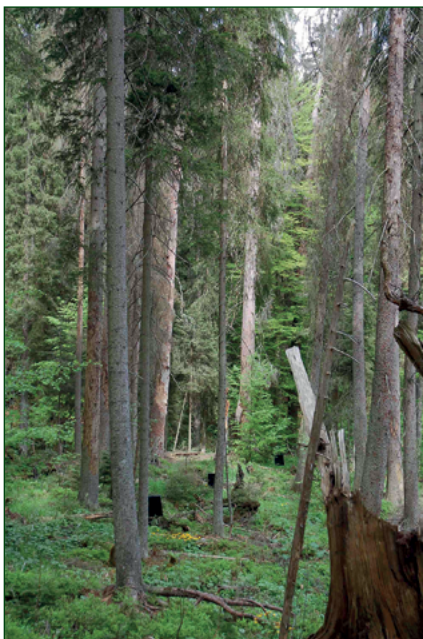


Obr. 7:
Ochranné pásmo NPR Žofínský prales tvoří v jihozápadní části labilní monokulturální smrčiny (foto R. Modlinger)



Obr. 8:

Příklad mechanické asanace kůrovcového dříví v ochranném pásmu NPR Boubínský prales (část pod vrcholem Boubína); asanované dříví je zde ponecháno na místě k dekompozici (foto R. Modlinger)



Obr. 9:

Umístění feromonových lapačů do ZCHÚ přináší riziko koncentrace dospělců I.smrkového během rojení a vyšší pravděpodobnosti rozšiřování stávajících ohnisek napadených stromů (NPR Boubínský prales, foto R. Modlinger)

9 TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍČEK

asanace napadeného dřeva, dříví – opatření zabraňující úspěšnému dokončení vývoje a opuštění napadeného (kůrovcového) stromu podkorním hmyzem

bezpečnostní vzdálenost – vzdálenost odchyťového zařízení od nejbližšího stojícího smrku, minimalizující riziko napadení tohoto stromu v souvislosti s instalací odchyťového zařízení

borka – odumřelá povrchová vrstva kmene (uváděna také jako „kůra“)

buffer – vymezená zóna určitého tvaru a vzdálenosti

disturbance – přechodná událost způsobující narušení struktury ekosystému

drážkové frézy – frézové nástavby na motorové pily s úzkou frézovací hlavou

drtinky – jemné částičky povrchových rostlinných pletiv (převážně hnědavé barvy), které vznikají při hlodání závrťových otvorů a chodeb podkorním hmyzem (a jsou z nich vytlačovány na povrch)

expoze – klimatická orientace povrchu vůči světovým stranám (slunci) v souvislosti s jeho sklonem

feromony – těkavé organické látky produkované živočichy za účelem vnitrodruhové chemické komunikace

gradace – soubor jevů ve spojitosti s přemnožením živočišného druhu (u býložravých druhů má obvykle za následek vznik hospodářsky významného poškození lesních dřevin)

harvestor – víceoperační těžební stroj, který vykonává kácení a odvětvování stromů, popř. i jejich příčné krácení

insecticid – pesticidní látka sloužící k hubení hmyzu

lapač – zařízení určené k zachycování různých materiálů (v ochraně lesa se termín používá nejčastěji ve spojení s lákáním, odchytem kůrovců do umělých odchyťových zařízení, tzv. feromonových lapačů)

lapák – v ochraně lesa evidovaný skácený zdravý strom (nebo jeho část), sloužící k lákání a odchytu kůrovců

latence – stav populační hustoty živočicha mezi gradacemi

kalamitní základ – objem kůrovcových stromů za období od 1.8. až 31.3. následujícího roku; dělí se na včas a pozdě zpracovanou část

kůrovcové dříví – kůrovcové stromy a ležící napadené dříví (polomy, surové kmene, těžební odpad, lapáky), eviduje se v m³

kůrovcový strom – (stojící) strom napadený kůrovci, ve kterém se nacházejí životaschopná vývojová stadia

- kůrovcová souše** – strom odumřelý po žíru kůrovců, který již neumožňuje vývoj dalšího pokolení
- lesní vegetační stupeň** – formalizovaná jednotka používaná zejména v lesnické typologii, vyjadřující zonální vegetační stupňovitost vázanou na hlavní lesní dřeviny
- nehroubí** – kmen nebo jeho část s tloušťkou pod 7 cm
- odchytové zařízení** – v ochraně lesa umělý prostředek sloužící k odchytu škodlivých činitelů (nejčastěji se pod tímto termínem rozumí lapáky a lapače)
- odlom** – polomový strom, jehož bazální část kmene je rozlomená (roztříštěná) a oddělená od kořenového systému
- ohnisko** – místo s největší populační hustotou škůdce (v případě kůrovcových stromů se jedná obvykle o skupinu několika vzájemně souvisejících jedinců, tzv. „kůrovcové kolo“)
- pesticid** – chemický přípravek určený k hubení škodlivých organismů, skládající se z účinné látky a dalších příměsí (plnidla, emulgátory, aktivátory, smáčedla etc.), spojených v nosiči
- porostní stěna** – obnažený okraj porostu, vzniklý po zmycení jeho části
- rozsev** – rozptýlený výskyt kůrovcových stromů či ohnisek, a to jak na okrajích, tak i uvnitř porostů
- série** – u lapáků časově a místně omezené počty těchto zařízení, v závislosti na vývojovém cyklu lýkožroutů
- soustředování** – úvodní fáze dopravy vytěženého dříví, obvykle od místa těžby (pařezu) na vývozní či odvozní místo
- symptom** – příznak (vnější projev) změny oproti normálnímu vzhledu, v ochraně lesa používán pro charakterizaci druhů a typů poškození dřevin
- výčetní tloušťka** – tloušťka kmene měřená ve výšce 1,3 m nad zemí; jedna ze základních taxačních veličin používaných v lesnictví
- vývrat** – polomový strom, jehož bazální část kmene je vyvrácená a není zcela oddělena od kořenového systémem

FOREST PEST MANAGEMENT AGAINST EUROPEAN SPRUCE BARK BEETLE IN BUFFER ZONE OF UNMANAGED FOREST RESERVES

Summary

The objective of the methodology is to provide forest owners, expert forestry personnel, and authorities responsible for administering specially protected areas and managing state forests and nature conservation with a set of recommendations and techniques that can be put into practice to forest pest management against European spruce bark beetle – *Ips typographus* (L.) – in the buffer zones of unmanaged forest reserves. The theoretical basis for the proposed forest protection practices was derived in particular from case studies carried out in the Boubín virgin forest and the Žofín old-growth forest. Practices to protect forests against European spruce bark beetle are defined based upon the levels of disturbance and current threat. The methodology contains an overview of current scientific knowledge on European spruce bark beetle biology in relation to its spread and population dynamics. General principles for forest protection valid in commercial forests are summarized. The main protection methods used as well as methods for sanitation infested trees are presented. The proposed techniques for protecting forests in the buffer zones of unmanaged forest reserves concern in particular the size of the buffer zone as well as defining the size of the bark beetle population and the risk of outbreak based upon the quantity of available windfall. Details are given as to the timing aspect of planning control and protection against European spruce bark beetle as well as the possibilities for utilizing certain methods in the core territory of specially protected areas. The methodology's main results are compared with those of previously known procedures, and the techniques' practical application as well as economic aspects of their utilization are described. The methodology contains a list of current literature as well as a list of publications by the team of authors published before the methodology was created. An appendix with photographs and a glossary of certain terms complement and further specify the results.

LESNICKÝ PRŮVODCE



Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
www.vulhm.cz



Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.
www.vukoz.cz