

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Srovnání efektivity obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* (L.)) na vybrané lokalitě Lesního Závodu Boubín.**

Vypracovala: Bc. Tereza Vačkářová

Vedoucí práce: RNDr. Petr Doležal PhD.

Konzultant: RNDr. Markéta Slábová PhD.

České Budějovice, duben 2013

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza VAČKÁŘOVÁ**  
Osobní číslo: **Z11626**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Agroekologie**  
Název tématu: **Srovnání efektivity obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* (L.)) na vybraných lokalitách LZ Boubín**  
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracování literární rešerše problematiky ochrany lesa před lýkožroutem smrkovým.
2. Terénní sledování množství dospělců lýkožrouta smrkového odchycených do jednotlivých typů obranných zařízení - lapáky, lapače, otrávené lapáky a jejich modifikace, popřípadě insekticidní sítě BASF.
3. Provedení adekvátního statistického vyhodnocení získaných dat.
4. Interpretace výsledků v širších ekologických souvislostech, především vztahu posouzení vhodnosti jednotlivých typů opatření během jarního a letního rojení lýkožrouta smrkového.

Práce bude vypracována na Entomologickém ústavu BC AV ČR. Výzkum je podpořen následujícími projekty: GS LČR (smlouva 08/2008), projekt "Disperze" v rámci programu Cíl 3 Česká Republika - Rakouská Republika 2007 - 2013. Zájem o výsledky projevil kromě státního podniku Lesy ČR i Národní park Šumava - Sekce ochrany přírody.

Rozsah grafických prací: mapa, tabulky, grafy, fotografická příloha  
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu včetně tabulek  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:

1. Raty L., Drumont A., De Windt N., Gregoire J.C. (1995): Mass trapping of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.: traps or trap trees?. Forest Ecol. Manag. 78: 191 - 205.
2. Faccoli M., Stergulc F. (2008): Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae Scolytinae). Ann. For. Sci. 65: 309 p1 - p9.
3. Wermelinger B. (2004): Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. Forest Ecol. Manag. 202: 67 - 82.
4. Jeniš J., Vrba M. (2007): Srovnání účinnosti lapáků, otrávených trojnožek a lapačů. Lesnická práce 86: 586.
5. Zumr V. (1985): Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a ochrana proti němu. Academia, Praha, 124 p.
6. Zumr V. (1995): Lýkožrout smrkový - biologie, prevence a metody boje. Matice lesnická, Praha, 132 p.

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Petr Doležal, Ph.D.  
Konzultant diplomové práce: RNDr. Markéta Haisová, Ph.D.  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání diplomové práce: 29. února 2012  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13 ④  
370 05 České Budějovice



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

L.S.



prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. února 2012

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma: Srovnání efektivity obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* (L.)) na vybrané lokalitě Lesního Závodu Boubín vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 26. 4. 2013

.....

Na úvod bych ráda poděkovala svému vedoucímu diplomové práce RNDr. Petru Doležalovi PhD. za cenné rady, připomínky a odbornou pomoc při zpracování této práce. Tato spolupráce byla umožněna díky RNDr. Markétě Slábové PhD., která poskytla kontakt na tohoto poradce. Dále pak celému kolektivu z laboratoře za pomoc při terénních výjezdech, při zpracování výsledků a mé rodině za podporu během celého studia.

## ABSTRAKT

Účinnost různých typů ochranných opatření (feromonové lapače, stromové lapáky, otrávené lapáky - trojnožky) proti lýkožroutu smrkovému a dopad insekticidem ošetřených otrávených lapáků na necílové organismy byl sledován v týdenních intervalech na lokalitě s nadmořskou výškou 1000 m. n. m. Byla prokázána významně vyšší účinnost stromových lapáků oproti feromonovým lapačům, kdy jeden lapák odchytil v průměru 3307 lýkožroutů, zatímco feromonový lapač v průměru pouze 457 jedinců. Otrávené lapáky - trojnožky navnazené feromonovým odparníkem (FeSex Typo, výrobce - Karel Ubik, ČR) měly vyšší účinnost než feromonové lapače, přičemž průměrný počet odchycených lýkožroutů byl 1226. Z necílových organismů bylo zaznamenáno 61 druhů hmyzu ze 7 řádů. Jako nejhojněji se vyskytující necílový druh je možno označit pestrokrovečníka mravenčího (*Thanasimus formicarius*).

Klíčová slova: lýkožrout smrkový, ochrana lesa, necílové druhy hmyzu

## ABSTRACT

The efficiency of various protective measures against the Spruce bark beetle (pheromone-baited traps, trap trees, poisoned traps - tripods.) and the impact of insecticide-treated trap trees on non-target organisms were studied in weekly periods in areas in the altitude of 1000m above sea level. Tree traps proved to be of much higher effectivity with an average of 3307 caught spruce bark beetles in comparison with pheromone-baited traps with only 457 beetles within the same period. Poisoned traps – tripods baited with pheromone (FeSex Typo, producer – Karel Ubik, CR) were more effective than pheromone traps and the average number of caught beetles was 1226. Among non-target insects caught in these traps were 61 species included 7 orders. The most common species was *Thanasimus formicarius*.

Key words: spruce bark beetle, forest protection, non-target insect species

## OBSAH

1. ÚVOD .....	7
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	8
2.1 Lýkožrout smrkový a jeho charakteristika .....	8
2.2 Nálet a orientace lýkožrouta ve smrkových porostech.....	10
2.3 Zimování lýkožroutů .....	11
2.4 Rojení .....	12
2.5 Přirození nepřátelé.....	12
2.6 Působení kůrovce při větrných kalamitách na území Šumavy.....	14
2.7 Základní principy obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému.....	17
2.8 Ochranné metody .....	18
2.8.1 Pochůzková metoda.....	19
2.8.2 Metoda lapáků .....	19
2.8.3 Otrávený lapák .....	20
2.8.4 Metoda feromonových lapačů .....	22
2.9 Porovnání účinnosti lapáků, otrávených lapáků versus lapačů .....	23
3. METODIKA.....	25
3.1 Popis zájmové oblasti.....	25
3.2 Stanovení počtu lýkožroutů smrkových na otrávených trojnožkách.....	27
3.3 Stanovení náletu lýkožrouta smrkového na lapáky .....	28
3.4 Odchyt lýkožrouta smrkového feromonovými lapači .....	28
3.5 Statistické zpracování výsledků .....	29
4. VÝSLEDKY .....	30
4.1 Odchyt lýkožroutů v lapácích .....	30
4.2 Odchyt lýkožroutů na trojnožkách .....	31
4.3 Zastoupení necílových organismů odchycených otrávenými trojnožkami .....	32
4.4 Odchyty lýkožroutů v lapačích .....	33
4.5 Statistické zhodnocení účinnosti jednotlivých obranných opatření .....	35
4.6 Distribuce náletu v rámci lapáku.....	36
5. DISKUSE .....	37
6. ZÁVĚR.....	40
7. SEZNAM LITERATURY .....	41
8. PŘÍLOHA.....	44

## 1. ÚVOD

Hmyzí škůdci patří mezi významné činitele, ovlivňující zdravotní stav našich lesních porostů. Škodliví činitele se mohou podle povahy působení označit jako abiotické, které zasahují bez předchozího vlivu jiných škodlivých činitelů a jakákoliv preventivní opatření jsou proti nim minimální (vítr, mráz, kroupy, sníh, sucho, oheň, půdní vlivy) a biotické, kam se řadí člověk, zvěř, hmyz, rostliny, viry, houby.

V důsledku znečištění ovzduší vlivem neustálého rozvoje průmyslu, dopravy dochází k oslabení lesních porostů. Do ovzduší se dostává velké množství znečišťujících a toxických látek, emisí. Klimatické extrémny, mimořádně suchá či mokrá období, různé teplotní zvraty, ničivé větry a další klimatické jevy jsou známy i z minulosti, ale intervaly, ve kterých se tyto extrémny opakují, se postupně zkracují (Šišák, 1999). Oslabené porosty mnohem hůře odolávají abiotickému poškození, které bývá zpravidla následováno gradací některého z hmyzích škůdců, především lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* (L.)), na kterého je tato práce zaměřena. Příčiny vzniku rozsáhlých biotických poškození je pak možno spojovat především s expozicí porostu, jeho věkovou strukturou a zásobováním stromů živinami a vodou (Wermelinger, 2004).

Mezi naše nejčastěji se vyskytující druhy kůrovců na smrku patří již zmíněný lýkožrout smrkový (*Ips typographus* (L.)), lýkožrout menší (*Ips amitinus*), lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*), lýkožrout severský (*Ips duplicatus*), lýkožrout obecný (*Pityophthorus pityographus*), lýkohub matný (*Polygraphus poligraphus*), dřevokaz čárkovaný (*Trypodendron lineatum*) (Knížek, 2004). Ochrana lesa před kůrovci je založena na třech základních principech, jednak na odstraňování materiálu vhodného pro rozmnožování škůdců, na soustavném vyhledávání a včasném zpracovávání všech napadených stromů a do třetí skupiny opatření patří hubení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* (L.)) za pomoci lapáků, feromonových lapačů a různých variant otrávených lapáků (ČSN 48 – 1000).

Cílem této práce je srovnání efektivity obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus* (L.)) na vybrané lokalitě Lesního Závodu Boubín. Terénní sledování probíhalo vždy v týdenních intervalech od 22. 5. - 22. 8. 2012. Výzkum je podpořen projektem: GS LČR (smlouva 08/2008).



## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 Lýkožrout smrkový a jeho charakteristika

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* (L.)) patřící do řádu brouci (*Coleoptera*), čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*), podčeledi kůrovcovitých (*Scolytinae*) je podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 101/1991 Sb. řazen mezi kalamitní škůdce. Dospělý brouk je hnědý se světle žlutými chloupky a paličkovitými tykadly. Dosahuje velikosti 4 - 5,5 mm. Larva je barvy bílé se žlutohnědou hlavou. Vajíčka jsou rovněž bílá, lesklá, oválného tvaru a jejich velikost se pohybuje v rozmezí od 0,6 do 1 mm (Zumr, 1985). Lýkožrouta smrkového je možné zaměnit s několika příbuznými druhy rodu *Ips*, zejména lýkožroutem menším (*Ips amitinus*) a severským (*Ips duplicatus*).

K náletu lýkožrout upřednostňuje čerstvě vytěžené smrkové dříví, stromy, které jsou oslabené (suchem, hnilobami, imisemi, václavkou), většinou starší šedesáti let (čtvrtá věková třída), ale i různé zlomy a vývraty. Jako typický r-stratég je schopný využít krátce existující zdroje (například polomové dřevo) a zde se velmi rychle namnožit do extrémně vysokých počtů. Na základě provedené analýzy bylo zjištěno, že nadmořská výška a půdní živiny jako dusík, fosfor a magnézium, mají také význačný vliv na míru napadení kůrovci (Wermelinger, 2004). Při nedostatku vhodného materiálu pro založení další generace, naletují kůrovci i na stromy zdravé (Zahradník, 2004).

Jankovský a kol. (2000) zjišťovali, zda existuje souvislost mezi náletem lýkožrouta smrkového na porostních stěnách a infekcí kořenového systému václavkou smrkovou jako predispozičním faktorem náletu. Z houbových patogenů jednoznačně převažovala václavka smrková (*Armillaria ostoyae*), pak kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*) a další dřevokazné houby – pevník krvavějící (*Stereum sanguinolentum*), plstnateček severský (*Climacocystis borealis*). Hniloby kořenů, dřevokazné houby zvyšují vodní deficit hostitele a predisponují ho k invazi kůrovce. Vyhnílý kořenový systém pak nezajišťuje stabilitu a napadené stromy se vyvrací, lámou a dochází k narušení vodních vztahů. Tyto stromy slouží poté jako vhodný substrát pro množení kůrovce včetně kůrovců. Jankovskému a kol. (2000) se nepodařilo prokázat na zkoumaných porostních stěnách korelaci mezi náletem lýkožrouta smrkového a infekcí kořenového systému hnilobami. Naopak Pfeffer (1950) zmínil, že po suchém roce 1947 bylo více než 90 % stromů napadených lýkožrouty zamořeno václavkou. Zároveň tvrdí, že stromy oslabené václavkou jsou atraktivní k náletu kůrovce. Její

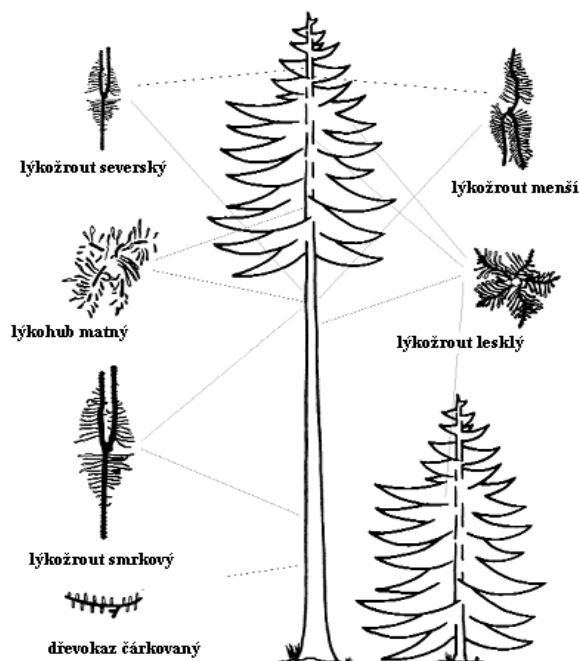
výskyt značně přispívá k oslabení stromů, čímž se vytvářejí vhodné podmínky pro osídlení lýkožrouta smrkového (Skuhravý, 2002).

Lýkožrouti nejčastěji napadají osluněné porostní stěny, ale při přemnožení dochází i k náletu uvnitř porostu. Sloupnutím kůry napadeného kmene odkryjeme typické požerky příslušných druhů (Křístek, 2002). Jednotlivé druhy kůrovců směřují svůj nálet do různých částí stromu (obr. 1). Jarní nálet lýkožrouta smrkového směřuje do míst na rozhraní suchých a zelených větví, odkud se pak šíří nahoru i do spodní části kmene. Naopak letní nálet je obvykle směřován pouze na korunovou část kmene (Křístek, 2004). Lýkožrout severský (*Ips duplicatus*) napadá převážně horní část koruny, takže při pochůzkové kontrole není možné zjistit u stojících stromů závrtové otvory ani drtinky na kořenových náběžích. Jediným symptomem napadeného stromu je pak opadávající kůra, kdy je nutné takové stromy ihned asanovat (Křístek, 2002). Lýkožrout menší (*Ips amitinus*) osídluje převážně horní část kmene nebo kmeny s tenčí kůrou. Lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*) napadá spíše porosty mlazin a jeho nálet směřuje k vrcholům koruny. Lýkohub matný (*Polygraphus poligraphus*) obsazuje stromy po celé délce kmene vyjma prvních dvou metrů, které osídluje dřevokaz čárkovaný (*Trypodendron lineatum*) (Knížek, 2004).

Dále po náletu dochází k barevným změnám jehličí, které světlá, později rezne a postupně opadáva, a současně začíná v místě náletu opadávat kůra. Podle Zumra (1985) jehličí nejprve šedne a zhruba měsíc po náletu začne opadávat a pak rezne. Napadené stromy se snaží náletu lýkožroutů ubránit a to tak, že v místech jejich závrťů začínají smolit. Je-li smrk dostatečně silný a zdravý, zalije zavrtávajícího se brouka výronem pryskyřice. Podle literárních zdrojů na základě vitality stromu to může být 150 – 1000 jedinců (Zahradník, 2007). Smrky se silnější vrstvou lýka jsou vůči náletu odolnější než porosty s lýkem tenčím a zároveň s nižším obsahem pryskyřičných látek. Podle Wermelinger (2004) stromy ve smíšených porostech mají vyšší primární tok pryskyřičných látek, nežli stromy v čistě smrkových monokulturách.

V případě, že k zalití atakujících lýkožroutů pryskyřicí nedojde, se na kůře stojících stromů objevují hromádky drtinek, slepených mízou, které brouci vyhrnují ven z chodeb. Dobře patrné jsou ve spodní části kmene a na kořenových náběžích. Se závrtem začíná sameček, který vyhlodává v kůře snubní komůrku, kde se páří s jednou nebo několika samičkami. Po oplození samička vytváří matečnou chodbu, probíhající v podélné ose kmene, dlouhou 6 - 12 cm. Zakládání matečných chodeb a následný larvální žír způsobují poškození pletiv, což v důsledku vede k odumření stromu. Po obou stranách matečné chodby vyhlubují samičky jamky, do nichž nakladou po jednom vajíčku. Celkem může samička naklást během

jednoho ováriálního cyklu 60 - 100 vajíček (Forst, 1985). Chodbičky vyhlodané kůrovci a jejich larvami nazýváme požerky. Tvar požerku je druhově specifický. Typický požerok lýkožrouta smrkového je jednoramenný až třiramenný, složený ze snubní komůrky, několika matečných chodeb, ze kterých vybíhají larvální chodby, na konci jsou zakončeny kukelními komůrkami, v nichž se nacházejí kukly.



Obr. 1: Napadené části smrku kůrovci.

(Zdroj: Knížek, M., Zahradník, P. (2004): Kůrovci na jehličnanech. Lesnická práce – příloha 3, s. IV)

## 2.2 Nálet a orientace lýkožrouta ve smrkových porostech

Lýkožrouti dávají při náletu přednost oslabeným porostům, ze kterých se v důsledku chemických změn v lýku uvolňují terpeny a terpenoidy, jež jsou součástí pryskyřice. Terpenické látky uvolňující se do atmosféry slouží jako signály pro rozpoznání hostitelské dřeviny a zároveň ovlivňují chování herbivorů. Kromě terpenických látek smrk produkuje i jiné chemické látky například isopren, aceton, methanol a ethanol. Z těchto látek je ale lýkožrout schopen vnímat jen některé (Kalinová, 2009). Kůrovec se při letu orientuje podle primárních atraktantů, z nichž nejdůležitější je alfa-pinen. Další látky podmiňující nálet kůrovců jsou produkovány brouky samotnými. Tyto látky nazýváme agregačními feromony. Jsou složeny především z cis-verbenolu a metylbutenolu, který je specifický pouze pro lýkožrouta smrkového. Pomocí nich lákají samci ostatní brouky obou pohlaví k hostitelské

dřevině. Tyto feromony produkují brouci v intervalu několika hodin až dvou dnů po náletu na vhodný strom (Birgersson et al., 1984). Brouci obsahují ve svém zažívacím traktu symbiotické mikroorganismy napomáhající stravování celulosy a zároveň přeměňují alfa-pinen na složitější chemické látky uvolňované jako agregační feromony. Po uvolnění agregačních feromonů začnou samečci produkovat antiagregační feromony, kam patří ipsenol a verbenol, které nejdříve usměrňují rozmístění kůrovců na kmeni a následně udávají směr náletu na okolní stromy (Skuhřavý, 2002). Zároveň tyto látky signalizují dalším broukům, že prostředí pro rozmnožování je již obsazené. Jako hlavní producenti všech feromonových sloučenin jsou podle Bakkeho (1981) samečci lýkožrouta, ale jen ipsdienol a ipsenol jsou pro ně specifické.

Na základě informací o agregačních feromonech se vyrábějí přípravky používané k odchytnutí kůrovců obsahující kombinaci cis-verbenolu, metylbutenolu a ipsdienolu, pod jmény Pheroprax (BASF s.r.o.), FeSex Typo, FeSex CHALCO (Karel Ubik – U-Spektrum), IT Ecolure Extra, IT Ecolure klasik, IT Ecolure Mega, IT Ecolure Tubus, PCIT Ecolure, které vyrábí firma FYTOFARM s.r.o., a odparníky typu Pheagr IT a jeho modifikace vyrábějí firma SciTech s.r.o.

Dle antropogenního rozdělení rozlišujeme ještě feromony sexuální, sloužící k nalákání opačného pohlaví, poplašné, signalizující obranu, stopovací (např. u mravenců) a identifikační.

### **2.3 Zimování lýkožroutů**

Lýkožrout smrkový může za zcela specifických podmínek (díky nízké chladové odolnosti nižších vývojových stádií se tak děje prakticky jen v mírné zimě nižších poloh, případně v ležícím dřevě překrytém dostatečnou vrstvou sněhu, která působí jako izolant) zimovat jako larva, kukla či dospělec, přičemž mortalita těchto stádií je vždy vysoká. Není znám případ, že by došlo k zimování ve stádiu vajíčka. Vývoj larev poslední generace probíhá díky chladové aklimaci koncem vegetační sezóny i při teplotách kolem 7 - 10°C, což vede k tomu, že na začátku jarního rojení následujícího roku je většina jedinců ve stádiu imag (Zahradník, 2004). Některé zimující brouky najdeme pod kůrou poražených i stojících stromů, jiné zase v hrabance kolem smrkových souší, z nichž opadává kůra obsahující živé brouky, kteří se zahrabávají do hrabanky. Dle některých autorů přezimuje ve Skandinávii v hrabance většina populace (Annala 1969).

Zumr (1985) uvádí, že asi 90 % potomstva lýkožroutů přezimuje pod kůrou napadených smrků a asi 2 - 6 % v hrabance v jejich bezprostřední blízkosti. Brouci jsou v hrabance napadáni cizopasnými hlísticemi, které sice brouka úplně nezabijí, ale mohou jej výrazně oslabit a snížit úspěšnost přezimování. Mortalita v průběhu zimních měsíců může být připsána jak biotickým tak abiotickým faktorům. Ještě před jarním rojením musí brouci hrabanku opustit, aby si našli vhodná místa pro dokončení zralostního žíru. Podle výzkumu Zumra (1985) lýkožrouti opouštějí svá stanoviště, jestliže teplota hrabanky dosáhne 13,6°C.

## **2.4 Rojení**

Rojením se rozumí hromadný let dospělých jedinců spojený s aktivním vyhledáváním nových míst pro svůj vývoj. Přes léto je pak rojení méně výrazné a rozptýlené. Doba, kdy dochází k rojení, závisí na řadě faktorů, na počasí, expozici, nadmořské výšce a ročním období. Deštivým a chladným počasím se rojení přerušuje. Jarní rojení se objevuje v nižších polohách obvykle koncem dubna až počátkem května. V horských oblastech, kde jsou nižší teploty, je rojení opožděno až o měsíc. Letní rojení závisí na průběhu vývoje dceřiné generace a začíná od půlky června, přičemž trvat může až do konce srpna (Zumr, 1985).

U lýkožrouta smrkového, ale i u dalších kůrovcovitých brouků se objevuje tzv. sesterské rojení, kdy samička po vykladení prodělá tzv. regenerační žír a založí pokolení nové. Podle Zumrova (1985) výzkumu začíná toto rojení do tří týdnů po hlavním rojení. Martínek (1961) zjistil, že samička může v kladení vajíček pokračovat i třikrát, přičemž 91 % samiček začíná první sesterské pokolení a 38 % druhé rojení. Nejlepší podmínky pro toto rojení jsou dány příznivým teplým obdobím trvajícím několik dnů. Studie v bavorském lese potvrdily, že pro úspěšné napadení zdravých stromů na jaře je potřeba alespoň tří až čtyř teplých dní za sebou (Wermelinger, 2004).

## **2.5 Přirození nepřátelé**

Mezi v přírodě se vyskytují jedince, kteří mohou přispět ke snížení populační hustoty lýkožrouta smrkového, patří jednak dravci - predátoři, kteří napadají zejména larvy a kukly lýkožroutů, poté parazitoidi vyvíjející se buď uvnitř těla larev nebo i dospělých brouků, nebo ektoparazitové vyvíjející se mimo tělo hostitele (Skuhřavý, 2002). Z Wermelingerovy (2004) dvouleté studie vyplývá, že predátoři a parazitoidi zvýšili úmrtnost kůrovců z 55 % na 82 %. Zatímco predátoři byli hlavní příčinou úmrtnosti v průběhu prvního roku, vyšší kůrovcová mortalita byla v průběhu druhého roku způsobena parazitoidy. K podkornímu způsobu života

jsou tyto druhy velmi dobře přizpůsobeny zejména plochým tvarem těla jak larev, tak dospělců a jejich malými rozměry (Starý, 1987).

Mezi hmyzími druhy jsou jedny z nejčtenějších přirozených nepřátel lýkožrouta draví brouci zejména z čeledi *Cleridae* a mouchy z čeledi *Dolichopodidae*, stejně tak jako parazitické vosičky z čeledí *Pteromalidae* a *Braconidae* (Wermelinger, 2004). Asi nejnámější nepřítel lýkožrouta smrkového je brouk pestrokrovečník mravenčí (*Thanasimus formicarius*). Jeho tělo je štíhlé, protáhlé, krovky jsou červeno-černé se dvěma bílými příčnými proužky. Dospělý pestrokrovečník na stromech pronásleduje lýkožrouty, nejčastěji lýkožrouta smrkového, menšího, borového i lýkohuba jedlového (Starý, 1987). Samička klade vajíčka jednotlivě do otvorů v kůře. Jeho růžové larvy požírají pod kůrou vajíčka, larvy a kukly kůrovců. Každá jeho larva v průběhu svého vývoje zkonzumuje přibližně 50 larev kůrovců a dospělý brouk až 100 jedinců (Heidger, 1994), v lesních kulturách je tedy velmi užitečný. Z dalších významných predátorů sem patří larvy dvoukřídleho hmyzu rodu *Medetera* a *Lonchaea*, žijící v chodbách kůrovců, kde požírají jeho larvy a kukly.

V letech 1988 – 2001 byl na Šumavě proveden výzkum místních predátorů, kde bylo zjištěno více než 40 druhů přirozených nepřátel, z nichž nejvýznamnější byli *Thanasimus formicarius*, *Placusa pumilio*, *Medetera signaticornis* a *Lonchea bruggueri* (Skuhrový, 2002). V posledních letech zde bylo zjištěno asi 11 drabčikovitých druhů (Boháč, 2001), kteří se řadí mezi predátory lýkožrouta smrkového. Jako významní predátoři působí i někteří ptáci, např. datlík tříprstý (*Picoides tridactylus* (L.)) je považován za jejich důležitého požírače na listnatých i jehličnatých stromech. V analýze trusu datlíka tříprstého bylo 89 % tvořeno lýkožroutem smrkovým (Wermelinger, 2004).

Parazitoidi a predátoři sice nejsou zcela schopni kůrovce zlikvidovat, ale velmi podstatně se podílejí na snížení jeho populační hustoty, a to až o 90 % (Skuhrový, 2002). Jeden z dalších prostředků jak snížit populaci lýkožroutů je využití účinků entomopatogenní houby *Beauveria bassiana*. Tato houba, vyskytující se přirozeně v půdním prostředí po celém světě, parazituje nejen na kůrovcích, ale i u dalších druhů hmyzu a napadá je plísňovým onemocněním (Zahradník, 2004). Houbová vlákna prorůstají do těla hostitele, kde následně vytvoří husté mycelium (Šantrůčková, 2010). Bohužel je tato metoda dosud nedostatečně probádána a masově se tedy v ochraně lesa nevyužívá.

## 2.6 Působení kůrovce při větrných kalamitách na území Šumavy

Šumava svou rozlohou lesů tvoří nejrozsáhlejší oblast ve Střední Evropě nazvanou „Zelená střecha Evropy“. Národní park Šumava vznikl na základě vyhlášky č. 163/1991 Sb. dne 20. 3. 1991 o rozloze 68 520 ha.

Větrné disturbance a následné kůrovcové kalamity provázejí národní park již od samého počátku jeho vzniku. Lýkožrout smrkový ovlivňuje zdravotní stav porostů již 20 let. Počátky jeho gradace zasahují do roku 1983, kdy se v Národním parku Bavorský les vyhlásila bezzásahová oblast o výměře 5 500 ha. Prvního srpna roku 1983 zasáhl západní část Bavorského parku ničivý orkán a zničil porosty v rozsahu 173 ha. Další větrná smršť se oblastí prohnala roku 1984 (Zatloukal, 2004). Obě tyto události, které zasáhly i Šumavu, kdy na Modravě padlo 120 000 m<sup>3</sup> dřeva a polomy, které nebyly včas zpracovány, daly podnět k tomu, že lýkožrout měl dostatek vhodných stromů ke svému vývoji. V Bavorsku byla část polomů ponechána bez asanace. Na území České republiky se asanace prodloužila a gradaci kůrovce se podařilo usměrnit až do roku 1990 (Skuhřavý, 2002).

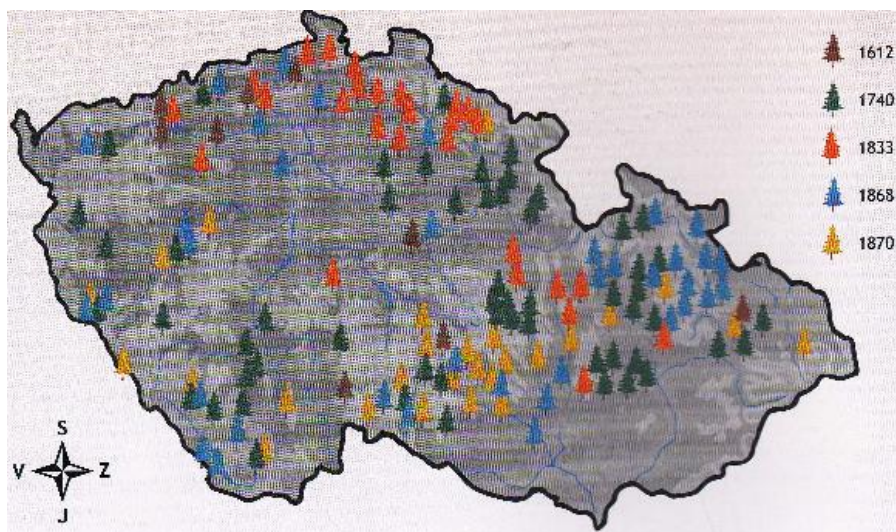
V roce 1995 došlo k vyhlášení bezzásahové oblasti o ploše 1325 ha. Množství zpracovaného dřeva i následné kalamity stoupaly od roku 1990 do roku 1996, kdy dosáhla maxima a to 187 200 m<sup>3</sup> dřeva. Od roku 1997 nastal pokles těžby. Rok 2003 byl díky teplému počasí a suchému období velmi příznivý pro rozvoj kůrovců. Jednalo se o nejteplejší léto v Evropě za posledních 500 let (Faccoli, 2007), a bylo zátěžovým faktorem pro mnoho lesů v Evropě. Vysoké teploty a suché počasí zvýšilo náchylnost smrků k zamoření různými škůdci včetně lýkožroutů.

Od doby vzniku Národního parku do roku 2003 bylo vytěženo 772 000 m<sup>3</sup> dřeva. Plochy mrtvého lesa a polomů tvoří souvislý pás o délce 10 km. Vzniklé holiny bylo nutné obnovit, jak již vyplývá z povinnosti lesního zákona, dalšími dřevinami zejména jeřábem, jedlím, javorem klenem, bukem (Zatloukal, 2004).

V noci z 18. na 19. ledna 2007 postihl šumavské lesy orkán Kyrill o rychlosti větru až 136 km/h. Katastrofální následky orkánu byly především v hřebenových partiích v zóně horských smrčín, kde byly vyvráceny bohužel i velmi geneticky cenné porosty smrků starších i 140 let. Nejvíce zasažené lokality byly dříve ovlivněny nahodilou těžbou. Roku 1995 došlo ke změně zonace a k fragmentaci porostů, stromy, jež rostly v zapojeném lese se díky těžbě ocitly v tzv. porostních stěnách. Tyto porosty nebyly schopné odolat takovému náporu větru, který se na otevřených prostorách zrychluje. Polomy v lesích byly odhadnuty na 6 – 7 milionů m<sup>3</sup>. Ničivost Kyrilla zvětšily kůrovcové holiny, kterým napomohla politika nezasahovat proti

kůrovci ze strany bavorských a části našich ochránců přírody v I. zónách Národního parku Šumava (Šantrůčková, 2010).

Obdobně rozsáhlé disturbance lze dokumentovat i historickými záznamy. Vichřice se přehnaly naším územím téměř každých sto let. Na základě údajů ze starých kronik se tak stalo v letech 1612, 1740, 1833 (obr. 2). Patrně nepřekonaný zůstanou rozsahem větrné kalamity z let 1740 a 1868. Vichřici z roku 1740, která narušila až třetinu lesů na našem území, můžeme nazvat vichřicí tisíciletí (Šantrůčková, 2010). Další série vichřic nastala v letech 1868 - 1870. Rozsah poškození lesů byl obrovský a nebylo možné zajistit veškeré zpracování polomů včas. Přemnoženému kůrovci pak neodolaly ani porosty v relativně dobrém zdravotním stavu. Tehdy byla škoda vyčíslena na 5 - 7 milionů m<sup>3</sup> dřeva (Skuhřavý, 2002).



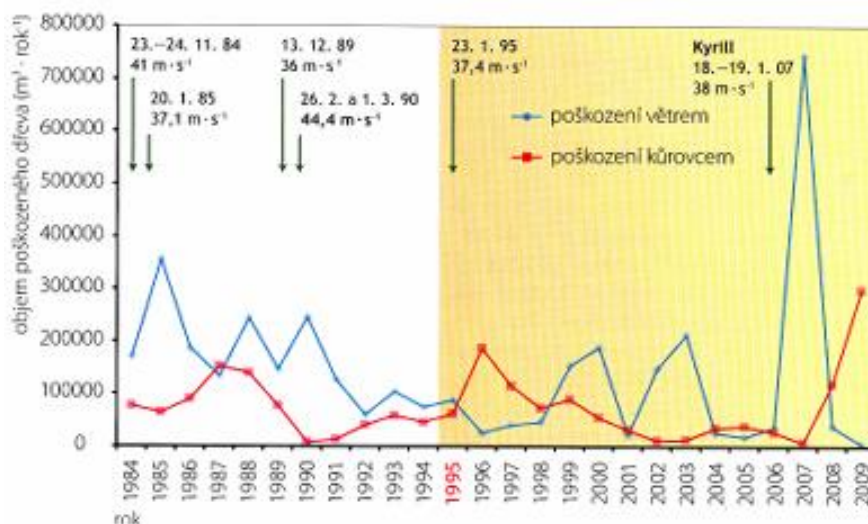
Obr. 2: Oblasti poškozených porostů následkem větru od 17. st.  
(Zdroj: Šantrůčková, Vrba a kol., 2010)

Obzvláště nebezpečné jsou větry se značnými výkyvy v rychlosti a směru. Škody na stromech vznikají při rychlosti větru nad 60 km/h. Dosahuje-li vítr rychlosti větší jak 105 km/h hovoříme o orkánu, který způsobuje katastrofální škody. Rozsah poškození porostů je ovlivněn několika faktory: roční dobou, počasím, stanovištěm, dřevinou, uspořádáním lesa a v neposlední řadě i způsobem hospodaření. Míra poškození je rovněž ovlivněna i zdravotním stavem porostů. Stromy postižené kořenovými hnilobami se snáze vyvracejí. Právě smrk, i když hospodářsky velmi cenná dřevina, která koření mělce a má vysoko nasazenou korunu, patří mezi nejohroženější a nejnáchylnější dřeviny k větrným disturbancím. Z listnatých stromů to jsou pak olše lepkavá, bříza, topol. Mezi nejodolnější stromy se řadí porosty silnější, nižšího vzrůstu a s hluboko nasazenou korunou (Forst, 1985).



Působení vichřic je ovlivněno tím, že Šumava je horským hřebenem, který se táhne od severozápadu k jihovýchodu. Převládající směry větrů jsou jihozápadní a umožňují tak šíření lýkožrouta smrkového do nitra Šumavy. Podle Šantrůčkové (2010) se za posledních 30 let vichřice prohnaly Šumavou více, než 20krát a nejméně pětkrát vítr přesáhl rychlost 126 km/h (obr. 3). Na základě záznamů z pylových profilů rašelin lze potvrdit pravidelnost disturbancí smrkových porostů. Z pylových analýz bylo zjištěno, že za posledních 3000 let, došlo na Šumavě k pravidelnému rozpadu smrkových porostů v periodě asi 180 let (Kindlmann a kol., 2012). Po vichřici zůstane v lese mnoho čerstvě odumřelého materiálu, čímž se obvykle nastartuje rychlé namnožení kůrovce. Šíření napomáhají i neustále se zvyšující teploty v důsledku globálního oteplování. Tyto podmínky tak nahrávají rozvoji kůrovců (Skuhravý, 2002). Lýkožrout smrkový je ekologicky vázán na výskyt smrku a spolu s jeho dominantními vlastnostmi rychle se šířit a množit v krátké době, dokáže rychle zvýšit svoji početnost. Rychlost rozšiřování se kůrovců může být zdvojnásobena oslabením smrkového porostu vlivem předchozího sucha či kyselými dešti.

Suché a odumřelé porosty mají rovněž v lesním ekosystému svůj význam. Dřevo a větve ponechané v porostu, rovněž i suché stojící kmeny, stíní a chrání rozvíjející se vegetaci. Plní funkci ochrannou pro nové semenáčky, které jsou v zápoji, a zároveň jim zajistí přísun světla pro jejich růst, pro řadu organismů, hlavně ptáků, jsou důležitým životním prostorem a zároveň rozkládající se materiál obohacuje půdu o živiny a organickou hmotu (Šantrůčková, 2010).



Obr. 3: Množství zničeného dřeva následkem větrných kalami v NPŠ. (Zdroj: Šantrůčková, Vrba a kol., 2010)

## 2.7 Základní principy obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému

Podle populační hustoty a poškození lesních porostů rozlišujeme:

- základní stav – je takový početní stav lýkožroutů, kdy objem kůrovcového dříví z předchozího roku v průměru nedosáhl  $1\text{m}^3$  na 5 ha smrkových porostů a nedošlo k vytváření ohnisek
- zvýšený stav – je takový stav, kdy objem kůrovcového dříví v průměru překročil  $1\text{m}^3$  na 5 ha smrkových porostů a došlo k vytvoření ohnisek, tento stav upozorňuje na možnost přemnožení
- kalamitní stav – je takový početní stav, který způsobuje rozsáhlá poškození porostů na stěnách (ČSN 48 – 1000).

V rámci ochrany lesa proti kůrovcům je třeba dodržovat určitá pravidla, metody a opatření na snížení jejich populační hustoty a gradace. Mezi účinná opatření patří včasné zpracování veškerého dříví vhodného pro jeho vývoj a namnožení. Veškerý materiál napadený kůrovcem je třeba odstranit včas. Jako účinná a obranná opatření k hubení lýkožroutů se využívají lapáky, lapače či otrávené lapáky (trojnožky). Poslední opatření spočívá ve zpracování či asanaci do 31. 5. u veškerých polomů, vývratů a dřeva atraktivního pro rozvoj kůrovců vzniklých do 31. 3. (Zahradník, 2007).

Rozlišujeme asanaci mechanickou a chemickou. Mechanická asanace se provádí odkorněním (hroubí), štěpkováním, drcením nebo spálením (nehroubí). Čím menší štěpku dokážeme získat, tím lépe.

- Mechanická asanace by se měla provádět jen do stádia larvy, jestliže se objevují v požercích kukly nebo žlutí až hnědí brouci, je víceméně zbytečná. K zahubení dojde v případě přímého poškození brouků. Asanace se provádí se buď ručně nebo strojově, sloupáním nebo rozdrcením kůry. Účinnost mechanické asanace se zvýší, jestliže sloupanou kůru ihned spálíme a jestliže je loupání provedeno za chladného počasí, aby brouci neodlétali nebo neodlézali.
- V rámci chemické asanace je dovoleno používat pouze schválené přípravky uvedené v „Seznamu povolených přípravků na ochranu lesa“ zpracovávaném Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti. Je nutné dbát na kvalitu provedené práce, zejména na celopovrchové ošetření dřeva tzn. i na spodní straně.

S asanací insekticidy je nutné začít včas, nejlépe od počátku náletu, aby se zabránilo sesterskému pokolení kůrovců, a ukončit ji tehdy, kdy se v požerku vyskytují kukly nebo žlutí

brouci nové generace. Při správném provedení asanace se všichni brouci kontaminují pohybem po otrávené kůře a hynou (Zahradník, 2004).

Základem úspěšné prevence je zvyšování ekologické stability lesních porostů, především vhodnou dřevinnou skladbou, zvyšování biologické diverzity lesních porostů. Celý rok se musí důsledně vyhledávat, vyznačovat a hlavně včas zpracovávat kůrovcové stromy a ostatní kůrovcové dříví, odstraňovat veškerý materiál vhodný k namnožení lýkožrouta kam patří vytěžené dříví, těžební odpad, polomy, oslabené stromy, a to před začátkem jeho rojení. Dříví, které není možné včas vyvézt z lesa a které je pro kůrovce atraktivní, je možné využít jako lapáky (Zahradník, 2004). Po rozsáhlých větrných kalamitách je výhodnější začít zpracovávat roztroušené jednotlivé polomy a postupovat směrem k větším celkům. Slabší materiál se může spalovat, štěpkovat či drtit, jedině tak část biomasy zůstává v lese. V případě, že je štěrka větších rozměrů a ke štěpkování dojde v období, kdy jsou pod kůrou kukly, může dojít k dokončení vývoje a následnému vylétnutí některých jedinců. Stejně jako všechny ostatní asanační postupy je třeba štěpkování provádět včas (Zahradník, 2007).

## 2.8 Ochranné metody

Z hlediska využívaných prostředků rozlišujeme metody biotechnické, mechanické, biologické a chemické. Předpokladem úspěšné obrany je prevence a správné rozpoznání škůdce (Zahradník, 2004). Biotechnické metody zahrnují taková pěstební opatření vedoucí k zakládání zdravých porostů. Lze sem zařadit pěstování listnatých lesů na místo dnešních smrkových monokultur, pěstování zpevňujících dřevin, odstraňování poškozených a napadených stromů škůdci.

V rámci mechanické obrany se zamezuje přístup škůdců ke dřevině. Nejčastěji se přímo likviduje škůdce mechanickými prostředky. Patří sem například oplocenky proti zvěři, lepové pásy, které jsou ale velmi nákladné a pracné, lapací pasti využívané pro kontrolu klikoroha borového (*Hylobius abietis*), sběr dospělců, lapáky na kůrovce.

Biologické metody se jeví jako nejšetrnější forma obrany proti škůdcům. Tyto metody spočívají ve využívání a podpoře přirozených organismů k potlačení a snížení populace škodlivých druhů hmyzu. Jedná se o podporu užitečného a dravého ptactva, predátorů, parazitoidů, využití entomofágního hmyzu.

Chemické metody volíme jen v nejnútnejších případech. Pokud je jejich použití nezbytné, tak bychom měli volit takové prostředky, které by co nejméně narušily životní prostředí a které by se nedotkly necílových organismů. Zároveň bychom měli přihlížet

k volbě vhodného přípravku a jeho dávkování, aplikovat jej v nevhodnější době a dodržovat všechny zásady pro jeho použití (Forst, 1985).

### 2.8.1 Pochůzková metoda

- Při základním neboli latentním stavu se výskyt lýkožroutů kontroluje při pochůzkách, doplňkově také pomocí lapáků a monitoračních feromonových lapačů. Současně musí být důsledně vyhledáváno a včas zpracováno kůrovcové dříví a průběžně odstraňováno pro kůrovce atraktivní dříví.
- Při zvýšeném stavu zůstává povinnost důsledně vyhledávat a včas asanovat kůrovcové dříví a průběžně odstraňovat dříví atraktivní a výskyt se kontroluje pomocí lapáků nebo feromonových lapačů, u lýkožrouta smrkového ve všech porostech starších 60 let se zastoupením smrku nejméně 20 %, u lýkožrouta severského a menšího v porostech starších 40 let, u lýkožrouta lesklého především v porostech ve stáří 20 - 40 let.

Lapáky a feromonové lapače se v porostech instalují na nejohroženější místa, a to alespoň 1 lapák nebo lapač na 5 ha.

- Při kalamitním stavu se přistupuje k přímé obraně na všech ohrožených místech. Počet odchyťových zařízení pro jarní rojení se stanoví podle kalamitního základu, který se rovná 1/8 včas zpracovaných stromů napadených lýkožrouty. K tomuto množství se přidává 1-2 odchyťové zařízení na každý částečně nebo zcela lýkožrouty opuštěný strom. Počet odchyťových zařízení pro letní rojení vychází ze stupně odchyty. Při slabém stupni se odchyťová zařízení přemístí na vhodnější lokalitu, kde mohou být více nápomocná, při středním zůstávají ve stejném počtu, při silném se přiměřeně zvyšují. I k tomuto určenému množství se přidává 1 odchyťové zařízení na každý částečně nebo zcela lýkožroutem opuštěný strom (Zahradník, 2004).

### 2.8.2 Metoda lapáků

Lapáková metoda je jednou z nejstarších a nejpoužívanější kontrolní a ochrannou metodou. Lapáky jsou vlastně zdravé pokácené ležící stromy, pokud možno se šupinatou kůrou, jejichž větve se odsekají a přikryjí se jimi. To z toho důvodu, aby nedocházelo k příliš rychlému vysychání a aby zůstal atraktivní co nejdéle dobu. Lapáky, umístěné do smrkových porostů starších 60 let, se nenechávají ležet přímo na zemi, ale podkládají se, čímž se zvyšuje plocha pro nálet lýkožroutů (Zumr, 1985). Pokácené a větví zbavené stromy mají rozdílnou kapacitu náletu lýkožrouta smrkového než stromy, které jsou s půdním prostředím spojené kořeny

(Hedgren, 2004). Při asanaci je pak nutné lapák otočit, aby byla ošetřena i spodní plocha. Lapáky I. série jsou určeny na odchyt brouků z jarního rojení. Umísťují se na okraje porostů, dvě třetiny na výsluní a jedna třetina do polostínu. Na každou vylétnutou kůrovcovou souš se připraví 1 lapák a na každých 10 m<sup>3</sup> včas zpracované hmoty se připraví 1 – 2 lapáky. Nejvhodnější z hlediska atraktivity se jeví série lapáků položených od poloviny února do začátku března (Zahradník, 2007). Podle Zumra (1985) ve zvláště ohrožených oblastech se instalují lapáky již na přelomu podzimu a zimy. Lapáky II. série se instalují zhruba týden před začátkem letního rojení. Umísťují se zpravidla do polostínu a jejich počet se určuje ze stupně předchozího napadení lapáků I. série. V posledních dvou dekádách se dle potřeby připravuje i větší množství sérií lapáků.

Lapáky se kontrolují pravidelně od počátku rojení v intervalu 7 – 10 dní a zaznamenáváme počet závrtů na jednotku plochy až do doby jejich asanace (Křístek a kol., 2002). Jestliže brouka nenajdeme po odloupení kůry v místě, kde zelené větve přecházejí ve větve suché, nebývá lapák nalétnut vůbec. Stupeň napadení se hodnotí v nejvíce napadené části kmene a vyjadřuje se počtem závrtů na ploše 1 dm<sup>2</sup>. V případě slabého náletu je na ploše méně než 0,5 závrtu na 1 dm<sup>2</sup>. Jedná-li se o 0,5 – 1 závrt na téže ploše pak se jedná o střední intenzitu náletu, a je-li zde více než 1 závrt na dm<sup>2</sup> považujeme nálet za silný (ČSN 48 - 1000). V závislosti na vývoji lýkožrouta, na nadmořské výšce, počasí jsou nainstalovány lapáky III. série.

Mezi přímé výhody a nevýhody instalace lapáků patří:

- +jednoduché kontroly
- +vysoká účinnost
- +vysoká spolehlivost
- +nepotřebují prostory pro zimní skladování
- omezená kapacita lapáku
- při pozdní asanaci nebezpečí výletu brouků
- pracná příprava

### **2.8.3 Otrávený lapák**

Jako další opatření k hubení lýkožroutů je možné využít otrávené lapáky, jimiž se rozumí nejčastěji polena čerstvě pokáceného a odvětveného smrku s neporušenou kůrou sestavená do tvaru trojnožek. Může se ale jednat i o dvojici polen, pyramidu či čtyřnožky. Jednotlivá polena jsou ošetřena vhodným insekticidem a uprostřed je zavěšený feromonový odparník. Na otrávených lapácích po každých 8 - 10 týdnech obnovujeme feromonové návnady a nástřik

insekticidu. Pokud objevíme symptomy poškození, závrtů brouků pod kůrou otráveného lapáku, lze předpokládat, že byl postřík neúčinný a je nutné aplikaci insekticidu zopakovat (Zahradník, 2007). Při vysokých teplotách nad 30°C je podle Jeniše (2007) důležité počítat se zkrácením doby účinnosti insekticidu až o polovinu oproti době stanovené podle výrobce. Vhodným insekticidním prostředkem je Vaztak 10 EC (BASF s.r.o.) s účinnou látkou alphacypermethrin 100g/l s širokým spektrem účinnosti a s hlavním toxickým účinkem na centrální nervovou soustavu. Insekticid se využívá k hubení škodlivého hmyzu jak v lesním hospodářství, tak i v polních kulturách. Je účinný na podkorní hmyz (lýkožrout smrkový a ostatní kůrovci vázaní na smrk, modřín, listnaté dřeviny), kortikorní hmyz (klikoroh borový) a dřevokazný hmyz (dřevokaz čárkovaný). Postřík se provádí na nenapadené zdravé kmeny z důvodu lepší kontroly účinnosti postříku.

Bezpečnostní vzdálenost feromonové návnady na otráveném lapáku by neměla klesnout od nejbližší rostoucího smrku pod 6 m a zároveň překročit 25 m. Je vhodné je používat na nepřístupných lokalitách, tam kde by nebylo možné pravidelného kontrolování. Účinnost se kontroluje podkládáním plachet (pro snazší sčítání), kde se zjišťuje počet uhynulých imag kůrovců. Současně se kontroluje, zda nedochází k vývoji škůdců pod kůrou otráveného lapáku. Feromonová návnada ani otrávený lapák nesmí být překryty buření. Pro stanovení počtu otrávených lapáků platí obdobné zásady jako v případě použití feromonových lapačů (Zahradník, 2004).

Tato metoda se jeví z ekologického hlediska jako méně vhodná, neboť při ní dochází k usmrcení některých predátorů a dalších necílových organismů. Abychom omezili negativní vliv trojnožek na výskyt pestrokrovečnicka (*Thanasimus formicarius*), důležitého predátora kůrovců, je dobré instalaci od počátku letové aktivity kůrovce až o dva týdny posunout, protože v tomto termínu je úhyn pestrokrovečníků nejvyšší (Bakke and Kvamme, 1981).

Při srovnání jednoho otráveného lapáku s klasickým položeným lapákem (1,0 m<sup>3</sup>), které se instalují v porostech většinou třikrát, vyplývá i ušetření dřevní hmoty ve prospěch trojnožky (0,1 m<sup>3</sup>) (Jeniš, 2007).

Výhody a nevýhody otráveného lapáku

- +neomezená kapacita odchyty
- +vysoká účinnost
- +trvalé intenzivní působení feromonového odparníku
- hubení necílových organismů
- ztráta brouků větrem
- vyšší náklady ve srovnání s lapáky

-složitá příprava

-složitě vyhodnocení účinnosti

#### **2.8.4 Metoda feromonových lapačů**

Feromonové lapače jsou zařízení různého typu (bariérové, štěrbinové, trubicové) sloužící ke kontrole a odchytu daných druhů kůrovců zejména lýkožroutů smrkových, kteří jsou do nich lákáni pomocí feromonové návnady, ze které se do ovzduší uvolňuje agregační feromon. Feromonové návnady nejsou po celou dobu odchytu stejně účinné a je proto nutná jejich výměna před začátkem druhého rojení (Knížek, 2004).

Odchyt jedinců do těchto pastí se vyhodnocuje následovně. Jestliže počet odchycených dospělců nepřekročí 1 000, tak se jedná o slabý stupeň odchytu a další opatření se neprovádějí a lapače je možné přemístit na jinou vhodnější lokalitu. Střední stupeň odchytu se vyznačuje rozmezím od 1 000 – 4 000 jedinců, přičemž počet lapačů se ponechává stejný. Při vyšším stupni odchytu se počet lapačů zvyšuje přiměřeně. Pro umístění lapačů platí také konkrétní pravidla, která je nutné dodržovat, neboť při nesprávném zacházení a umístění pastí s feromonovými návnadami, nalétá kůrovec na okolní stromy.

Umísťují se hlavně na holiny ve vzdálenosti 10 - 25 m od porostních stěn, přičemž minimální vzdálenost lapačů mezi sebou by neměla být větší než 20 m. V případě rozmísťování lapačů ve skupinách by vzdálenost měla být menší než 6 m. Lapače by měly být postaveny na pevném stabilním místě, aby nedošlo k jejich vyvrácení při silném větru. Umísťují se na nejohroženější místa a to nejpozději 14 dnů před předpokládaným rojením. Po celou dobu odchytu nesmějí být zakryty buřeni. Lapače je nutné pravidelně kontrolovat a to každých 7 dní, poté se brouci odeberou, přepočítají a následně zahubí například spálením nebo spařením horkou vodou (Forst, 1985). K vyhodnocení odchycených jedinců lze využít kalibrační metodu, ve které platí vztah 1 ml = 35 brouků. Současně s vyhodnocením lapačů je nutné kontrolovat i nálet na okolní stromy. Do tabulky je nutné zaznamenat číslo daného lapače, místo instalace, datum vyvěšení feromonové návnady, datum kontrolních dní, počet imag (Knížek, 2004).

Mezi výhody použití lapačů patří vysoká účinnost, dokáží pojmout velké množství brouků, poskytují informace o populační hustotě a zároveň z ekologického hlediska nemusíme kácet zdravé stromy. Jako protipól zde stojí jejich častá poruchovost, snadno může dojít k jejich vyvrácení (silným větrem, zvěří), vyšší vstupní náklady, musí být pravidelně kontrolovány za účelem vyprázdnění sběrných nádob, což vyžaduje vyšší časovou náročnost a musí existovat prostor pro jejich zimní uskladnění (Zahradník, 2004).

## 2.9 Porovnání účinnosti lapáků, otrávených lapáků versus lapačů

V rámci ochrany lesa proti hmyzím škůdcům se využívá celá řada nejrůznějších zařízení a technologií spočívající v jasném cíli, snížit populační hustotu těchto nežádoucích organismů. Z literárních pramenů i zahraničních výzkumů vyplývá, že jednotlivé typy odchyťových zařízení jsou vesměs srovnatelné (Raty et al., 1995). Dle Zahradníka (2007), Jeniše (2006) jsou lapáky a lapače zhruba stejně účinné. V severovýchodní Itálii v roce 2005 nedošlo víceméně k žádným statistickým rozdílům mezi lapači, lapáky a otrávenými lapáky. Je zajímavé zmínit, že lapače chytaly se stejnou účinností jako lapáky, ačkoliv to může být vysvětleno malou velikostí lapáků (1,5 m dlouhé) (Faccoli, 2007). Ve prospěch lapačů však svědčí jejich ekologická bezpečnost z důvodu absence insekticidů (Raty et al., 1995).

Jednou z hlavních nevýhod lapáků je jejich omezená lapací schopnost, proto při plném nalétnutí je nutné přikácet další stromy. U lapačů postačí jejich pravidelný výběr. U obou zařízení je nutno dbát na dodržování bezpečnostní vzdálenosti. Nejlepší variantou obrany proti kůrovci je využití obou typů odchyťových zařízení zejména vzhledem k účinnosti na různé druhy kůrovců. U otrávených lapáků je jejich lapací schopnost prakticky neomezená (Zahradník, 2007). Otrávené lapáky jsou jednoduché a poměrně nenákladné k založení jestliže je chemická ochrana správně aplikována. Navíc jakmile jsou ochráněné a vybavené feromonovým odparníkem, vyžadují méně údržby nežli lapače, které musí být pravidelně vyprazdňovány, aby se zabránilo zápachu z mrtvých jedinců, jež by snižoval jejich atraktivitu pro naletující lýkožrouty (Raty et al., 1995).

U lapáků je rovněž zásadní otázka načasování přípravy. Zahradník (2007) uvádí jako nejvhodnější dobu pro kladení lapáků v průběhu zimního období, nejpozději však v březnu. Se stejným názorem přišel i Kozák (2006), který ve svém výzkumu uvedl za nejlepší dobu instalace lapáků 9 týdnů před předpokládaným jarním rojením. Dle Kozáka (2008) byly pro lýkožrouty atraktivnější lapáky půlené. Lapáky, které byly přikryté větvemi, byly více nalétnuté než část, kde větve chyběly, která byla prakticky bez závrťů.

Zdá se, že látky vylučované hostitelskou dřevinou zlepšují atraktivitu feromonu pro kůrovce (Raty et al., 1985). S názorem, že kůrovcovití brouci jsou přitahováni k náchylným stromům těkavými látkami uvolňujícími se ze stromů, souhlasí i Wermelinger (2004). Abgrall (1987) upozornil, že to může být jedním z důvodů, proč by lapáky mohly být pro odchyt kůrovce více efektivní než lapače. Navíc Abgrall (1987) upozornil na hypotézu, že velikost stromu může hrát roli v určení množství hostitelské sloučeniny vypouštěné v jeho okolí. Tudíž čím je kmen kratší, tím menší je množství vypouštěných hostitelských esencí, čímž se



lapáky stávají z hlediska efektivity bližší lapačům, kde je feromon jediným aktivním lákadlem (Faccoli, 2007). Roli v efektivnosti odchyty jednotlivých lapacích zařízení může hrát i větší plocha odchyty u lapáků než u lapačů, jejichž povrch nebyl pro optimální odchyťovou účinnost dostatečný (Vaupel and Dubbel, 1985). V Belgii odchyťily lapáky ošetřené insekticidy až 30 x více brouků než feromonové lapače typu Theyson (Wermelinger, 2004). Počet kůrovců odchyťených do feromonových lapačů velmi záleží na environmentálních a lokálních podmínkách jako je teplota, expozice vůči slunci a na konkurenci z nedalekých pozůstatků dříví jako kletí, kmenů, polomů a náchylných stromů. Lobinger and Skatulla (1996) zaznamenal 4x větší odchyť lýkožroutů ve feromonových lapačích orientovaných jižním směrem.

Silná přitažlivost feromonů a okamžitá smrt brouků díky insekticidu se zdají být hlavním faktorem ovlivňujícím efektivitu odchyťového zařízení (Faccoli, 2007). V praxi se však účinnost kontrolních opatření může významně lišit. Je třeba brát v potaz, že celkový počet odchyťených brouků není jedinou charakteristikou, která z něj činí efektivní nástroj pro kontrolu škůdců. Často jsou mnohem důležitější preventivní opatření.

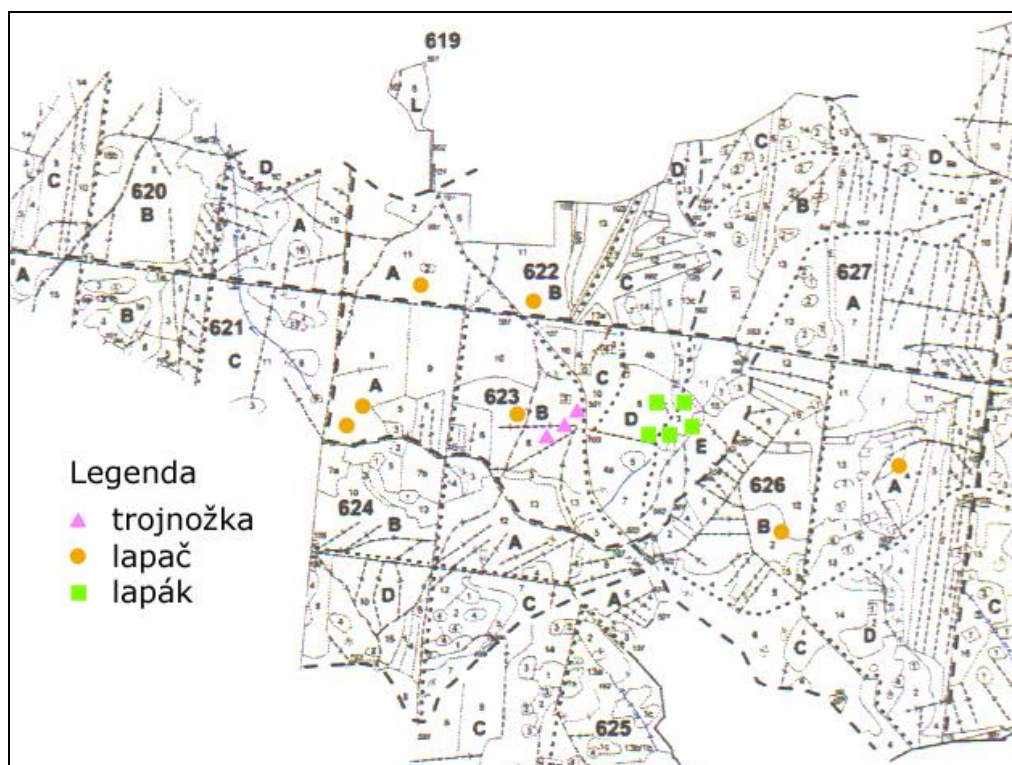
### **3. METODIKA**

#### **3.1 Popis zájmové oblasti**

Lokalita byla vybrána ve spolupráci s Lesním závodem Boubín a nachází se zhruba 1 km jihozápadně od horské osady Zadov v nadmořské výšce 1000 m. n. m. (49°3' N, 13°37' E) (obr. 4). Svah byl orientován jižním směrem, průměrné stáří lesního porostu se odhaduje na 80 let se stupněm zakmenění 8. Terénní výzkum probíhal v týdenních intervalech od 22. 5. - 22. 8. 2012. Výskyt kůrovců se zjišťoval prostřednictvím třech základních odchyťových zařízení. Na lokalitě bylo rozmístěno v souladu s ČSN 48 - 1000 pět lapáků, sedm feromonových lapačů a tři otrávené lapáky – trojnožky (obr. 5).



Obr. 4: Zájmová lokalita.  
(Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))



Obr. 5: Porostní mapa zájmového území. Umístění jednotlivých obranných opatření je na mapě vyznačeno barevně.

### 3.2 Stanovení počtu lýkožroutů smrkových na otrávených trojnožkách

Otrávené lapáky byly využívány ve formě trojnožek. Jednalo se o trojici polen dlouhých zhruba 1,5 m a o průměru 15 cm, pevně spojených v horní části. Jednotlivá polena byla ošetřena insekticidem Vaztak 10 EC (BASF s.r.o.), patřícím do skupiny syntetických pyrethroidů a působícím jako kontaktní a požerový jed a uprostřed byl zavěšen feromonový odparník FeSex Typo (Karel Ubik – U-Spektrum), působící jako agregační feromon k lákání obou pohlaví lýkožrouta smrkového. Za celou dobu sledování byl insekticidní postřik trojnožek 3x obnovován. Výměna a použití odparníků na trojnožkách i feromonových lapačích probíhaly dle instrukce výrobce.

Feromonový odparník FeSex Typo obsahuje účinné látky cis-verbenol a ipsdienol. Ty pronikají stěnou fólie odparníku ihned po vyjmutí z ochranného obalu. Garantovaná délka účinnosti je minimálně 10 týdnů, po uplynutí této doby byly odparníky nahrazeny novými. Při zavěšování fer. odparníku byla zohledněna i skutečnost, že nemá být přímo vystaven slunečnímu záření. Vzdálenost všech tří trojnožek byla v souladu s normou ČSN 48 – 1000.

Pro snazší sčítání brouků byly trojnožky podloženy bílou plachtou o rozměrech 2 x 2 m. Dosažené součty uhynulých imag kůrovců (obr. 6) byly vždy v týdenních intervalech zaevidovány a zároveň byla věnována pozornost i zahubeným necílovým organismům.



Obr. 6: Uhynulá imaga lýkožrouta smrkového.



ml obsahuje 35 brouků. Ze získaných údajů bylo vypočteno průměrné množství odchycených brouků včetně směrodatné odchylky, byl zjištěn stupeň odchytu lýkožroutů a následně vytvořen spojnicový graf v programu Microsoft Excel.



Obr. 9: feromonový lapač typu Theysohn.  
(Zdroj: <http://vysocina.lesnictvi.cz/materialy/lykozrout.htm>)

### 3.5 Statistické zpracování výsledků

K hodnocení účinnosti jednotlivých typů obranných opatření i k hodnocení hustoty napadení byla použita jednocestná analýza variance (ANOVA), jejíž předpoklady byly otestovány Levenovým testem. Případný vliv jednotlivých stupňů faktoru byl hodnocen Tukeyho post-hoc testem. Získaná data byla hodnocena programem Statistica 10.0 (Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA).

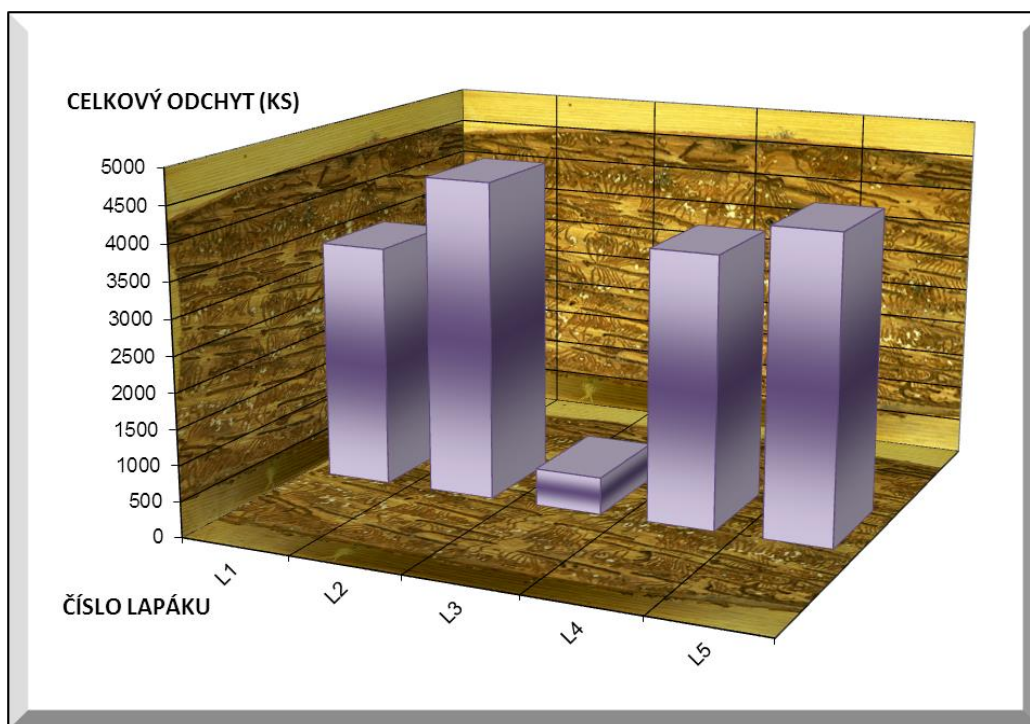
## 4. VÝSLEDKY

### 4.1 Odchyt lýkožroutů v lapácích

Z následující tabulky 1 vyplývá, že jeden lapák v průměru odchytil 3 307 brouků. Interval v počtu lýkožroutů mezi jednotlivými lapáky se pohyboval v rozmezí 527 – 4 256. Největší množství jedinců odchytil lapák č. 5 – 4 256 umístěný na výsluní. A nejmenší počet brouků byl zaznamenán v lapáku č. 3 – 527. Celkový počet odchycených brouků ve všech lapácích činil 16 534. V nejvíce napadené části kmene byl vyhodnocen stupeň napadení, který odpovídal střední intenzitě náletu, tj. počet závrťů na plochu 1 dm<sup>2</sup> byl mezi 0,5 – 1. Grafické znázornění odchytu lýkožroutů je vidět na obrázku 10.

Tab. 1: Tabulka zobrazuje získaná data z pěti položených lapáků.

Číslo lapáku	Počet larev	Obvod kmene[cm]	Počet závrťů	Výška stromu[m]	Průměrný počet brouků/dm <sup>2</sup>	Celkový počet odchycených brouků
<b>L1</b>				23	2,49	<b>3 435</b>
spodek	318	90	83			
střed	137	60	49			
vršek	67	40	14			
<b>L2</b>				24	2,82	<b>4 508</b>
spodek	220	80	75			
střed	142	65	17			
vršek	159	45	22			
<b>L3</b>				22	0,42	<b>527</b>
spodek	98	80	43			
střed	2	57	1			
vršek	0	38	0			
<b>L4</b>				28	1,70	<b>3 808</b>
spodek	227	100	70			
střed	78	80	35			
vršek	108	58	30			
<b>L5</b>				27	1,97	<b>4 256</b>
spodek	194	105	65			
střed	137	80	45			
vršek	96	40	20			



Obr.10: Stanovení odchytu lýkožroutů smrkových do jednotlivých lapáků.

#### 4.2 Odchyt lýkožroutů na trojnožkách

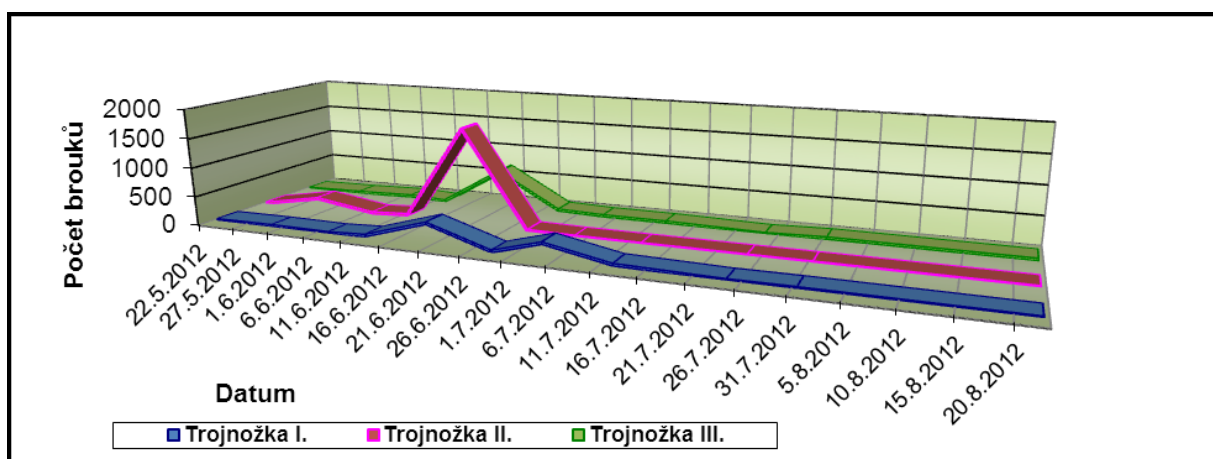
Tabulka 2 zobrazuje celkové počty zachycených lýkožroutů smrkových pod jednotlivými otrávenými trojnožkami podložených bílou plachtou v průběhu sledovaného období.

Tab. 2: Počty uhynulých lýkožroutů na otrávených trojnožkách

Datum	Trojnožka I. počet brouků	Trojnožka II. počet brouků	Trojnožka III. počet brouků
22. 5. 2012	9	7	3
30. 5. 2012	17	194	19
7. 6. 2012	9	35	49
12. 6. 2012	38	71	17
20. 6. 2012	361	1669	667
28. 6. 2012	19	17	58
4. 7. 2012	247	4	33
12. 7. 2012	35	0	32
24. 7. 2012	2	0	2
31. 7. 2012	7	0	32
22. 8. 2012	0	0	25
<b>Počet brouků celkem</b>	<b>744</b>	<b>1997</b>	<b>937</b>



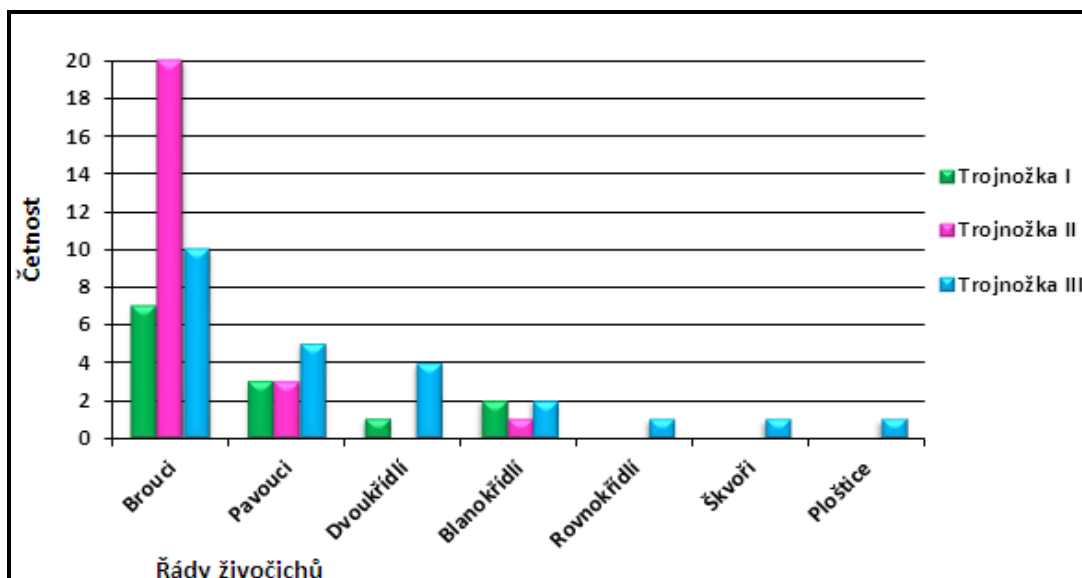
Z následujícího grafu na obrázku 11 vyplývá, že největší množství brouků za celou vegetační dobu odchytila trojnožka č. 2 a to necelých 2 000. Všechny tři trojnožky po celou dobu sledování odchytily celkem 3 678 brouků. Nejvíce jedinců jsme zaznamenali 20.6, kdy v zájmové lokalitě bylo na všech třech trojnožkách napočítáno celkem 2 697 brouků, z toho druhá trojnožka odchytila 1 669 jedinců. Poté už počet lýkožroutů mírně klesal. Z toho lze vyvodit, že nejvíce rojících se kůrovců se v lokalitě s umístěnými obrannými zařízeními pohybovalo ve druhé polovině června.



Obr.11: Odchyt lýkožroutů smrkových do otrávených trojnožek.

#### 4.3 Zastoupení necílových organismů odchycených otrávenými trojnožkami

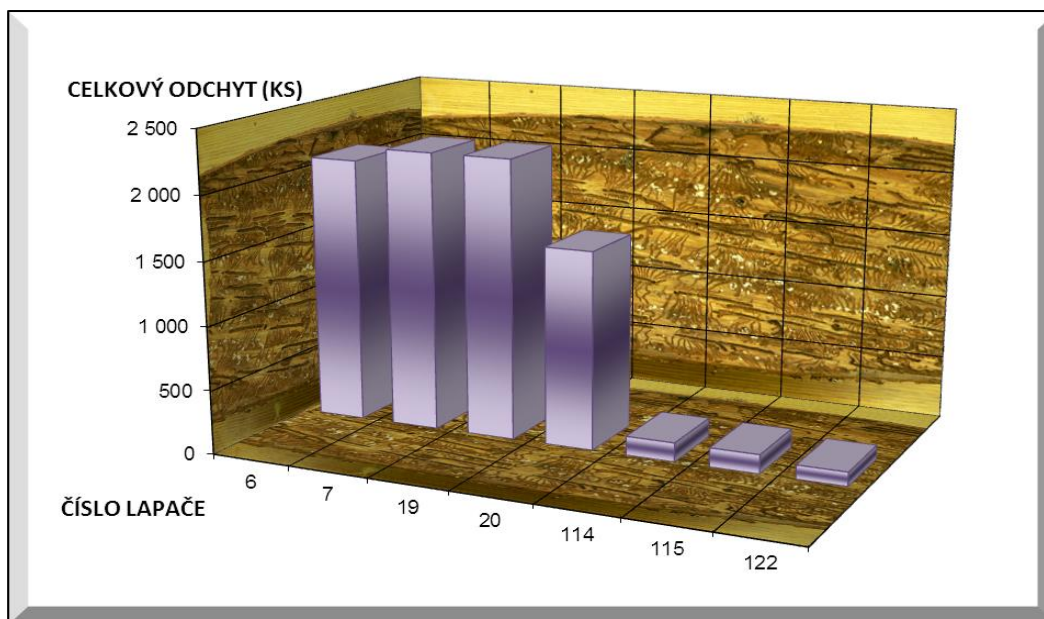
Největší četnost z necílových organismů zde představoval rod pestrokrovečník, který byl zaznamenán celkem 12x. Hned další v pořadí se s druhou největší četností objevovali zástupci řádu pavouků, poté klikoroh, tesařík, moucha, kovařík, lumčík a zbylé organismy byly již v zanedbatelném počtu. Záznam odchycených jedinců je znázorněn na obrázku 12. Za celou dobu terénního průzkumu trojnožky odchytily 61 necílových organismů. Detailní průběh odchycených organismů za celou vegetační sezónu je uveden v příloze. Tyto otrávené trojnožky dokáží zachytit obrovské množství lýkožroutů, a proto je tento malý počet necílových organismů téměř zanedbatelný.



Obr.12: Četnost výskytu necílových organismů zachycených otrávenými trojnožkami. Nejvíce jedinců odchytila druhá trojnožka, kde převažoval řád brouků s konkrétním zastoupením pestrokrovečníka mravenčího.

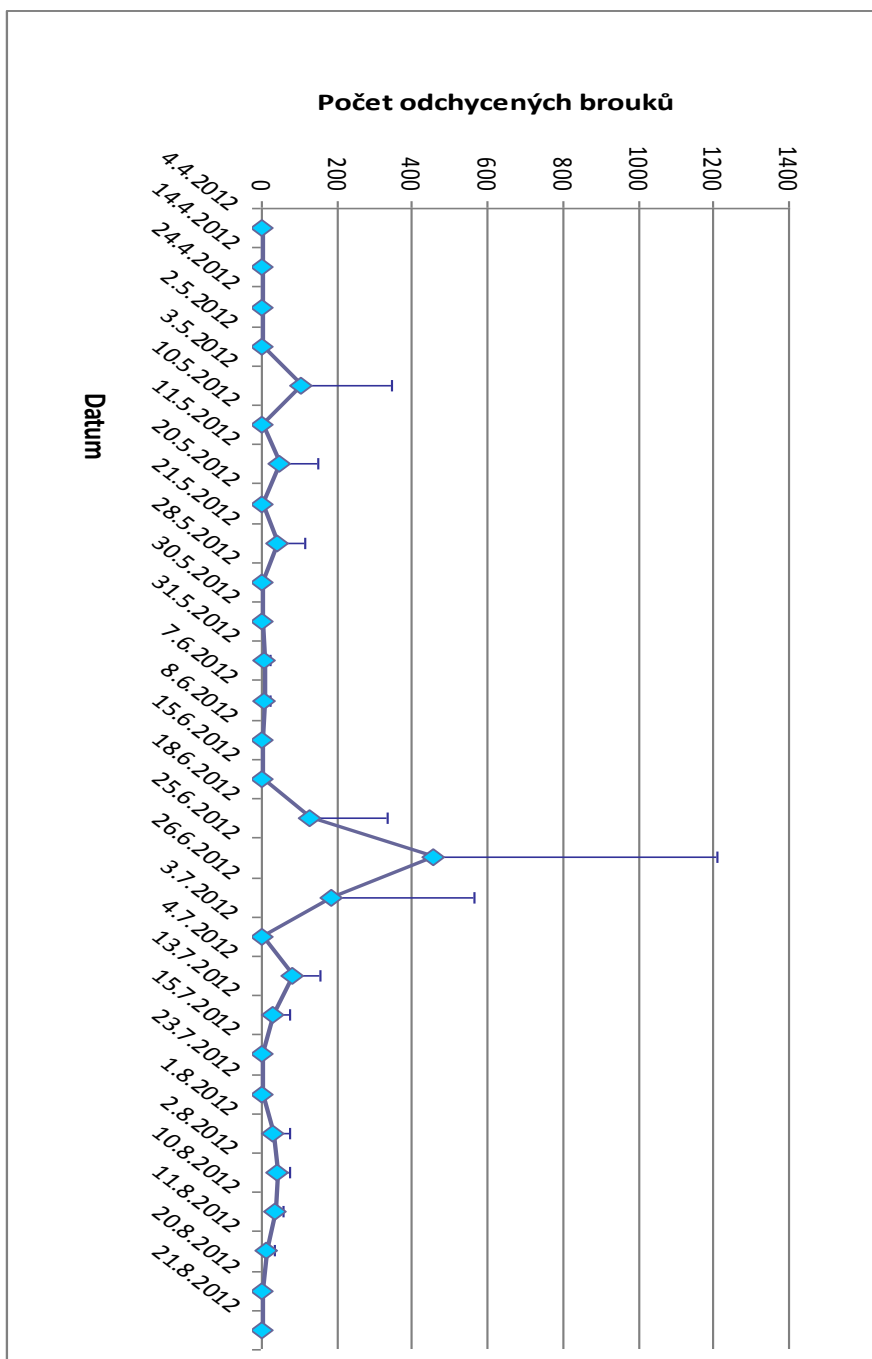
#### 4.4 Odchyty lýkožroutů v lapačích

Z následujícího grafu znázorněného na obrázku 13 vidíme, že největší množství jedinců odchytily lapače č. 7 a 19, a to 2 210 brouků. O sto brouků méně zaznamenal lapač s číslem 6. Všech 7 lapačů odchytilo v průběhu vegetační sezóny celkem 8 490 brouků. Poslední tři lapače zachytily jedinců o mnohonásobně méně.



Obr.13: Stanovení odchyty lýkožroutů smrkových do jednotlivých feromonových lapačů.

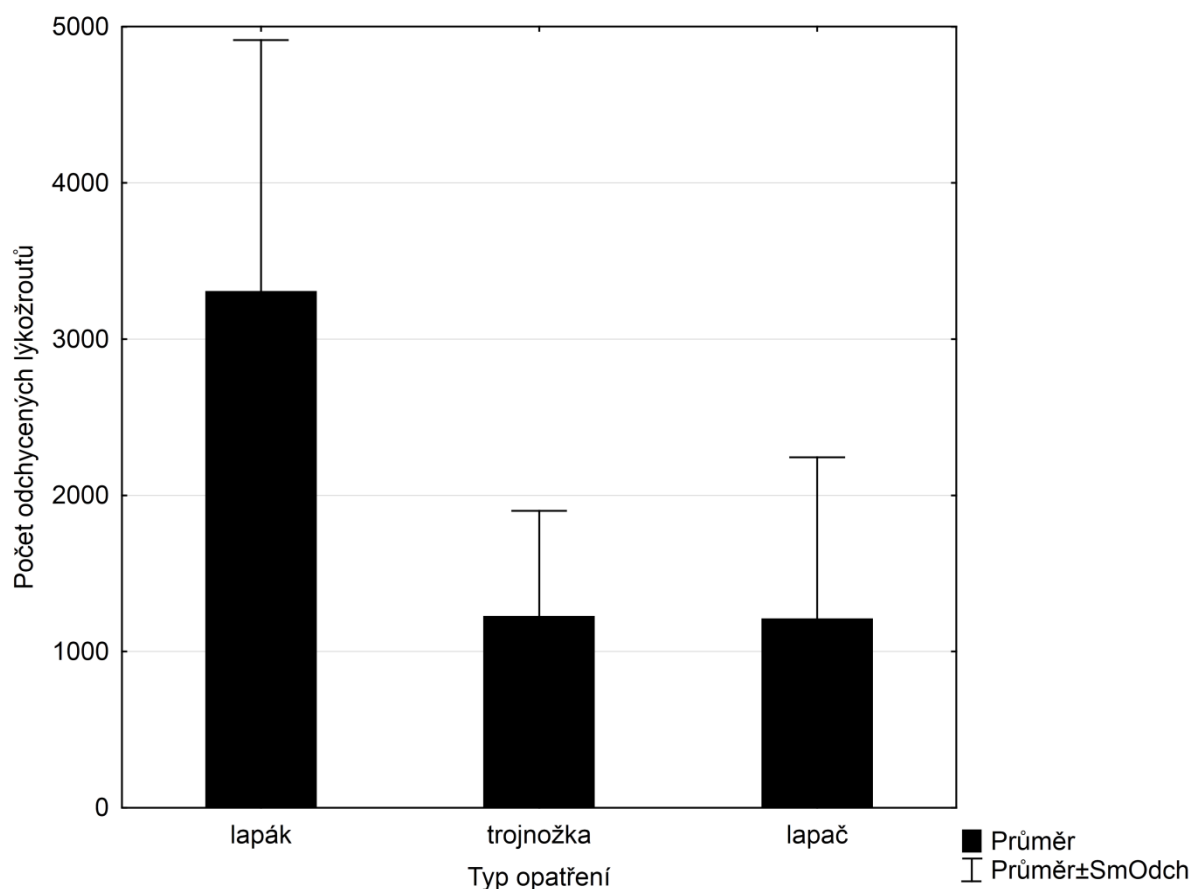
Nejvíce lýkožroutů naletovalo do lapačů v období kolem 20.6. Každý lapač chytil v průměru 457 brouků. Na základě směrodatné odchylky lze podotknout, že některé lapače odchytily velké množství jedinců a naopak jiné lapače nezaznamenaly žádný nálet, jak je vidět z obrázku 14.



Obr. 14: Průměrný počet odchycených lýkožroutů smrkových feromonovými lapači typu Theysohn v průběhu sledovaného období (průměr ze sedmi lapačů  $\pm$  SD) v zájmové lokalitě Zdíkov v nadmořské výšce 1000 m.n.m.

#### 4.5 Statistické zhodnocení účinnosti jednotlivých obranných opatření

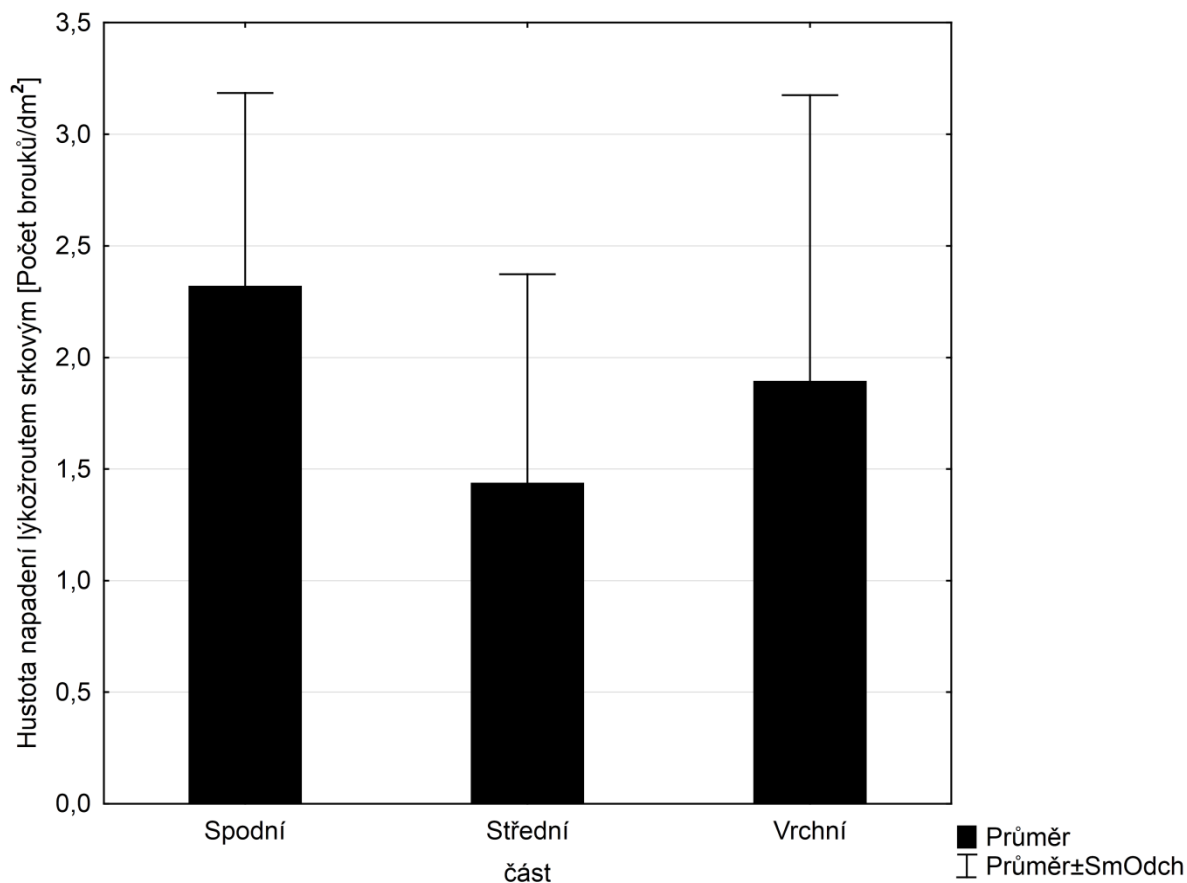
Počty odchycených lýkožroutů lapáky, otrávenými trojnožkami a feromonovými lapači jsou zobrazeny na obr. 15. Byl prokázán rozdíl v efektivitě jednotlivých typů obranných opatření (ANOVA;  $F(2,12)=4,96$ ;  $p=0,027$ ). Post-hoc Tukeyho test odhalil statisticky významný rozdíl mezi účinností lapáku a lapače ( $p=0,045$ ). Předpoklady použití testu ANOVA byly splněny (Levenův test homogenity variance  $F(2,12)=0,86$ ;  $p=0,45$ ).



Obr. 15: Počty odchycených lýkožroutů smrkových jednotlivými typy obranných opatření v období od 22.5. do 22.8.2012. Bylo použito 5 lapáků, 3 otrávené trojnožky a 7 feromonových lapačů typu Theysohn. Účinnost lapáků byla statisticky průkazně vyšší než účinnost lapačů ( $p=0,045$ ).

#### 4.6 Distribuce náletu v rámci lapáku

Nálet na sledovaných lapácích byl rovnoměrný. V hustotě napadení jednotlivých částí lapáků, jak je znázorněno na obrázku 16, nebyly nalezeny statisticky průkazné rozdíly (ANOVA;  $F(2,12)=0,89$ ;  $p=0,43$ ). Hustota obsazenosti jednotlivých lapáků kůrovci byla sledována celkem na pěti lapácích.



Obr. 16: Hustota napadení ve spodní, střední a vrchní části kmene lapáků. Pozorované rozdíly nejsou statisticky průkazné (ANOVA,  $F(2,12)=0.89$ ,  $p=0.43$ ).

## 5. DISKUSE

Pro snížení množství stromů napadených lýkožroutem smrkovým, je třeba aktivně vyhledávat a co nejdříve zpracovávat napadené stromy a veškerou hmotu vhodnou pro vývoj a reprodukci. Jako doplňkové metody ochrany porostů a dočišťování ohnisek výskytu jsou využívány i jednotlivé typy odchyťových zařízení, která jsou podrobně popsána v úvodu práce (Wermelinger, 2004). Názory na jejich reálnou účinnost se však u různých autorů liší v závislosti na metodice, jakou byly studie prováděny a charakteristikách studovaných lokalit. Podle ČSN 48 – 1000, která počítá víceméně s ideálními podmínkami a dodržením všech zásad správného používání, jsou jednotlivé typy obranných opatření vzájemně nahraditelné a srovnatelně účinné. Rovněž výsledky některých studií ukazují, že neexistuje žádný významný rozdíl mezi jednotlivými odchyťovými zařízeními. Podle Faccoliho (2007) nebyl v severovýchodní Itálii zjištěn statisticky významný rozdíl mezi lapači, lapáky a otrávenými lapáky. Obdobně i Zumr (1985) uvádí, že metoda feromonových lapačů je stejně účinná jako metoda lapáků. K podobným výsledkům se dopracoval i Novák (1982). Při srovnání četnosti odchytů lýkožrouta do různých typů lapačů několika jinými autory bylo zjištěno, že průměrné množství odchycených jedinců vykazuje větší či menší rozdíly (Brutovský, 1981; Bakke 1981). Pravděpodobnou příčinou takto rozporupných výsledků byla rozdílná populační hustota lýkožrouta během pokusů a ekologické podmínky stanovišť.

Mnohé literární prameny se však (velmi pravděpodobně ze stejných důvodů) shodují v tom, že efektivita jednotlivých typů zařízení se liší a lapáky dokáží odchytit mnohem více lýkožrouťů než lapače. Navíc je tato metoda provozně mnohem spolehlivější, jde v podstatě o přírodní prostředek a oproti ostatním odchyťovým zařízením klade mnohem nižší nároky na kvalifikovanost personálu. Obecně lze říci, že mezi největší úskalí lapákové metody patří vznik pro kůrovce atraktivních porostních stěn vlivem jejího nadměrného používání, špatné umístění lapáků, případně špatné načasování jejich přípravy a s ním spojené předčasné vyschnutí lýka a ztráta účinnosti. Jistou nevýhodou lapáků je i jejich omezená lapací schopnost, kdy při plném obsazení je nutné pokládat další sérii lapáků. Staré lapáky je nutné co nejrychleji z lesa odvézt a zpracovat, aby nedošlo k dalšímu rozšíření kůrovců do okolních porostů. Včasnou asanací lapáků se významně zvyšuje jejich účinnost (Zahradník, 2004). Pokud se výše zmíněné rizikové faktory podaří zvládnout a nedostatky eliminovat, patří stromové lapáky i ekonomicky k nejpříjemnějším obranným opatřením. Lapák je v našich podmínkách přibližně 3x levnější než feromonový lapač. V zahraničí se však situace může z různých důvodů lišit. Například podle Bakkeho (1981) je odchyt lapáky považován za

časově náročný a finančně drahý, jelikož nejsou lapáky vždy plně obsazené a vyžadují navíc pravidelnou kontrolu, což vyžaduje zvýšený počet pracovníků na lokalitě, zvláště v období kulminace kůrovců (Abgrall, 1987).

Otrávené lapáky eliminují problém omezené lapací kapacity stromových lapáků, ovšem je nutné počítat s náklady na udržení jejich funkčnosti po celou vegetační sezónu, jako je výměna feromonového odparníku u navnazených otrávených lapáků a obnovení insekticidního postřiku (Jeniš, 2007). K ekonomické náročnosti se přidává i ekologická zátěž, která je způsobená vlivem insekticidů na necílové organismy (Zahradník, 2004). Navíc může dojít při nepříznivém počasí k smytí insekticidu deštěm, případně při nevhodné aplikaci insekticidu i k poškození okolní vegetace.

Využívání feromonových lapačů je ekonomicky rovněž poměrně náročné, jelikož je třeba počítat s výměnou odparníku dvakrát až třikrát za sezónu, což při ceně jednoho odparníku od 130 do 200 Kč (dle použitého typu) znamená další navýšení nákladů. Nespornou výhodou lapačů je především snadná manipulace a s tím spojená možnost přemístění na vhodnější lokality v případě slabého náletu.

Při hodnocení účinnosti daného opatření je třeba vzít v potaz zejména to, v jakém stavu se kůrovec na dané lokalitě vyskytuje. Na sledované lokalitě, kde se populace lýkožrouta nacházela v základním stavu, bylo nejvhodnější využít pro zachycení brouků z jarního rojení stromové lapáky. Lýkožrout v tomto období významně preferuje oslabený materiál (zlomy, vývraty, polomy).

Podle Faccoliho a Stergulcova výzkumu (2007) uskutečněného v italských Alpách, kde se brouk nacházel v kalamitním stavu, existuje určitá závislost průměrných odchytů do lapačů a škodami na porostech stanovených za rok. Úroveň odchytů zaznamenaná v této studii indikovala přemnožení populace, překračující rizikové pásmo, od kterého dochází k poškození lesních porostů lýkožroutem smrkovým, které bylo pro stávající porosty stanoveno na 7 000 – 8 000 jedinců na lapač. Weslien (1992) určil ve Švédsku rizikovou hranici na 10 000 jedinců na lapač, zatímco Lindelöw a Schröder v roce 2001 stanovili rizikovou hranici na 15 000 jedinců lýkožrouta smrkového na lapač. V této studii jednotlivá odchyťová zařízení poskytla až 85% redukci škod na porostech způsobených přemnožením lýkožroutem smrkovým, přičemž nebyl prokázán signifikantní rozdíl mezi lapači, lapáky a otrávenými lapáky. Silná přitažlivost feromonů a okamžité účinky insekticidu se zdají být hlavními faktory ovlivňujícími efektivitu otrávených lapáků. Rozdílné prahové hodnoty pro vznik nových poškození, které jsou uváděny jednotlivými výše zmiňovanými autory je možné vysvětlit tak, že severoevropské a středoevropské smrkové monokultury, mající rozdílnou

silvikulturu a orografii, mohou tolerovat vyšší populační hustoty lýkožrouta smrkového, což znamená, že mají vyšší rizikovou hranici, než lesy v Alpách (Faccoli, 2007).

Velkou část variability v odchyту je možno vysvětlit následujícími faktory: umístění lapače, oslunění lapáku, kvalita jeho přikrytí větvemi, výška travního porostu v jeho okolí, jeho délka a také povrch - nejen plocha, ale i struktura. I v našich pokusech byl vždy nejvíce nalétnut osluněný lapák a nejmenší počet jedinců byl zaznamenán u lapáku ve stínu, případně s hladkým povrchem kůry. V souvislosti s tím je třeba zmínit i rozdílný průběh náletu na horizontální a vertikální lapáky. V případě vertikálních lapáků kůrovec nejčastěji obývá spodní a střední část kmenů z toho důvodu, že u korunové části je kůra stromu hladká, a ve spodní části rozpraskaná, šupinatá, kterou kůrovec upřednostňuje (Skuhravý, 2002). Na ležících lapácích tomu tak ale není a lýkožrout zde nedává přednost žádné části kmene, jak vyplynulo ze statistických výsledků analýzy náletu na námi sledované lapáky. Obdobné výsledky publikoval i Zumr (1985), Faccoli (2007) a Modlinger (2009).

Někteří autoři uvádějí při odchytu brouků do feromonových lapačů, že nelze zachytit více než 10 % místní populace kůrovců (Lobinger and Skatulla, 1996). Naše výsledky ukazují velkou rozdílnost v počtu brouků odchycených do lapačů. Všechny sedm lapačů bylo umístěno na okraji porostu, rovněž travní porost byl na všech místech stejně vysoký. Proč při stejných podmínkách jeden z lapačů odchytá velké množství jedinců a v sousedství stojící lapač výrazně méně, není vysvětleno v žádné literatuře.

Největší četnost z uhynulých necílových organismů byla zjištěna u pestrokrovečníka mravenčího. Jde o poměrně očekávatelný výsledek, jelikož tyto predátory lýkožrouta smrkového reagují na stejné atraktanty v mnohem větší míře, než ostatní zjištěné necílové organismy.

Strategie vedoucí k redukci rizik napadení porostů lýkožroutem smrkovým spočívá ve snaze snížit pěstování smrkových monokultur a vytvoření heterogenních porostů. Vícedruhové lesy jsou často méně náchylné k napadení kůrovců. To může být důsledkem toho, že se v nich nachází menší počet náchylných hostitelských stromů, nebo to může být také důsledek efektů přirozených nepřátel či těkavých látek ne-hostitelských stromů, které se překrývají s feromonovou komunikací kůrovců.



## 6. ZÁVĚR

Z výsledků je zřejmé, že stromové lapáky se na lokalitě, kde se populace lýkožrouta smrkového nachází v základním stavu, jeví jako nejvýhodnější prostředek ochrany porostů proti lýkožroutu smrkovému. Sledovaná první série lapáků odchytila jen během jarního rojení více lýkožroutů než otrávené trojnožky i feromonové lapače po celou vegetační sezónu. Významnou roli pak hraje nejen kapacita lapáku, ale i místo, kde je lapák instalován, zejména ve vztahu k dopadajícímu slunečnímu záření, které zvyšuje množství uvolňovaných přirozených atraktantů a tím i účinnost lapáku. Lapáky položené ve stínu se tak jeví jako výrazně méně efektivní. Pokud pomineme nízkou specifitu insekticidních prostředků, které jsou využívány v ochraně lesa, a ekonomickou náročnost přípravy a údržby, druhým nejúčinnějším opatřením se ukázaly být otrávené lapáky ve formě trojnožek. I v jejich případě je účinnost poměrně významně ovlivněna umístěním. Naproti tomu feromonové lapače se v porovnání s výše zmíněnými prostředky ochrany lesa jeví víceméně vhodné jen jako prostředky monitoringu populační dynamiky lýkožrouta smrkového. Zejména v tomto ohledu mohou velmi dobře posloužit jako nástroj posouzení vhodnosti načasování odvozu starších sérií lapáků a přípravy lapáků nových.

## 7. SEZNAM LITERATURY

**Abgrall, J. - F.** (1987): L'utilisation de la methode des arbres-pitges avec les pheromones de synthese dam la lutte contre le typographe. CEMAGREF-Inf. Tech., 67 (I): 1.-4.

**Annala, E.** (1969): Influence of temperature upon the development and voltinism of *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). Ann. Zool. Fennici. 6: 161 – 208

**Bakke, A.** (1981): Inhibition of the response in *Ips typographus* to the aggregation pheromone; field evaluation of verbenone and ipsenol. Z. angew. Entomol. 92: 172-177

**Bakke, A., Kvamme, T.** (1981): Kairomone response by the predators *Thanasimus formicarius* and *Thanasimus rufipes* to the synthetic feromone of *Ips typographus*. Norw. J. Entomol., 25: 41-43

**Birgersson, G., Schlyter, F., Lofqvist, J., Bergstrom, G.** (1984): Quantitative variation of pheromone components in the spruce bark beetle *Ips typographus* from different attack phases. J. Chem. Ecol. 10: 1029 – 1055.

**Boháč, J.** (2001): Drabčikovití brouci (Coleoptera, Staphylinidae) jako predátoři kůrovcovitých brouků na Šumavě. Sborník z konference „Aktuality šumavského výzkumu“, Srní. Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava, 234 s.

**Brutovský, D.** (1981): Výsledky overovania pripravku Pheroprax v boji proti lýkožrútovi smrekovému. Les, 37 (5): 166 – 170.

**ČSN 48 – 1000** – Ochrana lesa proti kůrovcům na smrku. Český normalizační institut. Praha, 8 s.

**Faccoli, M., Stergulc, F.** (2007): Damage reduction and performance of mass trapping devices for forest protection against the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera Curculionidae Scolytinae).

**Forst, P. a kol.,** (1985): Ochrana lesů a přírodního prostředí. Státní zemědělské nakladatelství, 409 s.

**Hedgren, P. O., Schroeder, L. M.** (2004): Reproductive succes of the spruce bark beetle *Ips typographus* (L.) and occurence of associated species: a comparison between standing beetle-killed trees and cut trees. Forest Ecology and Management, 203: 241- 250.

**Heidger, C. M.** (1994): Die Okologie und Bionomie der Borkenkafer antagonisten *Thanasimus formicarius* L. (Cleridae) und *Scoloposcelis pulchella* Zett. (Anthocoridae): Daten zur Beurteilung ihrer pradatorischen Kapazität und der Effekte beim Fang mit Pheromonfallen. Dissertation Fachbereich Biologie, Philipps- Universität, Marburg.

**Jankovský, L., Cudlín, P., Moravec I.** (2000): Root decays as a potential predisposition factor of a bark beetle disaster in the Šumava Mts.

**Jeniš, J., Vrba, M.** (2007): Srovnání účinnosti lapáků, otrávených trojnožek a lapačů, Lesnická práce

**Kalinová, B.** (2009): Projekt terpeny, voda a ips typographus. Ms. depon. in USBE AV ČR, České Budějovice, 13 s.

**Kindlmann, P., Matějka, K., Doležal, P.** (2012): Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. Praha: Karolinum, 27 s.

**Knížek, M., Zahradník, P.** (2004): Kůrovci na jehličnanech. Lesnická práce – příloha 3 : I – VIII

**Kozák, D.** (2006): Vliv doby vzniku lapáků a jejich zdravotního stavu na atraktivitu pro kambiofágy. Bakalářská práce, 36 s.

**Kozák, D.** (2008): Faktory ovlivňující atraktivitu smrkových lapáků pro lýkožrouta smrkového, Bakalářská práce, 44 s.

**Křístek, J. a kol.,** (2002): Ochrana lesů a přírodního prostředí. Matice lesnické společnosti s.r.o. Písek, 386 s.

**Křístek, J., Urban, J.** (2004): Lesnická entomologie. Nakladatelství Akademie věd České republiky, Praha 2, 445 s.

**Lindelöw, Å., Schröder, M.** (2001): Spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.), in Sweden: monitoring and risk assessment. J. For. Sci. 47: 40 – 42.

**Lobinger, G., Skatulla, U.** (1996): Untersuchungen zum Einfluss von Sonnenlicht auf das Schwarmverhalten von Borkenkäfern. Anz. Schadl.kd. Pflanzenschutz Umweltschutz 69, 183 – 185.

**Martínek, V.** (1961): Problém natality a gradace kůrovce *Ips typographus* L. ve střední Evropě – Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, Ročník 71/1961. Řada MPV. Sešit 3.

**Modlinger, R., Holuša, J., Liška, J., Knížek, M.** (2009): Stav populace lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.) v NPR Žofínský prales (Novohradské hory, Česká republika). Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Praha 6, 143 - 154 s.

**Novák, V.** (1982): Aplikace kůrovcových agregačních feromonů ve státních lesích ČSR a další směry jejího vývoje. Sborník Symposium integrované a biologické ochrany lesů, Plzeň, 57 – 68 s.

**Skuhravý, V.** (2002): Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) a jeho kalamity – Agrospoj, Praha, 196 s.

**Starý, B.** (1987): Užitečný hmyz v ochraně lesa. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 104 s.

**Šantrůčková, H., Vrba, J. a kol.** (2010): Co vyprávějí šumavské smrčiny. Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk, 153 s.

**Šišák, L., Pulkrab, K.** (1999): Kvantifikace škod na lesních porostech. Ekonomické nástroje pro trvale udržitelný rozvoj České republiky, svazek č. 20, 91 s.

**Turčáni, M., Vakula, J., Hlásny, T.** (2006): Analýza populácií podkorných škodcov na Kysuciach, prognóza ďalšieho vývoja a rámcový návrh opatrení. In: Aktuálne problémy v ochrane lesa 2006. Lesnícky výzkumný ústav, Zvolen, pp. 84 – 93 (in Slovak).

**Vacek, S., Podrázský, V.** (2008): Stav, vývoj a management lesních ekosystémů v průběhu existence NP Šumava. Lesnická práce s.r.o., Kostelec n. Č.L.

**Vaupel, O., Dubbel, V.** (1985): Untersuchungen zur Optimierung von Fangsystemen zur Verbesserung des Massenfanges beim Buchdrucker (*Ips typographus* L.). Z. Angew. Entomol., 99: 52 – 59.

**Wermelinger, B.** (2004): Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. Forest Ecology and Management 202: 71-73.

**Weslien, J.** (1992): Effects of mass trapping on *Ips typographus* (L.) populations. J. Appl. Entomol. 114: 228 – 232.

**Zahradník, P.** (2004): Ochrana smrčin proti kůrovcům. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy, 39 s.

**Zahradník, P., Knížek, M.** (2007): Kůrovcová kalamita – otázky a odpovědi. Lesnická práce - příloha 4 : I – VIII

**Zatloukal, V.** (2004): Ochrana přírody č. 8, 9, s. 237 - 241; 259 – 266.

**Zumr, V.** (1985): Biologie a ekologie lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* (L.)) a ochrana proti němu. Academia, Praha, 124 s.

**Feromonový lapač** [online]. 2013 [cit.2013-2-28]. Dostupné z WWW: <http://vysocina.lesnictvi.cz/materialy/lykozrout.htm>

## 8. PŘÍLOHA

Záznam odchyty jednotlivých druhů necílových organismů na otrávených trojnožkách

Tab.1: Necílové organismy

Datum	Trojnožka I. necílové org.	Trojnožka II. necílové org.	Trojnožka III. necílové org.
22.5.2012	0	0	0
30.5.2012	2x pestrokrovečník	2x pestrokrovečník	
		2x kovařík	
		1x klikoroh borový	
7.6.2012	1x pestrokrovečník	3x pestrokrovečník	3x pavouk
	1x moucha	1x pavouk	1x včela
	1x kovařík	1x lýkohub matný	1x típlice
			1x tesařík
			1x smolák smrkový
12.6.2012	0	2x klikoroh	1x moucha
			1x drabčík
			1x kůrovec pařezový
20.6.2012	1x pavouk	2x pavouk	1x smolák smrkový
		3x tesařík	1x klikoroh borový
		2x klikoroh borový	1x brouk
		1x drabčík	1x lýkožrout menší
		3x pestrokrovečník	
28.6.2012	0	0	0
4.7.2012	2x pavouk	0	1x lýkohub matný
	1x smolák smrkový		
	1x tesařík		
12.7.2012	1x pestrokrovečník	0	1x včela
	2x lumčík		1x pavouk
			2x moucha
24.7.2012	0	0	1x pavouk
			1x kobylka
31.7.2012	0	1x lumčík	1x klopuška
			1x škvor
			1x klikoroh borový
22.8.2012	0	0	0
<b>Počet celkem</b>	13	24	24

## Záznam odchyty lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů

Tab. 2: Počty lýkožroutů odchycených ve feromonových lapačích

polesí	úsek	číslo lapače	porost	lapač postaven dne	feromon	feromon vyvěšen dne	datum výměny feromonu 1	datum výměny feromonu 2	odchyt za lapač	4.4.	14.4.	24.4.	2.5.	3.5.	10.5	11.5.
6	3	6	623A08	20.04.12	02	20.04.12	14.05.12	02.08.12	2 100	0	0	0	0	20	0	10
6	3	7	623A09	20.04.12	02	20.04.12	18.06.12		2 210	0	0	0	0	700	0	300
6	3	19	622B11	28.05.12	02	28.05.12	02.08.12		2 210	0	0	0	0	0	0	0
6	3	20	623B13	28.05.12	02	28.05.12	02.08.12		1 560	0	0	0	0	0	0	0
6	3	114	626A13	17.07.12	02	17.07.12			150	0	0	0	0	0	0	0
6	3	115	626B12	17.07.12	02	17.07.12			150	0	0	0	0	0	0	0
6	3	122	622A11	17.07.12	02	17.07.12			110	0	0	0	0	0	0	0

20.5.	21.5.	28.5.	30.5.	31.5.	7.6.	8.6.	15.6.	18.6.	25.6.	26.6.	3.7.	4.7.	13.7.	15.7.	23.7.	1.8.	2.8.	10.8.	11.8.	20.8.	21.8.
0	100	0	0	10	0	10	0	500	0	1 100	0	150	100	0	0	0	50	50	0	0	0
0	200	0	0	50	0	10	0	400	0	200	0	100	100	0	0	0	100	50	0	0	0
0	0	0	0	0	10	0	0	0	2 000	0	0	100	0	0	0	0	50	50	0	0	0
0	0	0	0	0	50	0	0	0	1 200	0	0	200	0	0	0	0	50	50	0	10	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	50	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	50	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	10	0