

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ



KATEDRA OCHRANY LESA A MYSLIVOSTI

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Zhodnocení dopadu obranných opatření
na populační růst *Ips typographus*
v LHC Chvalšiny**

Vedoucí bakalářské práce:

Doc.Ing.Jaroslav Holuša Ph.D.

Vypracoval:

Martin Dušák

Praha 2011



Prohlášení

Prohlašuji tímto, že předloženou bakalářskou práci jsem zpracoval zcela samostatně, pouze s využitím uvedené literatury.

V Praze dne 29.4.2011

Vypracoval: Martin Dušák



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Martin Dušák, DiS

obor: Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název tématu: Zhodnocení dopadu obranných opatření na populační růst *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) v LHC Chvalšiny

Název tématu v anglickém jazyce: Effectivity of control measurements against *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae) in the forest district Chvalšiny

Zásady pro vypracování:

Úvod

Přehled dosavadních poznatků o využití obranných opatření a jejich vlivu na populační růst lýkožrouta smrkového

Metodika

Získání záznamů o použitých obranných opatřeních proti I. smrkovému a o stavu jeho populací od vlastníka (správce) studovaného lesního majetku.

Záznamy o použitých obranných opatřeních proti I. smrkovému a o stavu jeho populací budou převedeny do maticových soustav (program MS Excel). Bude se jednat o údaje o množství instalovaných feromonových lapačů a jejich odchycích, o údaje o stromových lapácích (případně stojících lapácích s feromonovými odpapírkami) a o údaje o objemu dříví z kůrovcových těžeb za posledních deset (řádově, závisí na dostupných údajích) let na modelovém území.

Následně budou vyhodnoceny vztahy mezi uplatňovanými obrannými opatřeními a vývojem populací sledovaného škůdce v souvislosti s dalšími faktory (např. teplota, srážky, škody větrem, sněhem, václavkou apod.) prostřednictvím statistického softwaru

Cíle: Cílem je zjistit účinnost používaných obranných opatření

Výsledky – zpracování získaných dat v struktuře dle metodiky a jejich popis.

Diskuse – srovnání vlastních zjištění s poznatky jiných autorů.

Souhrn – na základě shrnutí všech poznatků, získaných v průběhu zpracování studie, budou navrženy limitní hodnoty faktorů nejvíce ovlivňujících populační dynamiku I. smrkového. Poslouží následně jako ukazatelé možného přemnožení tohoto škůdce a umožní včas reagovat na počínající gradaci.

Literatura – souhrn použité literatury.



Rozsah grafických prací: 10 stran

Rozsah průvodní zprávy: 30 stran

Seznam odborné literatury:

- Facciolí, M. & Stergulc, F., 2004. *Ips typographus* (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. Blackwell Verlag, Berlin. 128 (4), 307–311.
- Hlásny, T., Vizi, L., Turčáni, M., Koreň, M., Kulla, L. & Šitková, Z., 2009. Geostatistical simulation of bark beetle infestation for forest protection purposes. J. For. Sci., 55, 2009: 518–525.
- Lindelöw, A. & Schroeder, M., 2001. Spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.), in Sweden: monitoring and risk assessment. J. For. Sci., 47, 40–42.
- Økland, B. & Berryman, A., 2004. Resource dynamic plays a key role in regional fluctuations of the spruce bark beetles *Ips typographus*. Agric. For. Entomol., 6, 141–146.
- Økland, B. & Bjørnstad, O.N., 2003. Synchrony and geographical variation of the spruce bark beetle (*Ips typographus*) during a non-epidemic period. Popul. Ecol. 45, 213–219.
- 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. For. Ecol. Manag., 78, 191–205.
- Wermelinger, B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*—a review of recent research. For. Ecol. Manag., 202, 67–82.
- Weslien, J., Annala, E., Bakke, A., Bejer, B., Eidmann, H. H., Narvestad, K., Nikula, A. & Ravn, H. P., 1989. Estimating risks for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.) damage using pheromone-baited traps and trees. Scandinavian J. For. Res., 4, 87–98.
- Weslien, J., 1992. Monitoring *Ips typographus* (L.) populations and forecasting damage. J. Appl. Entom., 114, 338–340.

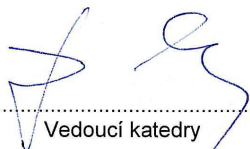
Vedoucí bakalářské práce: doc.Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

Ing.Bc. Jan Lubojacký
Dr.Ing.Konfršt Antonín –Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola Bedřicha Schwarzenberga Písek
Ing.Suk Milan vedoucí LS Chvalšiny Vojenské lesy a statky ČR,s.p.divize Horní Planá

Datum zadání bakalářské práce: 10.3.2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.4.2011


.....
Vedoucí katedry




.....
Děkan

26. 03. 2010

V Praze dne

Poděkování:

Touto prací bych chtěl poděkovat všem, co mě umožnili studovat lesnictví, všem těm co chtěli abych dobrým lesníkem byl. Hlavně doc. Ing. Jaroslavu Holušovi Ph.D., Ing. Bc. Janu Lubojackému, Dr. Ing. Antonínu Konfrštovi, Ing. Milanu Sukovi panu Ing. Ivanu Gráfovi za poskytnutí dosavadních informací a zkušeností o ochraně lesa proti kůrovcům i za poskytnuté konzultace.

„Upřímně děkuji“

Obsah

1. ÚVOD	1
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED	2
3. METODIKA	3
3.1. Základní poznatky o lýkožroutovi smrkovém	5
3.1.1. Lýkožrout smrkový	5
3.1.2. Přirození nepřátelé lýkožrouta smrkového	12
3.1.3. Přemnožení lýkožrouta smrkového	13
3.2. Možné následky kůrovcových kalamit Vicena (2004)	13
4. KONTROLA A REDUKCE STAVU LÝKOŽROUTA SMRKOVÉHO NA LS CHVALŠINY	16
4.1.1. Vymezení pojmů	16
4.1.2. Prevence	18
4.1.3. Kontrola výskytu	18
4.1.4. Způsoby kontroly výskytu	19
4.1.5. Obrana	22
4.1.6. Asanace kůrovcového dříví	23
4.1.7. Evidence kůrovcového dříví	24
4.1.8. Opatření pro zvýšení efektivity obrany proti lýkožroutu	24
4.2. Obranná opatření proti lýkožroutu smrkovému na LS Chvalšiny v roce 2006-2010	25
5. ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ	26
5.1. Výsledky a jejich rozbor	28
6. DISKUSE	49
7. ZÁVĚR	51
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	53

1. Úvod

Lýkožrout smrkový je nejvýznamnějším škůdcem smrku v naší republice i v celé Evropě. Vlivem abiotických činitelů a někdy i neuváženou činností člověka čas od času dochází k jeho přemnožení. Počet prací uveřejněných o lýkožroutu smrkovém a o jeho přemnoženích je úměrný jeho ekonomickému významu. V obdobích jeho zvýšeného nebo zvláště kalamitního výskytu počet studií o něm stoupá. Přes možnosti využití moderních technologií zpracování dřevní hmoty je působení kůrovců alfou a omegou pro každého vlastníka lesa. Přeměna smrkových monokultur na smíšený les není vždy nejlepší řešení. Na příčiny a vlivy působení tohoto škůdce na smrkové porosty je potřeba se orientovat od samého počátku ochrany lesa. Kůrovcům je nutné věnovat velkou pozornost, úměrnou nebezpečí, které pro smrk představují .

Existuje řada ochrannářských opatření proti tomuto škůdci jejichž účelem je razantně omezovat vývoj tohoto škůdce. Abychom mohli použít metody ochrany lesa musíme dobře znát jeho vývoj a způsob života. Tato práce je zaměřena na porovnání ochrannářských opatření na zjištění výhod a nevýhod těchto metod a dále doporučení lesníkovi.

2. Literární přehled

Cílem mé práce bylo zhodnotit dopad obranných opatření na populační růst *Ips typographus* na LHC Chvalšiny, porovnat výhody a nevýhody různých způsobů ochrany lesa proti kůrovcům a navrhnout doporučení pro použití jednotlivých metod v lesnické praxi. Touto problematikou se stále zabývá mnoho autorů a domnívám se, že se ještě stále do budoucna se převážná část lesníků tímto problémem bude zabývat. V ochraně lesa se stále vyvíjejí nové metody a opatření které se prolínají s mnohými vědními obory od zoologie přes využití insekticidní chemie atd.

Obecnou zoologií a ochranou lesa se zabývá mnoho autorů. Většina z nich je na vysoké úrovni.

Obecnou lesnickou zoologií se zabývají středoškolské učebnice jako Kučera a kolektiv (1984), Forst a kolektiv (1971), atd.

Ochranou lesa se zabývají Stolina a kolektiv (1985), Forst a kolektiv (1970), Hochmut, Jančařík, Křístek (2002).

Lýkožroutem smrkovým se zabývá Skuhravý (2002)

Česká lesnická společnost - 28. setkání lesníků tří generací (2004)

Směrnice o ochraně lesa v podmínkách VLS ČR, s.p.

Pro použití chemie jsou důležité insekticidní a pomocné látky které jsou uvedené v Seznamu povolených přípravků k ochraně lesa, který je pravidelně aktualizován Ministerstvem zemědělství ČR.

3. Metodika

Tuto práci jsem prováděl s pomocí vedoucího bakalářské práce pana doc.Ing.Jaroslava Holuši Ph.D. kterého jsem později seznámil s výsledky mé práce. Práce obsahuje popis činností od zjištění výskytu kůrovce až po asanaci napadeného dřeva. Při posouzení jsem se snažil dopracovat k nejvýhodnějším postupům ochrany lesa proti kůrovcům na LHC Chvalšiny. Snažil jsem se přiblížit k co nejjednodušším praktikám ochrany lesa proti kůrovcům při zachování jejich vysoké účinnosti a efektivnosti.

Většina těchto poznatků je již zpracována v dostupné literatuře, a proto nebude třeba je znovu zjišťovat.

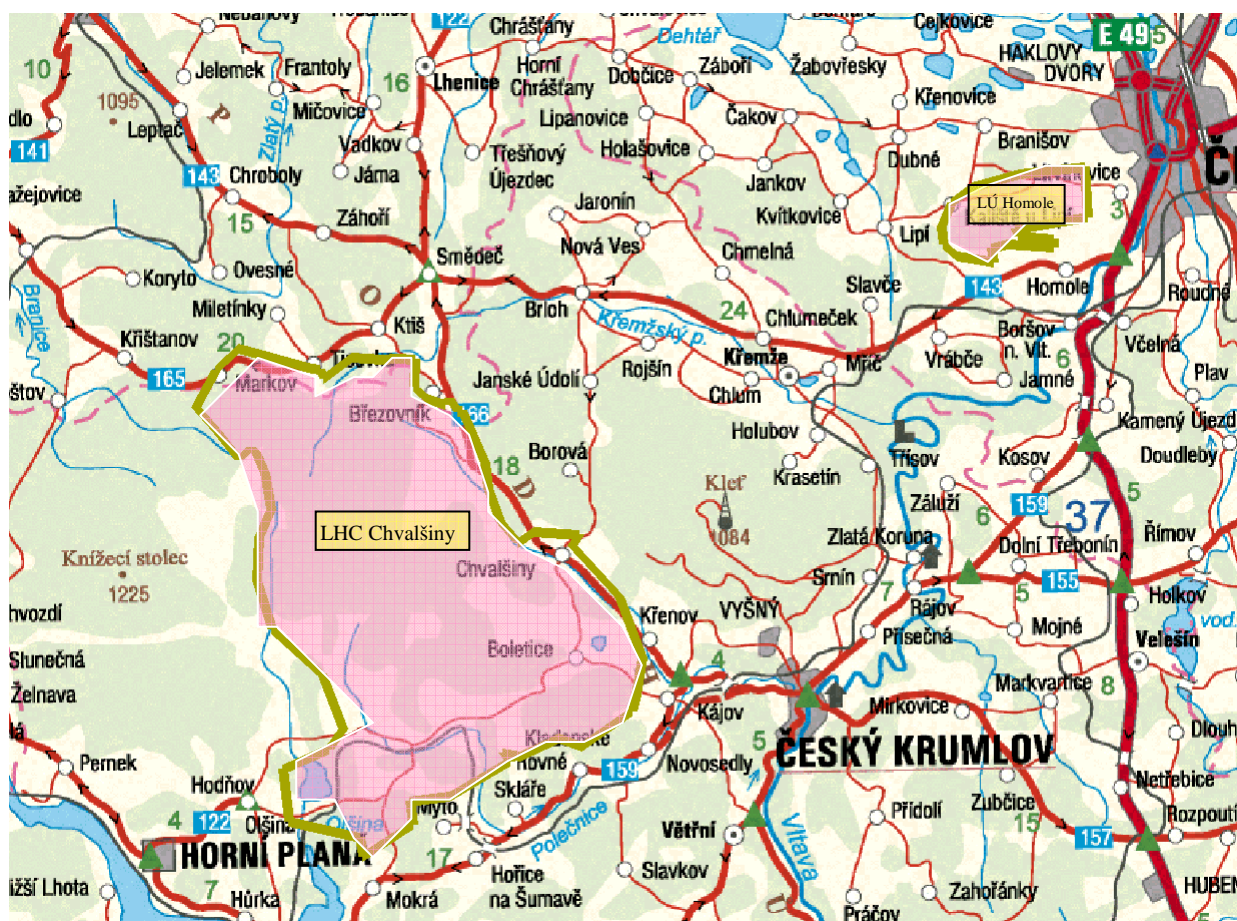
Na LHC Chvalšiny jsem sledoval přípravy ochrany lesa proti kůrovcům. Začal jsem přípravou kladení kontrolních lapáků. Tyto kontrolní lapáky byly kladeny na všech lesních úsecích lesní správy Chvalšiny. Potom jsem se zabýval vyhodnocením prvního náletu brouků a vývojem v požercích na těchto lapácích s využitím evidence ve služebních dennících lesníků. Po vyhodnocení náletu a vývoje brouků jsem sledoval položení dalších sérií lapáků a vyhodnocení poznatků získaných jejich kontrolou. Dále jsem sledoval způsob asanace napadené dřevní hmoty odvozem, popř. oloupáním nebo chemicky.

Po vyhodnocení jednotlivých stádií vývoje lýkožrouta smrkového se soustředím, samozřejmě současně s umístěním obranných zařízení, na další vývoj a zpracování dřevní hmoty napadené kůrovcem. Dále jsem provedl vyhodnocení a průběh zpracování kůrovcového dříví dle jednotlivých let pomocí interních programů LES (lesní výroba) a LEV (lesní hospodářská evidence), statistiky - vše k potřebě a evidenci na LS.

Data z PC jsem získal z již zmiňovaných interních programů VLS ČR, s.p. LES a LEV na LHC,LS Chvalšiny.

Pro porovnání kontroly, stavu vývoje a stupni napadení jsem použil všechny lesnické úseky lesní správy Chvalšiny a to jsou LÚ Kmet, Hoříčky, Hvozď, Plešný a Chlum o celkové výměře 5 077,46 ha od nejnižšího bodu LHC u Nového rybníka 550 m n.m. po vrchol Chlumu 1191 m n.m., celkové převýšení činí 641 m, (Obr.1)

Obr.1



3.1. Základní poznatky o lýkožroutovi smrkovém

Než se les jako přírodní bohatství začne chránit proti kůrovcům musí znát lesník, revírník nebo odborný lesní hospodář charakter lesa a jeho význam. Ochrana lesa proti kůrovcům je jedním z vědních oborů našeho lesního hospodářství. Proto je potřeba tento obor prohlubovat a zdokonalovat pro zachování všech funkcí lesa pro další generace.

3.1.1. Lýkožrout smrkový

Lit.: Skuhravý (2002)

Lýkožrout smrkový - *Ips typographus* (Linneaus 1758) patří do řádu brouků (*Coleoptera*), čeledi kůrovcovitých (*Scolytidae*). Ve střední Evropě patří mezi nejvýznamnější škůdce starších smrkových porostů, ve smyslu vyhlášky Mze ČR číslo 101/1996 Sb. §3 je lýkožrout smrkový považován za kalamitního škůdce. V příloze této vyhlášky je pro něj stanoven :

- | | |
|----------------|---|
| Základní stav | 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 lýkožrouta. |
| Zvýšený stav | 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 přemnožení lýkožrouta. |
| Kalamitní stav | je takový početní stav lýkožroutů, který způsobuje rozsáhlá poškození lesních porostů na stěnách, případně vznik rozsevů uvnitř lesních porostů. |

3.1.1.1. Popis vývojových stadií a požerku

Vajíčko je oválné, lesklé, bílé, v průměru 0,6 – 1,0 mm dlouhé

Larva je beznohá, rohlíčkovitě zahnutá, bělavá, s hnědavou, silně chitinizovanou hlavou. Čerstvě vylíhlá larva je necelé 2 mm dlouhá, v posledním třetím instaru měří 5 – 7 mm.

Kukla je 5 – 6 mm dlouhá, bílá, volného typu (jsou na patrně všechny budoucí vnější orgány), na konci zadečku se dvěma krátkými trny.

Obr.2



Dospělec (Obr.2) je válcovitý, 4 – 5,5 mm dlouhý, černohnědý, lesklý. Na čele mají obě pohlaví malé hrbolky. Samička má čelo a přední okraj štítu hustěji ochlupené a středový hrbolky na čele je menší. Tykadlová palička má zprohýbané švy. Krovky jsou válcovité, prohloubenina v zadní zkosené části krovek je matná, jemně tečkovaná, po stranách se čtyřmi páry zoubků. Horní dva jsou malé, třetí je největší, před špičkou rozšířený a čtvrtý opět malý. Mezirýží na krovkách jsou netečkovaná. Ojedinelé tečky se objevují pouze na stranách krovek. Po celém těle má dospělec dlouhé, odstálé, řídké, žluté ochlupení.

Požerek lýkožrouta smrkového je jednoramenný až tříramenný (Obr.3) Tříramenné požerky převládají v základním stavu. V kalamitním stavu jsou častější jednoramenné a dvouramenné požerky. Závrťový otvor ústí do snubní komůrky, která je přibližně 5 x 5 mm velká. Matečné chodby jsou rovnoběžné s podélnou osou kmene, jsou rovné, 6 – 12 cm dlouhé, přibližně 3 mm široké a jsou opatřeny několika nepravidelnými tzv. větracími otvory, ústíci na povrch kůry. Larvové chodby (Obr.4) jsou dlouhé až 6 cm. Požerek sesterského rojení je význačný tím, že má pouze jednu matečnou chodbu a není přítomná snubní komůrka (Obr.5)

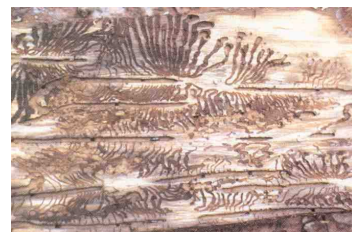
Obr.3



Obr.4



Obr.5



3.1.1.2. Způsob života

Lýkožrout smrkový je typickým sekundárním škůdcem, který v první řadě napadá čersvě vytěžené smrkové dříví, polomy a fyziologicky oslabené stojící stromy (imisemi, suchem nebo václavkou). Při přemnožení, když nenalézá dostatek vhodného materiálu pro založení potomstva, napadá i zdravé smrky. Význam tohoto škůdce je spojen se zdravotním stavem porostů, s dostupným materiálem pro jeho namnožení a s průběhem počasí.

Časný nástup jara, abnormálně dlouhé a teplé léto urychlují jeho vývoj a ve svém důsledku mohou zmnožit počet generací. Lýkožrout smrkový se nejčastěji vyskytuje ve smrkových porostech nad šedesát let, a to především na osluněných porostních stěnách (nejčastěji jižní a jihozápadní expozice). Uvnitř porostů se vyskytuje v místech s nižším zakmeněním nebo za gradace.

Na stojících, dosud zelených stromech zahajuje nálet na rozhraní suchých a zelených větví, načež se šíří směrem k oddenku i směrem k vrcholu. Vršky o tloušťce pod 10 cm většinou nenapadá (případně je ve slabším materiálu limitován výskytem jiných druhů kůrovců). V oddenkové části zpravidla zůstává bez napadení pouze nejspodnější část (1 až 1,5 m). U ležících kmenů nálet probíhá po celé vhodné části kmene (tzn. bez slabé vrcholkové části). Výjimečně, za gradace, kdy nemá dostatek vhodného materiálu pro svůj další rozvoj, se může vyskytovat i v porostech mladších (zaznamenán byl i v kulturách, kde však na slabých kmíncích svůj vývoj není schopen dokončit, může zde však úspěšně prodělat úživný žír).

Lýkožrout smrkový se vyvíjí téměř výhradně na smrku ztepilém (*Picea abies*), výjimečně napadá i modřín opadavý (*Larix decidua*) a pouze velmi vzácně i borovici lesní (*Pinus silvestris*). V minulých letech (už před 150 lety) se hodně diskutovalo o tom jak brouci lýkožrouta nacházejí vhodné stromy pro žír a vývoj. Dnes se ví, že napadání stromů je otázkou chemických impulsů. Toto zjištění vedlo k vývoji feromonových návnad.

3.1.1.3. Vývojový cyklus (Obr.6)

Dospělci lýkožrouta smrkového přezimují v hrabance nebo pod kůrou a opouští své zimoviště při teplotách 18 – 20 °C a po několika dnech dospívání jsou připraveni nalétnout na stromy. Jedinci, kteří před zimováním nestačily dokončit svůj vývoj, zimují pod kůrou.

Svůj vývoj dokončí na jaře a před rojením musí absolvovat tzv. zralostní žír. Po náletu na strom sameček začne vyhlubovat snubní komůrku a do ní naláká samičky. Lýkožrout je polygamní, sameček oplodňuje několik samiček. Samička po oplození hloubí ze snubní komůrky rovnoběžně s osou kmene tzv. matečnou chodbu a do ní klade postupně vajíčka.

Samičky po vykladení první snůšky a po dalším regeneračním žíru mohou založit první nebo druhou sesterskou generaci a to na stejném stromě, nebo přelétnou na strom jiný, kde vytváří novou matečnou chodbu. Vyskytuje se i jiný typ přerojování, kdy samička klade vajíčka po kopulaci s jiným samečkem. Podle literárních údajů sesterské rojení prodělává kolem 10% samiček, může jej však založit až 90% samiček.

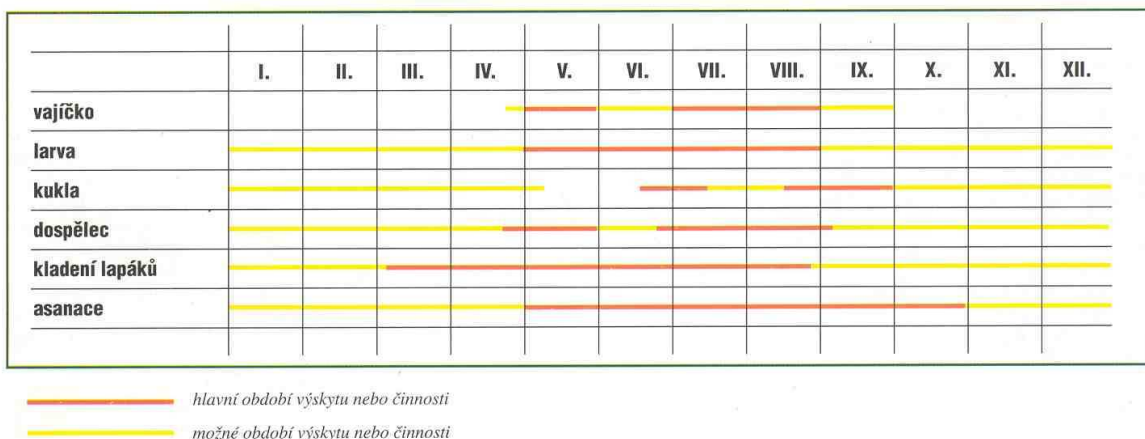
Z vajíček se líhnou larvy, které vytvářejí boční chodbičky. Tyto chodbičky jsou od sebe vzdáleny 2 - 10 mm. Jedna matečná chodba obsahuje přibližně 50 vajíček. Vylíhlé larvy se živí, stejně jako dospělci, lýkem stromu. V posledním instaru tvoří tzv. kukelní komůrku a zakuklí se. Vylíhlí brouci jsou zpočátku bílí, pokračují v žíru, postupně žloutnou a dále tmavnou a pohlavně dozrávají. Po úplném dokončení vývoje prohlodají výletový otvor na povrch kůry a jsou připraveni k novému rojení.

První jarní rojení v podmínkách LS Chvalšiny probíhá v prvních květnových dnech. Toto rojení probíhá hromadně v krátkém časovém úseku. Druhé, eventuálně třetí rojení (při velmi příznivých podmínkách – suché a velmi teplé léto) je rozprostřeno do delšího časového období. Někdy se samičkám ve třetí generaci podaří naklást před zimou vajíčka do stromů, ty ale většinou vlivem nízkých teplot nedokončí vývoj v zimě hynou. Pokud v příznivých podmínkách třetí generace kůrovců dospěje do stadií, ve kterých je schopna přezimovat, znamená to výrazný vzestup populace a nebezpečí kalamitního stavu.

Vývoj brouka trvá cca 72 dní, je silně ovlivněn průběhem počasí zejména teplotou vzduchu. K vyhlodání snubní komůrky potřebuje sameček 2 – 4 dny, oplozené samičky hlodají matečnou chodbu a kladou vajíčka obvykle 7 až 10 dní, po 6 – 18 dnech se líhnou larvy, jejichž vývoj může trvat v optimálních podmínkách 7 dní, v nepříznivých podmínkách až 50 dní. Období kukly trvá v průměru 8 dní, zralostní žír brouků probíhá na místě vylíhnutí nebo na jiném místě do dosažení pohlavní dospělosti po dobu 2 – 3 týdnů.

Obr.6

Vývojový diagram



3.1.1.4. Denní aktivita

Lýkožrout smrkový létá ve dne. Létání se dá sledovat podle počtu nalétaných brouků do feromonových lapačů. První brouci začínají nálet kolem deváté až jedenácté hodiny. Maximum aktivity dosahují mezi dvanáctou a třináctou hodinou. Let lýkožrouta smrkového je velmi ovlivněn teplotou vzduchu.

Dá se říci, že na oba typy (lapáky a lapače) nalétává obdobně.

3.1.1.5. Přezimování

Lýkožrout smrkový přezimuje pod kůrou stojících stromů a to především ve stadiu brouků. Z menší části přezimují larvy či kukly. Část brouků přezimuje také v hrabance. Jestliže poslední generace brouků nebo sesterských pokolení dokončí na začátku zimy vývoj do stadia brouků, brouci opustí stromy a zimují v hrabance. Pokud populace dokončí vývoj pouze do stadia dorostlých larev nebo kukel, tyto zůstávají pod kůrou a stromy opouští jen malá část brouků, jimž se podařilo ukončit celý vývoj. Tito brouci zimují ve vzdálenosti do 5 m od stromu. Několik autorů se shodlo na tom, že většina brouků se nachází v bezprostřední blízkosti u stromů a kmenů, jeden metr od kmene bylo nalezeno až 10 000 brouků. Největší počet brouků byl nalezen ve směru jižním, po něm následoval východ, pak západ a nejméně brouků bylo nalezeno na severní straně.

3.1.1.6. Akustické signály

Problematikou akustických signálů se u amerických kůrovců po celý život zabýval Rudinsky (1979). Zjistil výrazné morfologické rozdíly mezi samečkami a samičkami. Samičky mají vyvinuté hřebínkovité útvary na hrudi pod ústním ústrojím na hrdle, které se táhnou směrem k dolní části složených očí. Sameček toto stridulační ústrojí nemá, na jeho místě jsou jen drobné důlky. Samičky používají zvuků vyluzovaných tímto zařízením k navázání styku se samečkem a dalšími samičkami, přiletujícími k napadenému stromu. Signály může být ovlivněn počet a rozložení chodeb lýkožrouta smrkového na kmeni. Přestože stridulační zařízení u lýkožrouta smrkového je velice jemné ve srovnání s některými americkými druhy, přesto lýkožrout smrkový nepatří k tak zvaným „mlčícím“ či tichým broukům. Rudinsky (1979) zjistil sledováním zvuků různé typy a „nálady“ brouků při jejich vzájemné komunikaci.

3.1.1.7. Let lýkožrouta smrkového

Teprve po roce 1960 dal objev feromonů vhodný prostředek k řešení otázek vztahu a poměru samečků a samiček, jejich disperze v lesních porostech, ke studiu náletu brouků obou pohlaví na stromy, pomohl řešit otázky vzájemného vztahu různých druhů kůrovců, dal možnost sledovat vzdálenosti, které mohou jedinci lýkožrouta smrkového přeletět. Označované úlovky jedinců lýkožrouta smrkového do feromonových lapačů umožnily hodnotit populační hustotu lýkožroutů na určité lokalitě.

Vzdálenosti, které je lýkožrout smrkový schopen aktivním letem překonat jsou různé a závisí na mnoha faktorech. Např. zda jde o jarní generaci brouků, kteří se v květnu rozletují a hledají živé stromy, nebo zda jde o brouky druhé generace, kteří se rozletují v červenci. Brouci, kteří na jaře po zimování vylézají z hrabanky se během jednoho dne mohou rozptýlit až do vzdálenosti 750 m. Pokud nejsou lákáni feromony, je jejich rozptýlení v porostu rovnoměrné. Mimo les jsou schopni letět i na větší vzdálenosti, až osm km. Schopnost letu je silně ovlivněna teplotou vzduchu.

3.1.1.8. Nálet brouků na stromy

U kůrovců se v průběhu evoluce vyvinul účinný prostředek k překonání obraných mechanismů napadených stromů - agregační feromony.

Pro nálet kůrovců na stromy se předpokládají dvě hypotézy Rudinsky (1962).

Podle jedné lýkožrouti dávají přednost při náletu oslabeným stromům, u kterých dochází vlivem chemických změn v lýku k uvolňování primárních atraktant lákajících lýkožrouty. Tyto stromy nejsou schopny bránit se hromadnému náletu lýkožroutů v důsledku produkce agregačních feromonů, produkovaných samečkou.

Druhá hypotéza předpokládá „náhodný“ nebo rovnoměrný nálet na smrky, splňující minimální požadavky pro rozvoj lýkožrouta smrkového (teplotní podmínky okrajové smrky porostních stěn), kdy nejméně vitální smrky nejsou schopny zahubit pionýrské brouky, kteří začnou produkovat agregační feromon a způsobí hromadný nálet lýkožroutů smrkových na daný strom a vzápětí i na okolní stromy. Tyto smrky přilákají lýkožrouty z okolí na toto místo a na doposud bránícím se smrku nálet ustane.

Agregační feromony jsou přežívajícími lýkožrouty produkovány v rozmezí několika hodin až dvou dnů po náletu na strom Birgersson (1984). Vznikají pravděpodobně v zažívacím traktu sameček v důsledku přeměny chemických látek, zejména terpenů obsažených v kůře smrku, za pomoci symbiotických mikroorganismů Zahradník a další (1993). Při tom se tvoří řada dalších látek a u některých byly prokázány lákavé účinky Vité (1972), Bakke – (1977). Uvolňované látky pak lákají další samečky i samičky, proto agregační feromony - oznamují vhodné prostředí pro založení nové generace.

Se zpožděním po produkci agregačních feromonů začínají samečci produkovat antiagregační feromony (ipsenol, verbenol,), které nejprve regulují rozmístění lýkožroutů na kmeni a potom usměrňují nálet na okolní stromy. Doba náletu brouků se odvíjí podle nadmořské výšky, teploty vzduchu a průběhu počasí. První brouci nalétávají po nočních teplotách, které dosáhnou 16 °C.

Vlastní rojení je nejintenzivnější při denních teplotách 20 °C když noční teploty neklesnou pod 10 °C.

Nejprve vylétají samečci a potom přibývá samiček které nakonec převládají. V přírodě v populaci poletujících brouků připadá přibližně jeden sameček na jednu samičku, tedy poměr pohlaví je 1:1. Naproti tomu na stromech je poměr samečků k samičkám 1:2 až 1:3. Brouci nalétávají především na staré stromy na osluněných porostních stěnách. Už dlouho je známo, že každý ze dvou nejvíce rozšířených kůrovců, lýkožrout smrkový a lýkožrout lesklý, má své místo na kmeni, kde se vyvíjí jeho potomstvo. Lýkožrout smrkový obývá hlavně střední a spodní část kmenů, lýkožrout lesklý se vyskytuje hlavně ve vyšších částech stromů, na kmeni a na větvích.

3.1.1.9. Počet jedinců schopných zahubit jeden smrk

Weslien (1990) zjistil 400 až 1 000 jedinců (odvozeno z počtu matečních chodeb na jednotlivých stromech). Spodní část kmene osidluje přibližně 15% brouků, střední část 65% a horní část 20%.

3.1.1.10. Počet jedinců, kteří se mohou vyvinout na jednom smrku

Zumr (1985) na 1 m kmene našel 20 až 50 závrťů což při délce kmene 20 m, průměrném počtu vajíček 50 ks a poměru 1 sameček na dvě samičky znamená 40 000 až 100 000 brouků v následné generaci.

3.1.2. Přirození nepřátelé lýkožrouta smrkového

Lýkožrout smrkový má celou řadu přirozených nepřátel, a to jak predátorů, tak i parazitoidů. Mezi nejvýznamnější a současně nejznámější predátory lýkožrouta smrkového a některých dalších kůrovců patří brouk pestrokrovečník mravenčí (Obr.7). Mezi významnější druhy brouků dále patří drabčík *Nudobius lentus* a zástupce čeledi *Pythidae*, druh *Pytho depressus*.

Z dvoukřídlého hmyzu jsou predátory larev například *Medetera signaticornis* nebo *Lonchaea seitneri*.

Početní jsou parazitoidi z řádu blanokřídlých, například někteří lumčici, chalcidky a lumci.

Obr.7

Pestrokrovečník
mravenčí



Dále na lýkožroutu cizopasí celá řada roztočů a hlístic.

Nemalý význam mají i některé entomopatogenní houby.

Nelze opominout ani některé druhy ptáků (šplhavců).

Řada dravých druhů hmyzu loví lýkožrouta smrkového pouze příležitostně, je-li zrovna dostupnou potravou (například po odkornění jsou larvy masově likvidovány vosami, mravenci a různými druhy střevlíků).

3.1.3. Přemnožení lýkožrouta smrkového

Pro oblast, kde se rozkládá LS Chvalšiny, jsou významné tři kůrovcové kalamity v oblasti Šumavy. K jednomu z nejznámějších přemnožení došlo v letech 1868 – 1878 v Bavorském lese a na Šumavě, a pak po druhé světové válce v letech 1945 – 1951 v celé střední Evropě. První kalamita byla důsledkem rozsáhlých polomů na více než 100 000 ha lesů po dvou vichřicích. O druhé kalamitě se soudilo, že vlivem války byly poničeny lesy a vlivem nedostatku lesních dělníků se v lesích nehosподаřilo. Svou roli sehrály i minimální srážky a extrémní teploty. Zatím poslední významná kalamita je přemnožení lýkožrouta smrkového na území Národního parku Šumava v letech 1990 – 2001.

Za nejvýznamnější faktor pro vznik kalamit se pokládá nadbytek potravy z padlého dřeva v důsledku polomů. Lýkožrout smrkový působí především uhynutí své živé rostliny tedy smrku zteplého. Po odumření stromu vzrůstá počet destruentů, tzn. druhů, kteří působí rozklad hmoty smrků.

3.2. Možné následky kůrovcových kalamit Vicena (2004)

3.2.1.1. Mikroklima

Jde o důležité meteorologické charakteristiky, kdy mrtvý les ovlivňuje mikroklima uvnitř odumřelých lesních částí.

Mění se vlhkost uvnitř porostů, neboť jen rozložení srážek je ve srovnání s živým porostem odlišné. Koruny mrtvých stromů nezadržují vertikální srážky, také horizontální srážky, jako mlhy, probíhají jinak a ukládají se do jiných míst.

Mění se teplotní poměry. Po pádu mrtvých stromů se otevřou místa mrazových kotlin, kde se neuchytí nové přirozené zmlazení a existující nálet značně trpí.

Mění se dráhy větru, neboť mrtvé plochy lesa působí odlišně na vzduchové proudy. Škodlivé silné větry se dostanou do míst, která byla dosud kryta a vzniknou nová místa s větrnými polomy.

3.2.1.2. Hydrické podmínky

V mrtvém lese se zhoršují podmínky pro zachycení vodních srážek, jak ve formě sněhu, tak i deště. Větší oslunění způsobuje rychlejší tání sněhu. Kulminační průtok z mrtvého lesa je několikanásobně vyšší než z lesa zeleného. Přímým osluněním půdního povrchu se zhoršuje jeho smáčivost. To vede ke změně odtokových poměrů, ve větší míře dochází k povrchovému odtoku vody s následnými erozními škodami a nebezpečí vzniku povodní.

Naopak v suchém období odtéká ze suchého lesa třikrát méně vody než z lesa zdravého. Na osluněném povrchu dochází k odumírání mechových porostů, které mají ze všech půdních rostlin největší schopnost jímat vodu. Povrch půdy se více prohřívá, snižuje se jeho chladicí efekt, ohřátý vzduch stoupá do větších výšek o odnáší s sebou vodní páry.

Mrtvé stromy neodčerpávají z půdy vodu, takže může dojít ke zvýšení hladiny spodní vody, povrch půdy zabahňuje a vytváří se tak další plochy, které ohrožuje vítr. Zhoršují se i podmínky pro obnovu lesa.

Mrtvý les zhoršuje kvalitu vody, zvyšuje její kyselost. Rozkladem dřevní hmoty stoupá obsah oxidů dusíku. Tím se zhoršuje jakost podzemní pitné vody.

3.2.1.3. Obnova lesa

Na vzniklých velkých holinách se může projevit několik faktorů, které ztěžují nebo dokonce znemožňují obnovu lesa. Může dojít ke zvýšení hladiny podzemní vody a zabahnění stanoviště (viz 3.1.13.2. Hydrické podmínky). Další možností je nepříznivý vliv velkého oslunění, kdy humus na povrchu rychle mineralizuje, na svazích může dojít i ke spláchnutí vrstvy úrodné země. Další možností je rychlý rozvoj buřeně

3.2.1.4. Škodlivé látky v ovzduší

Mrtvý les zhoršuje kvalitu ovzduší. Zelené stromy dokáží filtrovat škodliviny ve vzduchu. Například smrkový porost zachytí na ploše 1 ha asi 130 kg síry za rok a

vysoký obsah polétavého prachu, a to asi 130 mikrogramů z každého kubického metru vzduchu.

3.2.1.5. Úbytek ptačích druhů

V mrtvém lese po žíru kůrovce dochází ke značnému úbytku velkého počtu ptačích druhů. Například v Národním parku Šumava do roku 1999, tedy za tři roky existence mrtvého lesa se ve srovnání s lesem zdravým snížil počet 56 druhů ptáků na 22. Jde například o takové druhy jako je pěnkava, červenka, pěnice, budníček, pěvuška, králíček, datlík nebo tetřev.

4. Kontrola a redukce stavu lýkožrouta smrkového na LS Chvalšiny

Pro činnosti v ochraně lesa na lesní správě Chvalšiny je závazným předpisem
Směrnice o ochraně lesa v podmínkách VLS ČR, s.p. (2004)

4.1.1. Vymezení pojmů

- Feromonová návnada – odparník obsahující feromon v nosiči, který zajišťuje jeho samovolné uvolňování do ovzduší v množství vhodném pro lákání škůdce
- Feromonový lapač – past sloužící k zachycení lýkožroutů, v níž je použito k lákání feromonové návnady; lze ho použít ke kontrole i hubení lýkožroutů
- Kalamitní základ – objem lýkožroutem středně a silně napadeného dříví za období od 1.8. do 31.3. je členěný jednak na kůrovcové dříví včas zpracované a jednak na kůrovcové dříví lýkožrouty částečně nebo zcela opuštěné; kalamitní základ slouží k vyhlášení kalamitní kůrovcové oblasti a ke stanovení počtu feromonových lapačů, lapáků I. série nebo otrávených lapáků
- Kůrovcový strom – živý strom napadený lýkožroutem
- Kůrovcová souše – stojící strom odumřelý po žíru lýkožroutů, který jim již neskýtá vhodné prostředí pro založení nového pokolení; některým jedincům však umožňuje zralostní nebo regenerační žír, popř. zimování
- Kůrovcové dříví – kůrovcové stromy, kůrovcové souše, ležící napadené nezpracované dřevo, středně a silně napadené lapáky, vyrobené, lýkožroutem napadené jehličnaté sortimenty a napadené zbytky po těžbě

Lapák	– evidovaný, skácený, zdravý a odvětvený smrk nebo jeho část o tloušťce nejméně 20 cm, atraktivní pro lýkožrouta, připravený pro jeho kontrolu a hubení
Lapák I. série	– lapák určený k zachycení lýkožroutů I. generace; do této série se započítávají i přikácené lapáky určené k zachycení přerostujících se imág (sesterské generace)
Lapák II. série	– lapák určený k zachycení lýkožroutů druhé generace
Letní období	– 1.4. až 30.9., nad 600 m n.m. 1.5. až 30.9.
Zimní období	– 1.10. až 31.3., nad 600 m n.m. 1.10. až 30.4.
Ohnisko žíru	– místo, kde je soustředěna část populace lýkožrouta, projevující se výskytem kůrovcového dříví
Otrávený lapák	– skácený a odvětvený smrk nebo jeho část (optimální délka 4m), ošetřený vhodným insekticidem těsně před rojením lýkožrouta a opatřený feromonovou návnadou; mohou se použít i čerstvá jednometrová polena sestavená do trojnožek, s odparníkem zavěšeným pod vrcholem.
Stupeň odchyty	– počet lýkožroutů jedné generace zachycených jedním feromonovým lapačem; rozlišuje se stupeň odchyty slabý, střední a silný
Stupeň napadení	– obsazení lapáku (kmene) lýkožrouty po ukončeném rojení, vyjádřené počtem závrťů v nejhustěji napadené části kmene, zjištěné z 20 dm ² souvislého povrchu kůry na jednom kmeni; rozlišuje se stupeň napadení slabý, střední a silný

4.1.2. Prevence

Po celý rok se pečlivě vyhledává, vyznačuje a včas zpracovává kůrovcové dříví.

V letním období musí být kůrovcové dříví zpracováno a odvezeno z lesa nebo asanováno dříve než dojde k vylétnutí nové generace lýkožrouta, nejpozději však do 21 dnů od jeho zjištění. Během zimního období musí být kůrovcové dříví bez prodlevy zpracováno a zpracování musí být ukončeno do 31. března, ve vyšších polohách (nad 600 m n.m.) do 30. dubna.

Veškeré polomy, vývraty a dříví atraktivní pro rozvoj lýkožrouta vzniklé do 31. března musí být zpracováno a odvezeno z lesa nebo asanováno nejpozději do 31. května, v lesních porostech, které alespoň částečně zasahují do polohy nad 600 m n.m., do 30. června.

V oblastech se zvýšeným a kalamitním výskytem lýkožrouta se musí těžební zbytky ihned po těžbě rozštěpkovat, spálit nebo odstranit z lesa. Porosty se musí trvale udržovat bez těžebních zbytků atraktivních pro lýkožrouta.

V případě, že není možné zbytky po těžbě zpracovat musí se, jsou-li napadeny, asanovat vhodnými insekticidy.

4.1.3. Kontrola výskytu

V základním stavu se sleduje výskyt lýkožrouta pomocí lapáků nebo feromonových lapačů, které se umisťují v jarním a letním období, a to minimálně 1 kus na každých 5 hektarů lesních porostů nad 60 let věku se zastoupením smrku nad 20%. Lapáky zároveň slouží ke kontrole stupně vývoje lýkožrouta.

V obdobích, kdy jsou lesní dřeviny oslabeny suchem může atraktivita lapáků i feromonových lapačů klesat. Atraktivita lapáků v letním období klesá i z důvodu jejich rychlého zasychání. Proto se současně celoročně sleduje výskyt kůrovcových stromů a zabezpečuje se jejich včasné zpracování a odvoz, příp. asanace.

4.1.4. Způsoby kontroly výskytu

4.1.4.1. Lapáky

Lapáky I. série (Obr.8, Obr.9) se připravují nejpozději v březnu (v horských polohách s dlouhotrvající pokrývkou sněhu před začátkem zimy, nejpozději však do konce dubna). Lapáky II. série se připravují nejpozději týden před předpokládaným začátkem letního rojení.

Obr.8



Obr.9



Lapáky I. série se umísťují v okrajích porostů. Z celého počtu lapáků v porostu se 2/3 umístí na výsluní a 1/3 v polostínu. Lapáky II. série se obvykle umísťují v polostínu. Lapáky se po celé délce zakrývají větvemi a pro zvýšení účinnosti se doporučuje jejich podkládání.

Lapáky se pravidelně kontrolují, a to od poloviny dubna (ve vyšších polohách od poloviny května), v intervalu 7-10 dní až do doby jejich vyvezení nebo asanace.

Evidence lapáků, kterou vede lesní ve služebním deníku, obsahuje:

- evidenční číslo lapáku
- označení série
- místo (označení porostu) a datum položení lapáku
- data kontrol s označením stupně vývoje
- stupeň napadení
- datum a způsob asanace

Na čele kmene, který slouží jako lapák, je křídou zapsáno:

evidenční číslo lapáku

označení série

datum položení lapáku

data jednotlivých kontrol (možno zapisovat na kontrolní plošku)

4.1.4.2. Feromonové lapače

Feromonové lapače se rozmisťují v porostech nejpozději 14 dní před předpokládaným rojením lýkožrouta nebo ihned po nalezení nového ohniska. Feromonové návnady se zavěšují těsně před rojením a před skončením účinnosti se pravidelně vyměňují.

Obr.10



Obr.11



Bezpečnostní vzdálenost feromonového lapače od nejbližšího smrku staršího 40 let nesmí klesnout pod 10 metrů a vzdálenost od porostní stěny nesmí překročit 25 metrů.

Stupeň odchyty platí jen pro jeden feromonový lapač (jednu skupinu sružených feromonových lapačů) a určuje hodnotu pro jednotlivou lokalitu a příslušné období; každý feromonový lapač (skupina sružených feromonových lapačů) se vyhodnocuje samostatně a nelze z nich počítat průměrné hodnoty.

Feromonové lapače se kontrolují v intervalu 7 – 10 dní; odchytní a spočtení lýkožrouti se musí po každé kontrole bezpečně zahubit. Při vyhodnocování počtu

odchycených kůrovců platí, že 1 ml brouků po mírném sklepnutí kalibrované nádoby obsahuje přibližně 35 jedinců.

Současně s feromonovými lapači se musí pravidelně kontrolovat i výskyt lýkožrouta na okolních stojících stromech.

Evidence feromonových lapačů, kterou vede lesník ve služebním deníku, obsahuje:

- evidenční číslo lapače
- označení porostu
- datum instalace feromonové návnady a data výměn
- data kontrol
- počet odchycených brouků
- stupeň napadení

Na feromonový lapač lesník zapisuje data kontrol.

4.1.4.3. Otrávené lapáky (Obr.12)

Obr. 12

Otrávené lapáky mohou být používány ve formě ležících kmenů, obdobně jako lapáky určené ke kontrole výskytu, nebo ve formě trojnožek. Pro stanovení jejich počtu a rozmístění platí stejné zásady jako při používání feromonových lapačů.



Bezpečnostní vzdálenost feromonové návnady od nejbližšího stojícího smrku nesmí klesnout pod 6 metrů.

Účinnost otrávených lapáků se udržuje v průběhu celé sezóny opakovaným ošetřováním insekticidem a výměnou feromonové návnady. Opakovaný postřik insekticidem se provádí nejdéle do konce doby účinnosti stanovené výrobcem. Při extrémně vysokých teplotách (nad 30 °C) je nutné počítat se zkrácením doby účinnosti insekticidu až o polovinu oproti době stanovené výrobcem.

Evidence otrávených lapáků, kterou vede lesní ve služebním deníku obsahuje:

evidenční číslo otráveného lapáku

označení porostu

datum instalace feromonové návnady a data výměn

data opakovaných ošetření lapáku insekticidem

Při zvýšeném a kalamitním stavu se kontrola již mění na obranu.

4.1.5. Obrana

Při zvýšeném a kalamitním stavu se pokládají další klasické lapáky, otrávené lapáky nebo se instalují feromonové lapače

4.1.5.1. Lapáky

Počet lapáků I. série určených k obraně se vypočte z kalamitního základu (po přepočtu dle průměrné hmotnosti) a rovná se 1/8 včas zpracovaných lapáků nebo kůrovcových stromů v daném ohnisku žíru. K tomuto počtu se přidá počet lapáků v poměru 1 až 2:1 k počtu nezpracovaných lapáků nebo kůrovcových stromů částečně nebo zcela lýkožroutem opuštěných. Umisťují se maximálně 4 kusy lapáků na 1 hektar.

Lapáky se kácují v tzv. sériích, dle postupu jejich napadení. Při slabém stupni napadení lapáků I. série se lapáky II. série nemusí pokládat, při středním stupni napadení je počet lapáků II. série o polovinu nižší, při silném stupni napadení se klade stejný počet lapáků II. série. Při pokládání lapáků III. série se postupuje stejným způsobem.

Je-li na lapácích I. série, resp. II. série zjištěn střední nebo silný stupeň napadení, položí se ihned po ukončení rojení další lapáky pro zachycení přerostujících se brouků v počtu 1/5, resp. 1/10 lapáků stávajících.

4.1.5.2. Feromonové lapače a otrávené lapáky

Počet feromonových lapačů nebo otrávených lapáků určených k obraně pro zachycení jarního rojení lýkožrouta se vypočte z kalamitního základu (po přepočtu dle průměrné hmotnosti) a rovná se 1/8 včas zpracovaných lapáků nebo kůrovcových stromů v daném ohnisku žíru. K tomuto počtu se přidá počet lapáků v poměru 1 až 2:1 k počtu nezpracovaných lapáků nebo kůrovcových stromů částečně nebo zcela lýkožroutem opuštěných.

Počet feromonových lapačů nebo otrávených lapáků se upravuje podle stupně odchyty. Při slabém odchyty se mohou přemístit na vhodnější lokalitu, při středním stupni odchyty zůstává počet lapačů nezměněn, při silném odchyty se počet lapačů přiměřeně zvýší.

Stupeň odchyty ve feromonových lapačích a stupeň napadení lapáků se po ukončení rojení lýkožrouta vyhodnotí dle (Tab.1)

Tab.1

stupeň odchyty (stupeň napadení)	feromonový lapač		lapák
	počet odchytených dospělců v 1 lapači při		průměrný počet závrťů na 1 dm ² kůry
	jarním rojení	letním rojení	
slabý	méně než 1 000	méně než 500	méně než 0,5
střední	1 000 až 4 000	500 až 1500	0,5 až 1
silný	více než 4 000	více než 1500	více než 1

Evidence klasických lapáků, otrávených lapáků a feromonových lapačů určených k obraně je shodná s evidencí klasických lapáků, otrávených lapáků a feromonových lapačů určených ke kontrole výskytu.

4.1.6. Asanace kůrovcového dříví

4.1.6.1. ... v letním období

V případě výskytu stadia vajíček nebo mladých larev je nejefektivnějším způsobem asanace odvoz kůrovcového dříví z lesa.

Odkornování kůrovcového dříví se provádí, pokud se vyskytuje stadium vajíček nebo larev. Pokud již převažuje stadium kukel a brouků je nutné kůru chemicky asanovat.

V případě, že není možné kůrovcové dříví včas vyvézt z lesa nebo odkornit, provádí se chemická asanace vhodným insekticidem. Chemickou asanací je možné provádět ve všech stádiích vývoje lýkožrouta. Pokud není dříví do 30 dnů po postřiku odvezeno z lesa, musí se chemická asanace opakovat.

Zbytky po těžbě je třeba soustředit na hromadách. V oblastech se zvýšeným a kalamitním stavem se musí zbytky po těžbě rozštěpkovat nebo spálit. Pokud je nelze zpracovat či odstranit a jsou napadeny lýkožroutem, musí se chemicky asanovat.

4.1.6.2. ... v zimním období

V zimním období je nutné odvézt kůrovcové dříví z lesa a zbytky po těžbě rozštěpkovat nebo spálit.

4.1.7. Evidence kůrovcového dříví

V porostech se barevně označují nezpracované kůrovcové stromy.

Prvotní evidenci výskytu kůrovcového dříví, kterou vede lesní ve služebním deníku obsahuje:

Označení porostu s výskytem kůrovcového dříví.

Datum objevení kůrovcového dříví.

Objem kůrovcového dříví v porostu.

Datum zpracování kůrovcového dříví.

Zpracované kůrovcové dříví se eviduje měsíčně jako TMN nebo TPN (škodlivý činitel – L) v programu LEV prostřednictvím zadání do programu LES.

Při zvýšeném a kalamitním stavu, tj. při vytváření ohnisek žíru, se vede grafická evidence výskytu kůrovcového dříví.

Písemná evidence doplněná o grafickou evidenci slouží jako podklad pro přesnější lokalizaci kůrovcových ohnisek a účinné umístění obranných opatření (lapáků, feromonových lapačů, otrávených lapáků) proti lýkožroutu.

4.1.8. Opatření pro zvýšení efektivity obrany proti lýkožroutu

Pro zlepšení smáčivosti a možnosti následné kontroly chemické asanace se do postřikové jíchy přidává barvené smácedlo Scolycid C.

Pro zvýšení účinnosti obranných opatření je možné zavěsit feromonovou návnadu na skládku chemicky ošetřeného dříví.

4.2. Obranná opatření proti lýkožroutu smrkovému na LS Chvalšiny v roce 2006-2010

V letech 2006 - 2010 byly pro obranu použity všechny způsoby podle Směrnice o ochraně lesa v podmínkách VLS ČR, s.p. (2004)

4.2.1.1. Lapáky a lapače

Pro kontrolu i obranu bylo položeno celkem 2 637 m³ lapáků, z toho :

I. série	-	1 108 m ³
II. série	-	976 m ³
III.série	-	553 m ³

Celkem bylo použito 107 ks feromonových lapačů, v každém lapači byly během roku dvakrát vyměněny odparníky. Byly použity odparníky typy FeSex TYPO na lýkožrouta smrkového, Chalcoprax na lýkožrouta lesklého a PCHIT Etokap na oba druhy.

4.2.1.2. Otrávené lapáky

V první sérii bylo položeno 50 m³ otrávených lapáků, které byly využívány s výměnou odparníku a opakovaným chemickým ošetřením po celý rok. K chemickému ošetření byl použit přípravek Vaztak 10 SC s použitím smáčedla Scolycid C.

4.2.1.3. Otrávené trojnožky

Otrávených trojnožek bylo v I. sérii instalováno celkem 1 471 ks, ve druhé sérii byl počet zvýšen na 1 475 ks a ve III. sérii zůstal na 1 475 ks. Byly použity stejné feromonové návnady a přípravky pro chemické ošetření jako u otrávených lapáků.

4.2.1.4. Ostatní

Kromě předchozích metod bylo použito i feromonových návnad na chemicky ošetřených skládkách dřeva.

4.2.1.5. Asanace napadeného dřeva

Celkem bylo chemicky asanováno 5 266 m³ napadeného dřeva na lokalitách peň i odvozní místo, vše přípravkem Vaztak 10 SC s použitím smáčedla Scolycid C.

5. Zpracování výsledků

K řešení práce byl zvolen LHC 122 Chvalšiny, jakožto oblast se středně vysokými i vysokými populačními hustotami lýkožrouta smrkového. Pro posouzení vlivu vybraných faktorů na zvýšení stavů lýkožrouta v LHC Chvalšiny byla použita data z lesní hospodářské evidence za uplynulých 25 let (roky 1986 – 2010). Za ukazatele stavu lýkožrouta v daném roce byla vzata přímo kůrovcová těžba.

Jako faktory ovlivňující populační dynamiku kůrovce byly uvažovány: celková roční těžba smrku, nahodilá roční těžba smrku způsobená větrem a sněhem, věk porostu, zastoupení smrku v porostu, bonita a hmota průměrného smrku v porostu. Matematicko-statistická kvantifikace je přitom možná pro první dva uvažované faktory: celková roční těžba smrku, nahodilá roční těžba smrku způsobená větrem a sněhem. Poněvadž tyto faktory mohou hypoteticky ovlivňovat populační růst kůrovce v tom samém roce, v roce následujícím, popřípadě i po dvou letech, budou vypočteny příslušné koeficienty korelace a stanoveny jejich hladiny statistické významnosti p . Tím se ukáže, které z faktorů a s jakým časovým zpožděním výskyt kůrovce v dlouhodobém časovém intervalu 25 let skutečně ovlivňují. Omezení budeme ovšem tím, že ve 25ti letém časovém intervalu máme k dispozici pouze údaje o celkových ročních těžbách, údaje o nahodilých ročních těžbách způsobených větrem a sněhem a údaje o příslušných kůrovcových ročních těžbách.

Další postup prací byl proto zaměřen na období 5ti let (roky 2006 až 2010), kdy se populační růst kůrovce projevil jako velmi zajímavý (období jak gradace populačního růstu kůrovce, tak i období intenzivních obranných opatření). Pro toto období lze rovněž z lesní hospodářské evidence získat dosti podrobná data, která umožní následující kroky:

- V LHC Chvalšiny bylo vylišeno několik specifických segmentů, ve kterých lze vzhledem ke geografickým, výškovým, lesním, povětrnostním a dalším podmínkám považovat populaci kůrovce za uzavřenou.
- Pro takto vylišené segmenty a pro jednotlivé roky 2006 až 2010 byl na základě kůrovcových těžeb stanoven populační růst kůrovce a jako zásadní faktory, které jej mohou ovlivňovat, byly podrobně vyjádřeny těžby kůrovcové PN i MN, těžby

lapáků PN i MN i těžby živelné (nenapadené kůrovci) PN i MN, realizované vždy v předchozím roce; v případě těžeb živelných i přede dvěma lety.

- Byly stanoveny matematické závislosti - regresní přímky pro závislost populačního růstu kůrovce na všech třech zásadních faktorech uvedených v bodě 2. Pro tyto předpokládané lineární závislosti byly vypočítány koeficienty korelace, které byly podrobeny testování statistické významnosti (signifikantnosti) se stanovením hladiny významnosti p .
- Na základě výsledků testování signifikantnosti faktorů vlivu byla sestavena predikční rovnice pro matematický výpočet předvídatelného vývoje populačního růstu kůrovce v následujícím roce, resp. následujících letech. Tato predikční rovnice byla získána metodou lineární vícenásobné regrese.
- Pro data o populačním růstu kůrovce získaná výpočetně a pro data skutečná byl určen korelační koeficient, který byl podroben testování signifikantnosti, opět se stanovením příslušné hladiny významnosti p .
- Za pomoci získané predikční rovnice bude pro interval let 2006 až 2010 simulován předvídatelný vývoj populačního růstu kůrovce vždy v následujícím roce (resp. v následujících letech) a tento výsledek bude srovnán se skutečností.

Poznámka:

Při hodnocení dynamiky (populačního růstu, respektive poklesu) populací lýkožrouta smrkového budou koeficienty populačního růstu z roku na rok počítány podle vzorce pro výpočet rychlosti růstu populace ($R = \log N_t - \log N_{t-1}$) Janošík (2005).

5.1. Výsledky a jejich rozbor

Pro posouzení vlivu vybraných faktorů na zvýšení stavů lýkožrouta v LHC Chvalšiny byla použita data z lesní hospodářské evidence za uplynulých 25 let (roky 1986 – 2010) (Tab.2). Za ukazatele stavu lýkožrouta v daném roce byla vzata přímo kůrovcová těžba. Jako faktory ovlivňující populační růst kůrovce byly uvažovány:

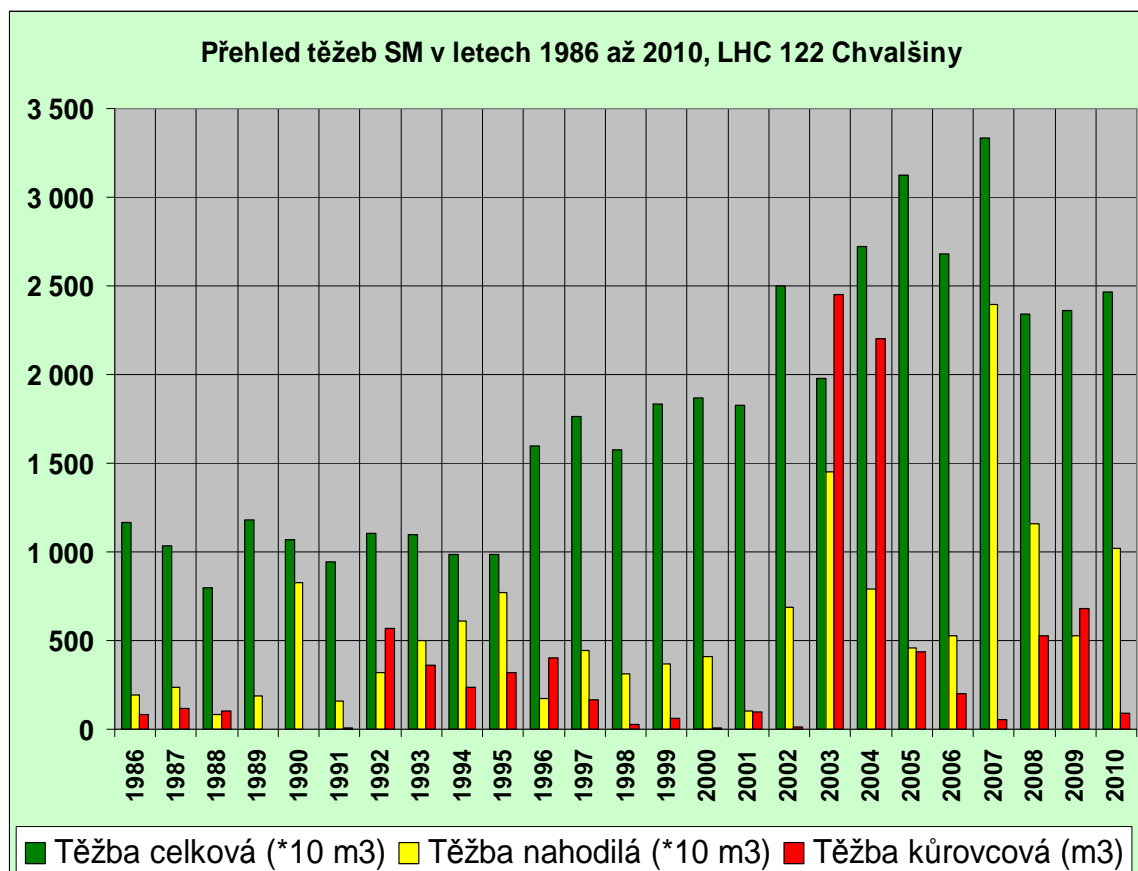
- celková roční těžba smrku,
- nahodilá roční těžba smrku (způsobená větrem a sněhem).

Tab.2

Přehled těžeb SM m ³ v letech 1986 až 2010, LHC 122 Chvalšiny			
rok	těžba celkem	těžba nahodilá; sníh, vítr	těžba kůrovcového dříví
1986	11 660	1960	84
1987	10 370	2380	115
1988	8000	860	106
1989	11 830	1900	2
1990	10 680	8240	0
1991	9470	1580	9
1992	11 070	3210	568
1993	10 960	4990	363
1994	9880	6120	238
1995	9880	7700	322
1996	15 960	1760	402
1997	17 660	4450	164
1998	15 750	3140	28
1999	18 320	3680	62
2000	18 680	4090	5
2001	18 260	1040	96
2002	25 020	6860	16
2003	19 810	14 540	2 451
2004	27 190	7900	2 199
2005	31 220	4570	440
2006	26 810	5310	203
2007	33 310	23 960	54
2008	23 380	11 630	528
2009	23 580	5280	677
2010	24 630	10 200	94

Získané hodnoty lze přehledně vyjádřit rovněž graficky (Graf 1)

Graf 1



Při grafickém znázornění bylo pro hodnoty těžby celkové a těžby nahodilé použito jiné měřítko (jednotka na ose y = 10m³) z důvodu zlepšení čitelnosti grafu

Z pouhého okulárního zhodnocení uvedeného sloupcového diagramu se ukazuje určitá míra korelace mezi velikostí těžby nahodilé a kůrovcovou těžbou v následujícím roce. Tato korelace se však jeví jako dosti slabá.

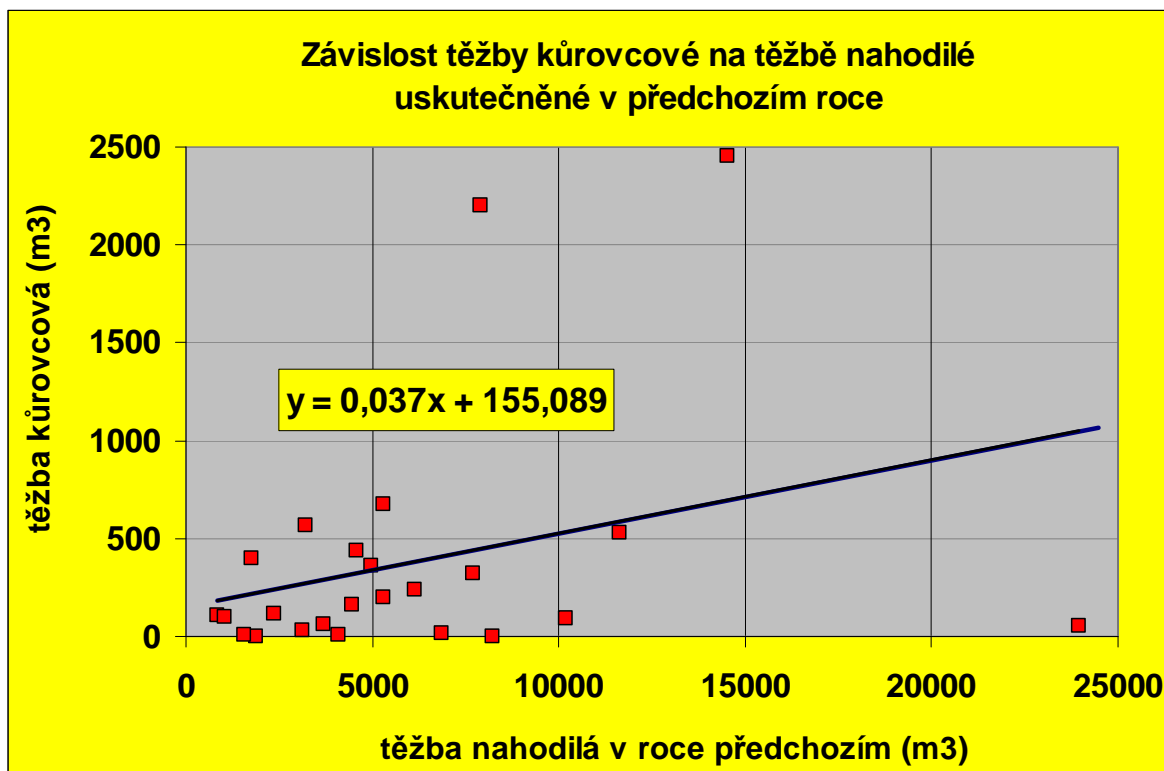
Řešení problému korelací mezi dynamikou výskytu kůrovce a faktory, jakými jsou celková roční těžba smrku, nahodilá roční těžba smrku způsobená větrem a sněhem, musíme ovšem pojmout obecně a zpracovat matematicky. Tyto faktory mohou hypoteticky ovlivňovat populační růst kůrovce v tom samém roce, v roce následujícím, popřípadě i po dvou letech (Tab.3). Budou tudíž vypočteny příslušné koeficienty korelace a navíc stanoveny jejich hladiny statistické významnosti p . Tím se ukáže, který z faktorů a s jakým časovým zpožděním výskyt kůrovce v dlouhodobém časovém intervalu 25 let skutečně ovlivňuje.

Tab.3

KOEFICIENT KORELACE a jeho statistická významnost	Těžba kůrovcová v témže roce	Těžba kůrovcová 1 rok poté	Těžba kůrovcová 2 roky poté
Těžba celková	0,256	0,265	0,243
	$p = 0,217$	$p = 0,211$	$p = 0,264$
Těžba nahodilá	0,313	0,432	0,089
	$p = 0,128$	$p = 0,035$	$p = 0,687$

Ze získaných výsledků lze uvažovat pouze o korelaci mezi objemem nahodilé těžby a těžbou kůrovcovou v následujícím roce. Koeficient korelace pro tento případ vychází 0,432, což je sice hodnota stále velmi malá, ale hladina významnosti $p = 0,035$ (tedy jen 3,5 % rizika, že pokud zamítnu nulovou hypotézu a budu tvrdit, že tyto dvě veličiny na sobě závisejí, mýlím se) činí tento koeficient signifikantním. Vyjádříme tudíž tuto závislost graficky (graf 2):

Graf 2



Rovněž z tohoto grafického vyjádření (Graf 2) je patrné, že závislost kůrovcové těžby na těžbě nahodilé, uskutečněné v předchozím roce, není příliš výrazná, ačkoliv ji nelze zcela opomenout.

Poznámka 1:

Pokud se již zde budeme orientovat na kůrovcový populační růst z roku na rok počítány podle vzorce pro výpočet rychlosti růstu populace ($R = \log N_t - \log N_{t-1}$), pak pro závislost tohoto populačního růstu na objemu nahodilé těžby v předchozím roce dostáváme koeficient korelace o hodnotě pouze 0,311 na hladině významnosti $p = 0,139$. Tuto korelaci tudíž nelze uvažovat.

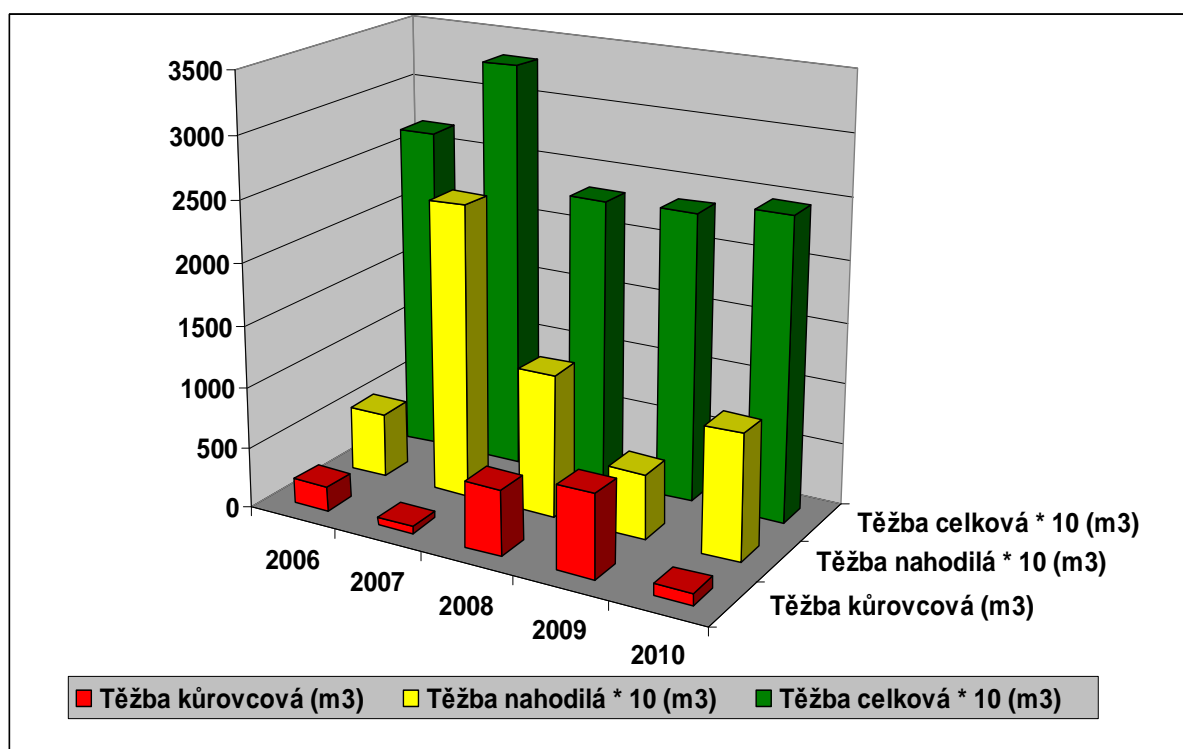
Poznámka 2:

Jako testovací kritérium pro koeficient korelace je používán výraz:

$$T = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

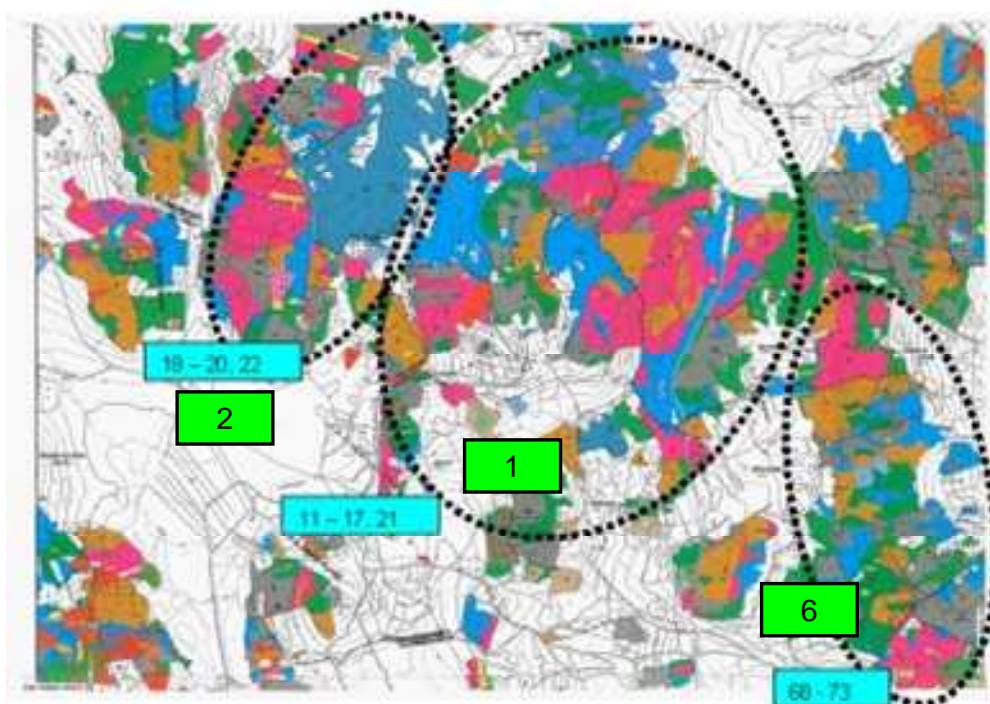
Výpočet hladin významnosti se děje na základě Studentovy t – funkce. Další postup prací byl proto zaměřen na období 5ti let (roky 2006 až 2010), kdy jsme byli svědky jak výrazné gradace populačního růstu kůrovce, tak i tvůrci intenzivních obranných opatření. Úvodní ilustraci poskytuje následující trojrozměrný graf. Pro období let 2006 až 2010 však lze rovněž z lesní hospodářské evidence získat velice podrobná data o těžbách kůrovcových PN i MN, těžbách lapáků PN i MN i těžbách živelných (SM nenapadené kůrovci) PN i MN, a to s velmi jemným členěním podle jednotek prostorového rozdělení lesa (Graf 3).

Graf 3

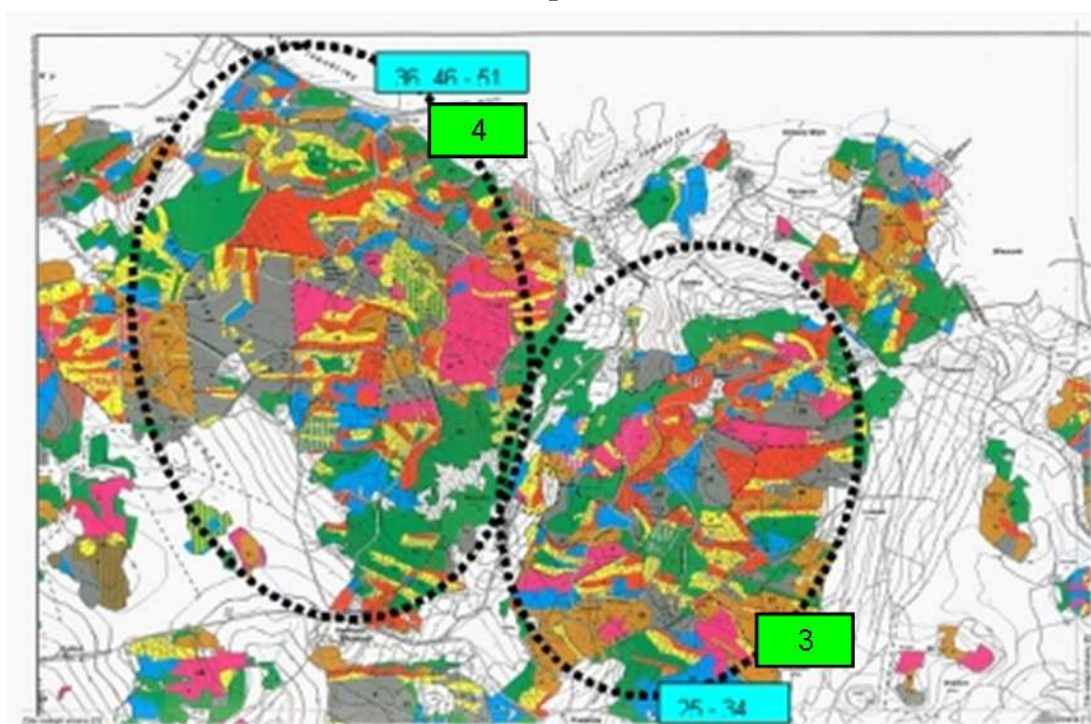


V následujícím kroku tudíž bylo v LHC Chvalšiny vylíšeno několik specifických segmentů, ve kterých lze vzhledem ke geografickým, výškovým, lesním, povětrnostním a dalším podmínkám považovat populaci kůrovce za uzavřenou. Tyto segmenty označíme pro názornost čísly 1 až 6 a jenoznačně k nim přiřadíme příslušná oddělení lesa, viz následující obrázky (Mapa 1, 2, 3)

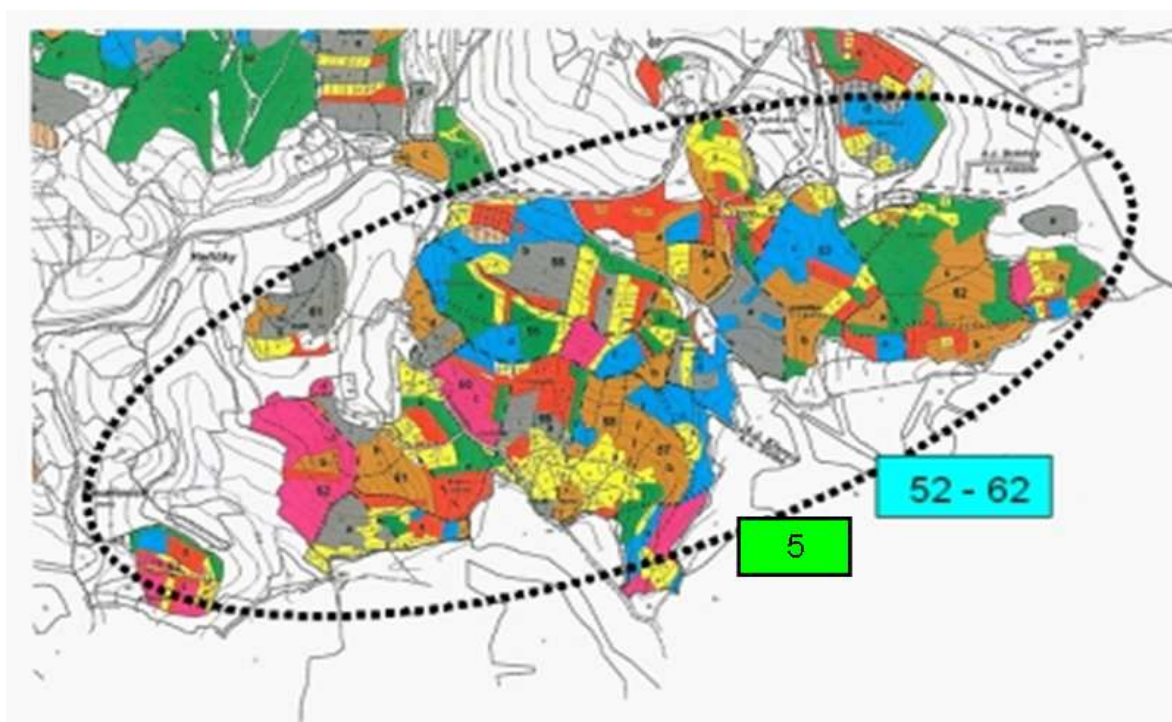
Mapa 1



Mapa 2



Mapa 3



Tab.4

Ips typographus - populačný rúst, v jednotlivých rokoch a jednotlivých vylišených segmentoch, vyjadrený z ťžieb kúrovcových							
Roky		Vylišené segmenty					
		1	2	3	4	5	6
		Odpovídající oddělení lesa					
		11-17; 21	18-20; 22	25-34	36; 46-51	52-62	68-73
1.	2006	-	-	-	-	-	-
2.	2007	0,000	-1,548	0,000	-0,100	-2,015	0,556
3.	2008	2,068	1,576	0,000	0,426	0,000	1,822
4.	2009	-0,088	0,127	1,574	0,335	1,996	-0,364
5.	2010	-1,980	-0,039	-1,533	-1,028	-1,996	-0,713

Zásadní faktory, které mohou tento populačný rúst ovlivňovat, jsou:

- ťžby kúrovcové PN i MN, realizované vždy v predchádzajúcom roku,
- ťžby lapákov PN i MN, realizované vždy v predchádzajúcom roku,
- ťžby živelné (nenapadené kúrovci) PN i MN realizované vždy v predchádzajúcom roku,
- ťžby živelné (nenapadené kúrovci) PN i MN realizované pred dvoma rokmi.

V následujících tabulkách číslo 5 – 7 jsou uvedeny výše nahodilých těžeb v m³, podle jednotlivých roků a oblastí - těžba kůrovcové v **tab.5**, těžba lapáků v **tab.6** a těžba živelná, nenapadená kůrovci, v **tab.7**

Tab.5

Těžby kůrovcové PN a MN (m ³)								Součet za roky
Roky		Vylišené segmenty						
		1	2	3	4	5	6	
		Odpovídající oddělení lesa						
		11-17; 21	18-20; 22	25-34	36; 46-51	52-62	68-73	
1.	2006	0,00	35,30	0,00	63,74	103,50	0,00	202,54
2.	2007	0,00	0,00	0,00	50,63	0,00	3,60	54,23
3.	2008	116,90	37,69	0,00	135,00	0,00	238,70	528,29
4.	2009	95,40	50,50	37,50	291,79	99,00	103,30	677,49
5.	2010	0,00	46,20	0,00	27,36	0,00	20,00	93,56
Součet za segmenty		212,30	169,69	37,50	568,52	202,50	365,60	1 556,11

Tab.6

Těžby lapáků PN a MN (m ³)								Součet za roky
Roky		Vylišené segmenty						
		1	2	3	4	5	6	
		Odpovídající oddělení lesa						
		11-17; 21	18-20; 22	25-34	36; 46-51	52-62	68-73	
1.	2006	11,90	15,70	17,90	38,10	55,60	0,00	139,20
2.	2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3.	2008	0,00	0,00	0,00	0,00	20,80	0,00	20,80
4.	2009	117,30	72,70	72,70	217,70	148,40	221,20	850,00
5.	2010	247,53	27,90	0,00	271,70	132,50	228,10	907,73
Součet za segmenty		376,73	116,30	90,60	527,50	357,30	449,30	1 917,73

Tab.7

Těžby živelné PN a MN, nenapadené kůrovci								Součet za roky
Roky		Vylíšené segmenty						
		1	2	3	4	5	6	
		Odpovídající oddělení lesa						
11-17; 21	18-20; 22	25-34	36; 46-51	52-62	68-73			
1.	2006	499,71	129,00	243,00	215,00	2 464,49	1 759,58	5 310,78
2.	2007	5 132,88	1 746,80	2 060,40	8 870,59	3 672,06	2 477,81	23 960,54
3.	2008	2 063,37	1 664,90	1 211,41	4 048,73	859,04	1 790,16	11 637,61
4.	2009	639,85	429,28	805,26	1 924,14	299,27	1 184,79	5 282,59
5.	2010	2 297,88	3 728,95	636,89	1 896,11	1 222,77	418,99	10 201,59
Součet za segmenty		10 633,69	7 698,93	4 956,96	16 954,57	8 517,63	7 631,33	56 393,11

Pro další zpracování potřebujeme veškeré těžby vyjádřit logaritmicky, proto je nutné zavést matematickou úpravu a změnit nulové hodnoty těžeb na nenulové, ale zanedbatelně malé. (v našem případě volíme 1 m^3) Podobným způsobem jsme si výpočetně pomohli i v případě předchozí tabulky populačního růstu kůrovce (tab. 4), aniž bychom tím zavedli jakoukoliv nepřipustnou chybu. Problém pramení především z přirozené příčiny dané vymezením uzavřené populace kůrovce, která ve skutečnosti nemůže být nikdy zcela uzavřena a proto se v časové řadě mohou vyskytovat nulové hodnoty, po nichž ovšem následují hodnoty nenulové. Použitím logaritmů si vytváříme předpoklady pro bezproblémové srovnávání a výpočetní zpracování i od sebe velice vzdálených hodnot objemů těžeb.

Hodnoty logaritmů výše těžeb z tabulek č. 5 – 7 jsou uvedeny v následujících tulkách č. 8 – 10.

Tab.8

Logaritmus těžeb kůrovcových PN a MN ($\log_{10}m^3$)							
Roky		Vylišené segmenty					
		1	2	3	4	5	6
		Odpovídající oddělení lesa					
		11-17; 21	18-20; 22	25-34	36; 46-51	52-62	68-73
1.	2006	0,000	1,548	0,000	1,804	2,015	0,000
2.	2007	0,000	0,000	0,000	1,704	0,000	0,556
3.	2008	2,068	1,576	0,000	2,130	0,000	2,378
4.	2009	1,980	1,703	1,574	2,465	1,996	2,014
5.	2010	0,000	1,665	0,041	1,437	0,000	1,301

Tab.9

Logaritmus těžeb lapáků PN a MN ($\log_{10}m^3$)							
Roky		Vylišené segmenty					
		1	2	3	4	5	6
		Odpovídající oddělení lesa					
		11-17; 21	18-20; 22	25-34	36; 46-51	52-62	68-73
1.	2006	1,076	1,196	1,253	1,581	1,745	0,000
2.	2007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3.	2008	0,000	0,000	0,000	0,000	1,318	0,000
4.	2009	2,069	1,862	1,862	2,338	2,171	2,345
5.	2010	2,394	1,446	0,000	2,434	2,122	2,358

Tab.10

Logaritmus těžeb živelných PN a MN, nenapadených kůrovci							
Roky		Vylišené segmenty					
		1	2	3	4	5	6
		Odpovídající oddělení lesa					
		11-17; 21	18-20; 22	25-34	36; 46-51	52-62	68-73
1.	2006	2,699	2,111	2,386	2,332	3,392	3,245
2.	2007	3,710	3,242	3,314	3,948	3,565	3,394
3.	2008	3,315	3,221	3,083	3,607	2,934	3,253
4.	2009	2,806	2,633	2,906	3,284	2,476	3,074
5.	2010	3,361	3,572	2,804	3,278	3,087	2,622

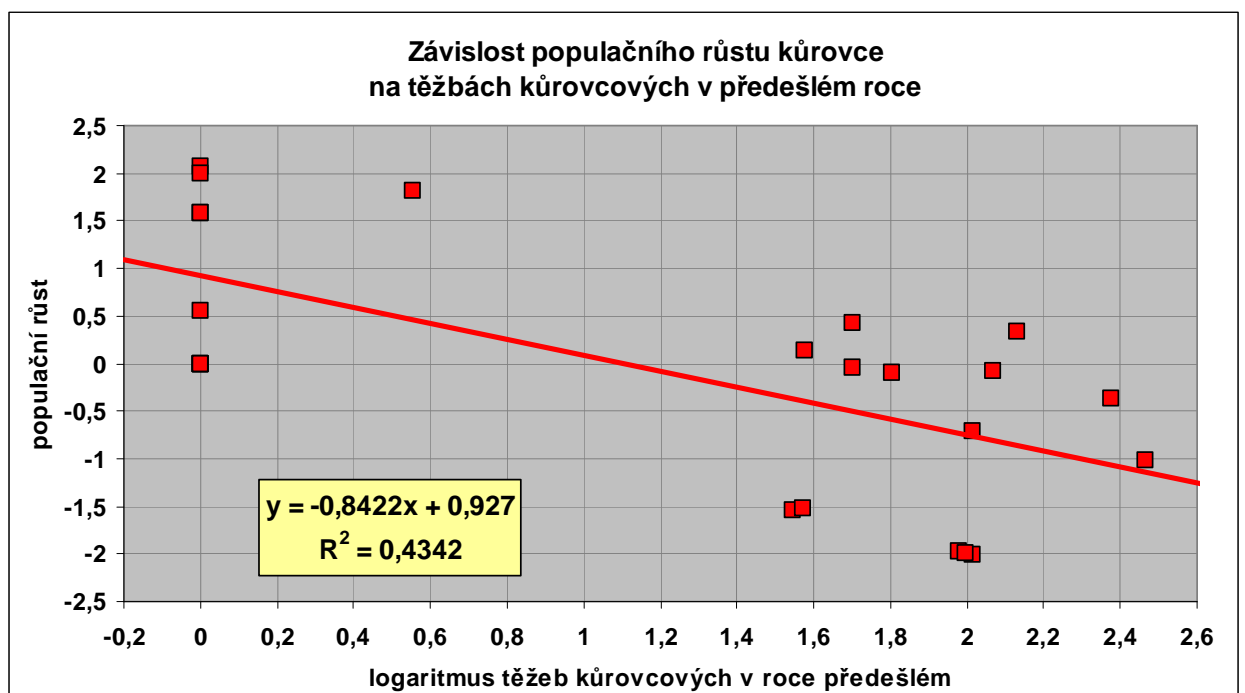
Po takovémto zpracování dat z LHE již můžeme vyjádřit závislosti:

- populačního růstu kůrovce na těžbě kůrovcové PN i MN, realizované vždy v předchozím roce,
- populačního růstu kůrovce na těžbě lapáků PN i MN, realizované vždy v předchozím roce,
- populačního růstu kůrovce na těžbě živelné (nenapadené kůrovci) PN i MN realizované vždy v předchozím roce,
- populačního růstu kůrovce na těžbě živelné (nenapadené kůrovci) PN i MN realizované přede dvěma lety.

Tyto závislosti budeme předpokládat nejprve vždy samostatně a vždy jako lineární. Vyjádříme je tudíž graficky přímkou. Tato přímka je matematicky zkonstruována metodou nejmenších čtverců a odpovídá tudíž nejlépe získaným datům.

Viz. následující grafy č. 4 –

Graf 4



Z tohoto grafického znázornění závislosti populačního růstu kůrovce na těžbách kůrovcových (graf 4) v předešlém roce je patrné, že čím více těžíme kůrovcové hmoty, tím je populační růst kůrovce menší. Výsledná přímka získaná matematickou metodou nejmenších čtverců (v našem případě za pomoci SW Microsoft Excel) je charakterizována regresní rovnicí :

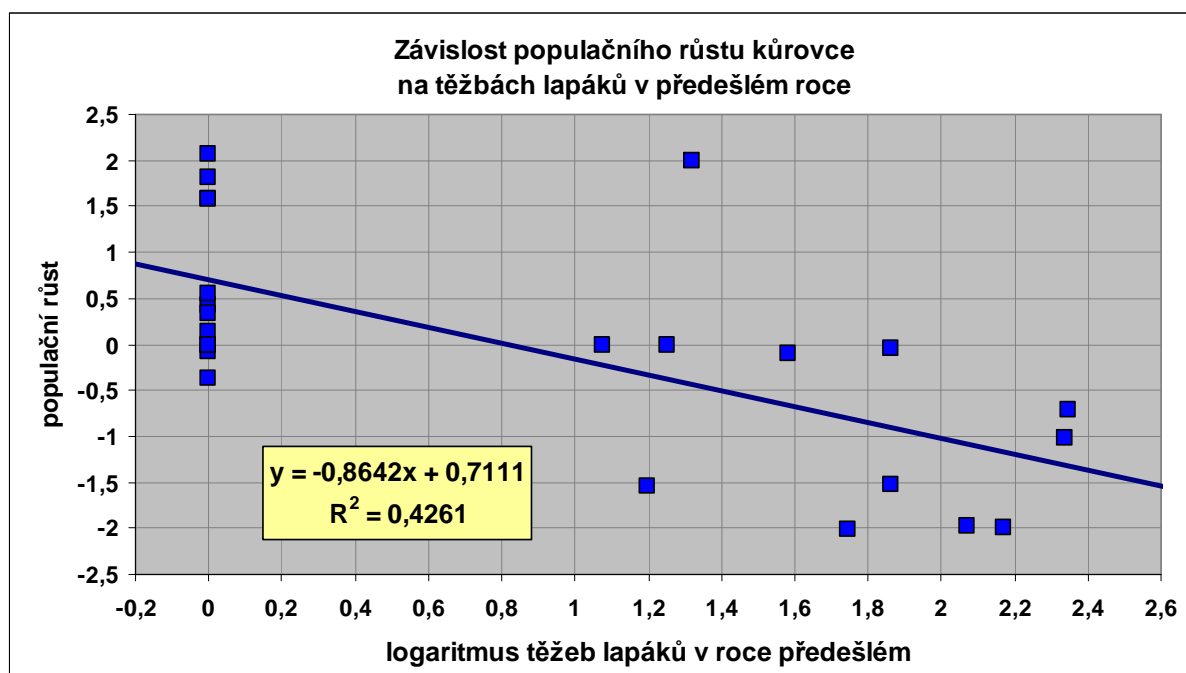
$$\text{Populační růst kůrovce}(t) = -0,842 \text{ glog}\{\text{těžby kůrovcové}(t-1)\} + 0,927$$

přičemž proměnná t vyjadřuje určitý rok a $(t - 1)$ rok předchozí.

Koeficient korelace $R = - 0,659$ nasvědčuje dobré závislosti, ačkoliv jsme jej očekávali přece jen vyšší. Jeho statistická významnost bude diskutována dále.

Následující grafické znázornění vyjadřuje závislost populačního růstu kůrovce na těžbách lapáků uskutečněných v předchozím roce.(graf 5)

Graf 5



Ve shodě s očekáváním je opět patrné, že větší objem těžby lapáků vede k nižšímu populačnímu růstu kůrovce. Výsledná přímka získaná matematickou metodou nejmenších čtverců (v našem případě za pomoci SW Microsoft Excel) je nyní charakterizována regresní rovnicí :

$$\text{Populační růst kůrovce}(t) = - 0,864 \text{ glog}\{\text{těžby lapáků}(t-1)\} + 0,711$$

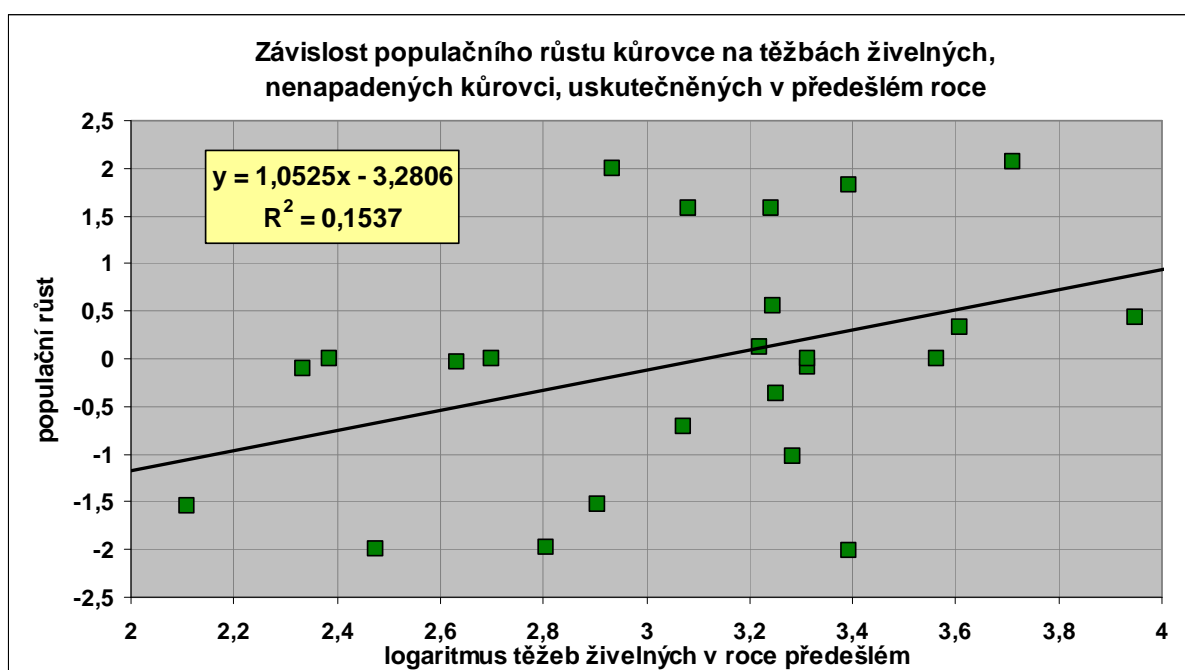
kde proměnná t vyjadřuje určitý rok a $(t - 1)$ rok předchozí.

Koeficient korelace $R = -0,653$ opět nasvědčuje dobré závislosti. Jeho statistická významnost bude diskutována dále.

Obě závislosti, jak závislost populačního růstu kůrovce na kůrovcových těžbách v předešlém roce, tak i závislost populačního růstu kůrovce na těžbách lapáků, jsou si tedy dosti podobné a vyjadřují skutečnost přibližně stejného významu obou obranných opatření při daném způsobu hodpodáření a v daných podmínkách.

Následující graf 6 vyjadřuje závislost populačního růstu kůrovce na těžbách živelných uskutečněných v předchozím roce.

Graf 6



Z grafu je patrné, že větší objem těžeb živelných v předešlém roce vede k vyššímu populačnímu růstu kůrovce (kladné znaménko u směrnice regresní přímky). Dále sledujeme, že tato závislost je strmější (vyšší hodnota směrnice regresní přímky), což znamená, že s nárůstem živelných těžeb může významně vzrůst i populační hustota kůrovce, ovšem jistota, s jakou se můžeme na tento závěr spoléhat, je dosti nízká (viz poměrně malý korelační koeficient). Výsledná přímka byla přirozeně opět získána matematickou metodou nejmenších čtverců (v našem případě za pomoci SW Microsoft Excel) je nyní charakterizována regresní rovnicí :

$$\text{Populační růst kůrovce}(t) = +1,052 \text{ glog}\{\text{těžby živelné}(t-1)\} - 3,281$$

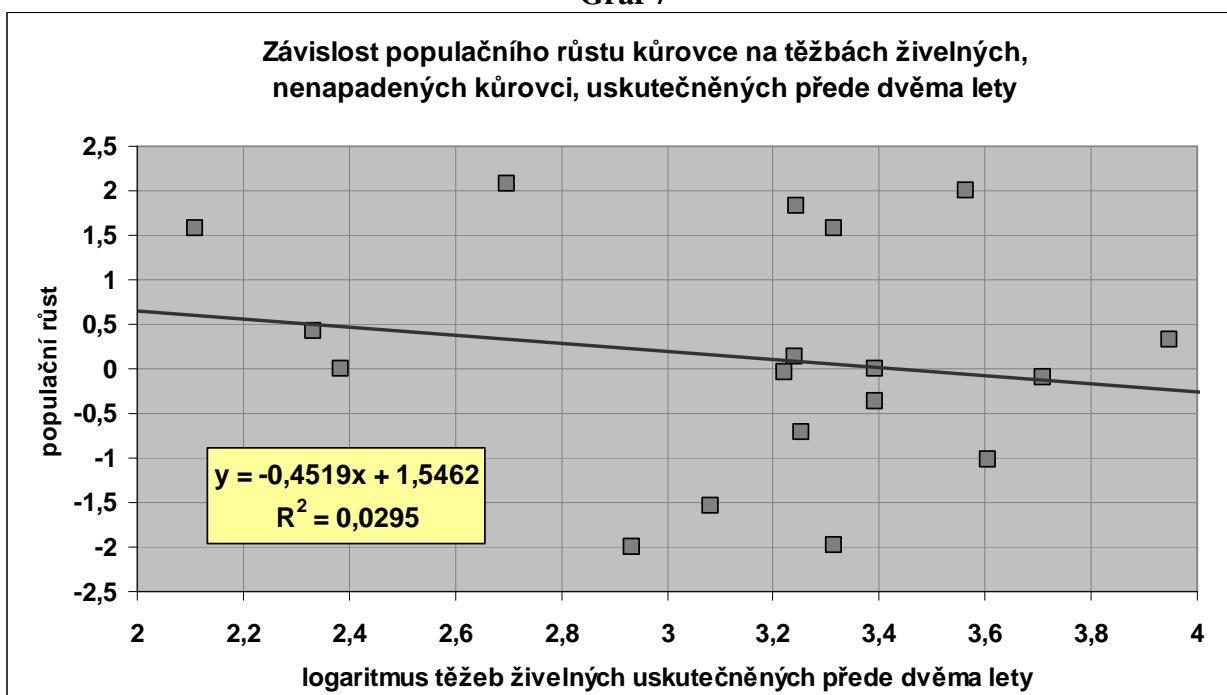
kde proměnná t vyjadřuje určitý rok a $(t - 1)$ rok předchozí.

Koeficient korelace $R = + 0,392$ vyjadřuje poměrně malou míru závislosti. Jeho statistická významnost bude diskutována dále.

Tuto závislost bylo možno též logicky předpokládat, ovšem očekávána byly závislost silnější. To, že je závislost populačního růstu kůrovce na těžbách živelných uskutečněných v předchozím roce poněkud slabší, je zřejmě důsledkem intenzivní péče o rychlé a kvalitní zpracování těžeb živelných, jakož i možným důsledkem komplexu ostatních obranných a preventivních opatření.

Poslední ze získaných grafů (graf 7) vyjadřuje závislost populačního růstu kůrovce na těžbách živelných, uskutečněných ovšem přede dvěma lety.

Graf 7



Z grafu je patrné, že větší objem těžeb živelných v předešlém roce by dokonce mohl vést k mírnému snížení populačního růstu kůrovce (záporné znaménko u směrnice regresní přímky). Ovšem shledáváme, že tato závislost je málo strmá (dostí malá absolutní hodnota směrnice regresní přímky), takže s nárůstem živelných těžeb přede dvěma lety nemůže počítat s výrazným poklesem populační hustoty kůrovce. Což je zcela podstatné je však velmi nízká jistota, s jakou bychom mohli na závislost vyjádřenou regresní přímku spoléhat (viz velice malý korelační koeficient o hodnotě $- 0,172$). Výsledná přímka byla

přirozeně opět získaná matematickou metodou nejmenších čtverců (v našem případě za pomoci SW Microsoft Excel) je nyní charakterizována regresní rovnicí :

$$\text{Populační růst kůrovce}(t) = - 0,452 \log\{\text{těžby živelné}(t-2)\} + 1,546$$

kde proměnná t vyjadřuje určitý rok a $(t - 2)$ situaci přede dvěma lety.

Již zmíněný koeficient korelace $R = - 0,172$ vyjadřuje velmi malou míru závislosti. Jeho statistická významnost bude diskutována dále.

Z analyzovaných dat jsme sice vypočetli a vyjádřili závislosti populačního růstu kůrovce na:

- těžbě kůrovcové PN i MN, realizované vždy v předchozím roce,
- na těžbě lapáků PN i MN, realizované vždy v předchozím roce,
- na těžbě živelné (nenapadené kůrovci) PN i MN realizované vždy v předchozím roce,
- na těžbě živelné (nenapadené kůrovci) PN i MN realizované přede dvěma lety.

Ovšem zbývá nám posoudit statistickou významnost koeficientů korelace a tak zjistit, které ze závislostí budeme dále výpočetně využívat a které toto oprávnění nemají. Pro tento účel vypočítáme pro jednotlivé koeficienty korelace testovací kritérium a následně pak hladinu významnosti p . Tato hladina významnosti vyjadřuje, jakého rizika omylu bychom se dopustili, pokud bychom tzv. nulovou hypotézu zamítli, ačkoliv by se zamítnout neměla. Zamítnutí nulové hypotézy přitom znamená, že reálná data z LHE a data vypočtená pomocí získaných regresních přímek spolu statisticky souvisí. Hladina významnosti p je pak mírou této souvislosti a čím je menší, tím je statistická souvislost vyšší. Obvykle se vyžaduje hodnota $p = 0,05$, popřípadě až $p = 0,01$. Vysoce rizikové případy z různých oborů vědy a výzkumu vyžadují i nižší p . Jinou cestou je posoudit přímo kritickou hodnotu korelačního koeficientu. Tyto hodnoty jsou pro hladiny významnosti $p = 0,01$ a $p = 0,05$ tabelovány ve statistických tabulkách. Na dané hladině významnosti je statisticky významná taková hodnota korelačního koeficientu, která tabelovanou hodnotu převyšuje. Následující tabulka 11 shrnuje výsledky všech výpočtů a posouzení statistické významnosti získaných korelačních koeficientů:

Tab. 11

Statistický parametr	těžby kůrovce (t-1)	těžby lapáků (t-1)	těžby živelné (t-1)	těžby živelné (t-2)
Koeficient korelace	-0,659	-0,653	0,392	-0,172
Hodnota testovacího kritéria T $T = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$	4,1085	4,0414	1,9990	0,8181
Odpovídající hladina významnosti p	0,0005	0,0005	0,0581	0,4221
Spolehlivost přijetí (%)	99,9537	99,9455	94,1890	57,7909
Kritická hodnota Studentova t_ rozdělení	3,7920		2,0740	
	pro hladinu významnosti p = 0,001		pro hladinu významnosti p = 0,001	4,015
Kritická hodnota korelačního koeficientu	0,515		0,404	0,468
	pro hladinu významnosti p = 0,01		pro hladinu významnosti p = 0,05	

Z tabulky 11 a grafů 4 a 5 je patrné, že mezi populačním růstem kůrovce a kůrovčovými těžbami v předchozím roce, jakož i mezi populačním růstem kůrovce a těžbami lapáků v předchozím roce je vysoce statisticky významná závislost. Spolehlivost přijetí hypotézy o jednoznačné úloze kůrovčových těžeb a těžeb lapáků se zde nacházejí nad 99,9 %.

Jako hraniční případ se jeví koeficient korelace mezi populačním růstem kůrovce a živelnými těžbami v předchozím roce. Vysoké hladiny významnosti zde sice nebylo dosaženo, ale ani vypočtenou hladinu p = 0,058, která se blíží kritické hodnotě koeficientu korelace pro hladinu významnosti p = 0,05, nelze považovat za zanedbatelnou. Proto si

můžeme dovolit přijmout rovněž závislost mezi populačním růstem kůrovce a živelnými těžbami v předchozím roce za signifikantní, i když s menší spolehlivostí tohoto tvrzení (94,2 %).

Co se týče koeficientu korelace mezi populačním růstem kůrovce a živelnými těžbami přede dvěma lety, pak je hladina významnosti $p = 0,422$ tak vysoká a tudíž spolehlivost jakýchkoliv úvah 57,8 % tak nízká, že o signifikantnosti této korelace pro dané podmínky našeho výzkumu vůbec nemůžeme uvažovat.

Na základě výsledků testování signifikantnosti faktorů vlivu již nyní víme, ze kterých členů bude sestavena predikční rovnice pro matematický výpočet předvídatelného vývoje populačního růstu kůrovce v následujícím roce. Půjde o členy zahrnující:

- těžbu kůrovcovou PN i MN, realizovanou vždy v předchozím roce,
- těžbu lapáků PN i MN, realizovanou vždy v předchozím roce,
- těžbu živelnou (nenapadenou kůrovci) PN i MN, realizovanou vždy v předchozím roce.

Koeficienty těchto členů ve vlastní predikční rovnici, jakož i její absolutní člen získáme metodou lineární vícenásobné regrese. Využijeme přitom maticové formy funkce LINREGRESE v SW Microsoft Excel. Výsledná predikční rovnice pro lineární vícenásobnou regresi má tvar:

$$\begin{aligned} \text{Populační růst kůrovce}(t) &= \\ &= -0,640 \cdot \log\{\text{těžby kůrovcové}(t-1)\} - \\ &\quad -0,438 \cdot \log\{\text{těžby lapáků}(t-1)\} + \\ &\quad +0,451 \cdot \log\{\text{těžby živelné}(t-1)\} - \\ &\quad -0,315 \end{aligned}$$

Z této rovnice můžeme výpočetně předvídat – predikovat populačním růstu kůrovce v následujícím roce při využití dat o těžbách kůrovcových, těžbách lapáků a těžbách živelných v tomto roce.

Korelaci mezi tato výpočetně predikovanými daty a daty skutečnými z let 2006 až 2010 posoudíme za pomoci korelačního koeficientu a jeho následného otestování. Výpočet koeficientu korelace realizujeme z následující tabulky:12

Tab. 12

Číslo	Rok / segment	Logaritmus kůrovcové těžby (t - 1)	Logaritmus těžby lapáků (t - 1)	Logaritmus těžby živelné (t - 1)	Predikovaný populační růst kůrovce (t)	Skutečný populační růst kůrovce (t)
1	2006 / 1. segment	0,000	1,076	2,699	0,431	0,000
2	2007 / 1. segment	0,000	0,000	3,710	1,358	2,068
3	2008 / 1. segment	2,068	0,000	3,315	-0,144	-0,088
4	2009 / 1. segment	1,980	2,069	2,806	-1,223	-1,980
5	2006 / 2. segment	1,548	1,196	2,111	-0,878	-1,548
6	2007 / 2. segment	0,000	0,000	3,242	1,147	1,576
7	2008 / 2. segment	1,576	0,000	3,221	0,129	0,127
8	2009 / 2. segment	1,703	1,862	2,633	-1,033	-0,039
9	2006 / 3. segment	0,000	1,253	2,386	0,212	0,000
10	2007 / 3. segment	0,000	0,000	3,314	1,180	0,000
11	2008 / 3. segment	0,000	0,000	3,083	1,076	1,574
12	2009 / 3. segment	1,574	1,862	2,906	-0,827	-1,533
13	2006 / 4. segment	1,804	1,581	2,332	-1,110	-0,100
14	2007 / 4. segment	1,704	0,000	3,948	0,375	0,426
15	2008 / 4. segment	2,130	0,000	3,607	-0,052	0,335
16	2009 / 4. segment	2,465	2,338	3,284	-1,435	-1,028
17	2006 / 5. segment	2,015	1,745	3,392	-0,839	-2,015
18	2007 / 5. segment	0,000	0,000	3,565	1,293	0,000
19	2008 / 5. segment	0,000	1,318	2,934	0,431	1,996
20	2009 / 5. segment	1,996	2,171	2,476	-1,427	-1,996
21	2006 / 6. segment	0,000	0,000	3,245	1,149	0,556
22	2007 / 6. segment	0,556	0,000	3,394	0,860	1,822
23	2008 / 6. segment	2,378	0,000	3,253	-0,370	-0,364
24	2009 / 6. segment	2,014	2,345	3,074	-1,245	-0,713
KOEFICIENT KORELACE					0,782	

Potěšující je poměrně vysoký koeficient korelace, který je však dobré ještě otestovat na jeho statistickou významnost, viz následující tabulka:13

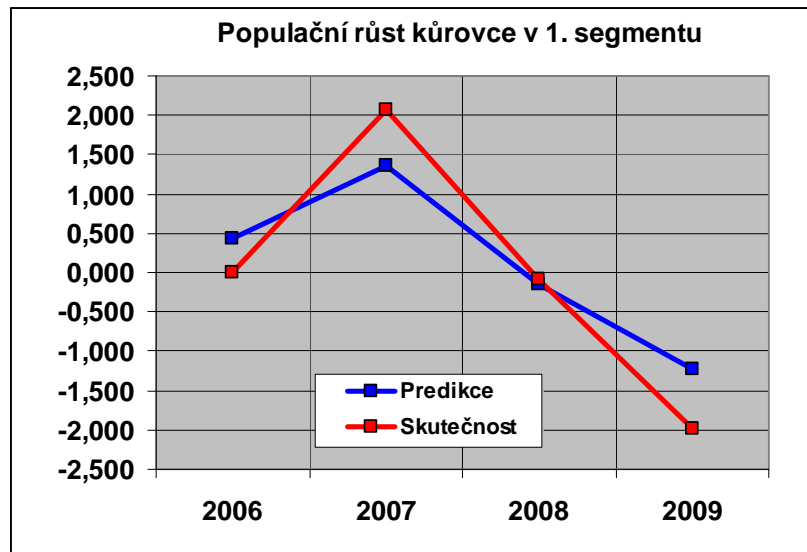
Tab. 13

Hodnota testovacího kritéria T	$T = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2}$	5,8902
Odpovídající hladina významnosti		0,000006
Spolehlivost přijetí (%)		99,9994
Kritická hodnota Studentova t_ rozdělení pro hladinu významnosti p = 0,001		3,7920
Kritická hodnota korelačního koeficientu pro hladinu významnosti p = 0,01		0,5150

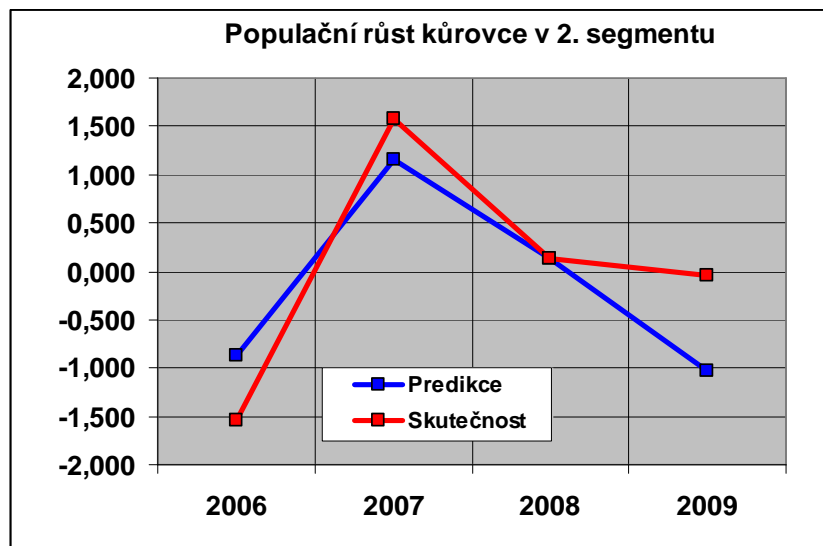
Z tabulky vyplývá, že vypočtená hladina významnosti činí 0,000 006 a převyšuje tudíž vysoce i náročnou standardní hladinu p = 0,001. S velmi vysokou spolehlivostí tudíž můžeme přijmout hypotézu, že naše predikční rovnice, poskytující údaje o populačním růstu kůrovce v budoucím roce na základě tohotočného objemu těžeb kůrovcových, lapákových a živelných, je vysoce statisticky významná.

Nakonec lze ještě za pomoci získané predikční rovnice simulovat pro interval let 2006 až 2010 předvídatelný vývoj populačního růstu kůrovce vždy v následujícím roce (resp. v následujících letech) a tento výsledek bude srovnán se skutečností. Tyto simulační výpočty jsme přirozeně provedli pro každý vylišený segment zvlášť a výsledky jsou zpracovány graficky, viz následující grafy 8 - 13:

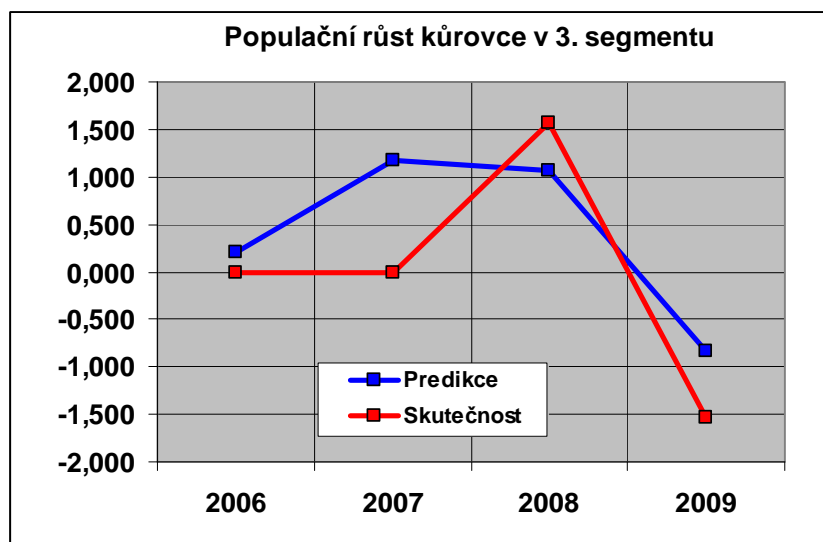
Graf 8



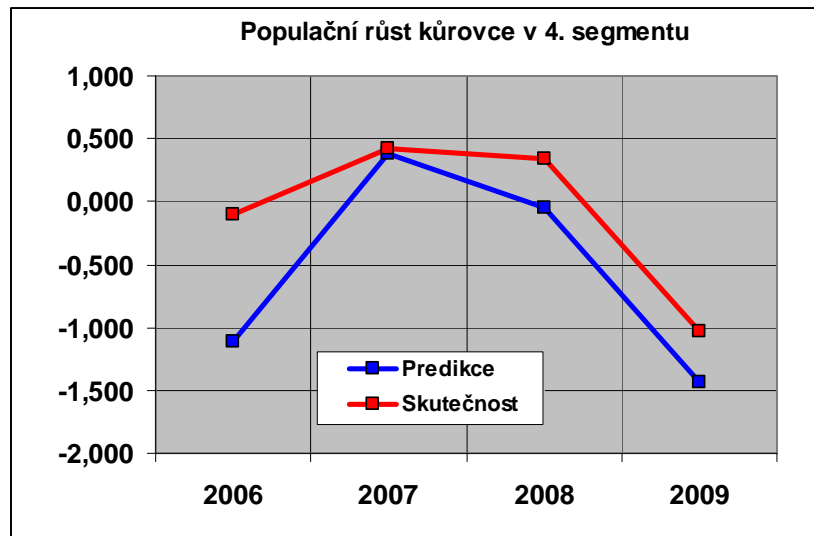
Graf 9



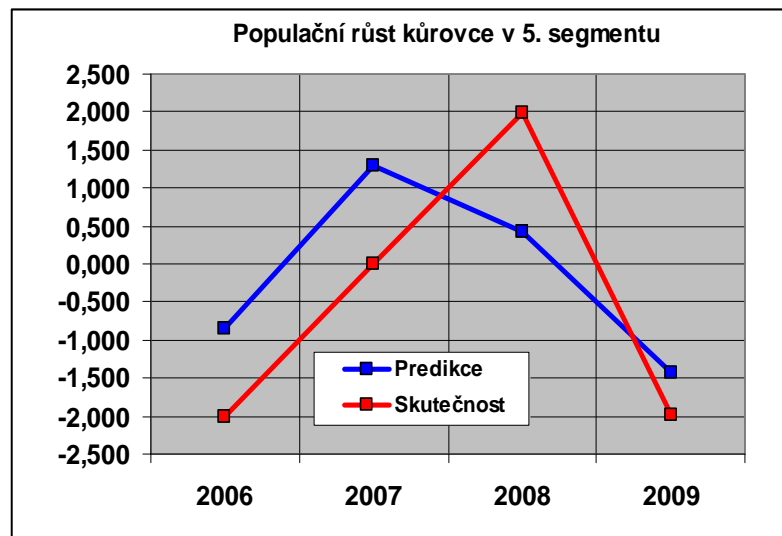
Graf 10



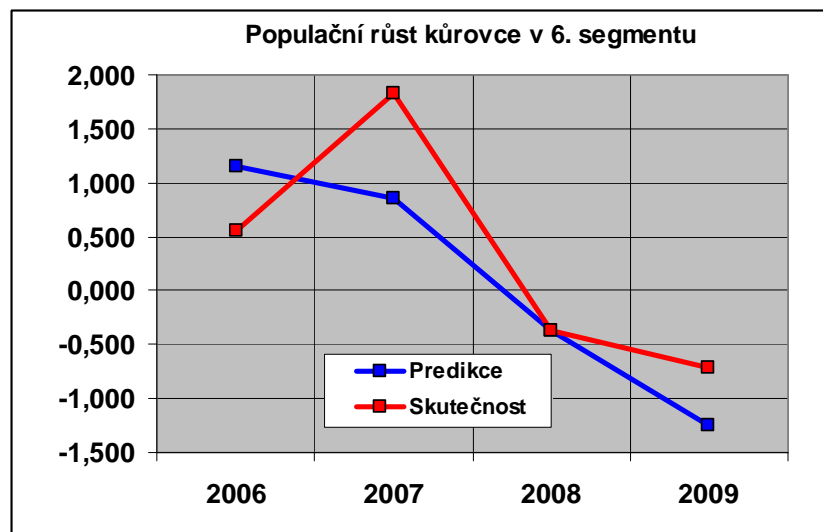
Graf 11



Graf 12



Graf 13



6. Diskuse

Analýzami poměrně rozsáhlého souboru dat byl zjištěn statisticky signifikantní vliv na populační dynamiku lýkožrouta smrkového jen u několika šetřených faktorů a to pouze na některých lokalitách.

Zjištěná velmi nízká závislost populačního růstu na výši živelných nahodilých těžeb před dvěma roky by případně mohla být důsledkem rychlého a kvalitního zpracování živelných těžeb, jakož i bezodkladného a důsledného zavedení všech účinných obranných opatření v době výrazného nárůstu živelných těžeb, takže v časovém intervalu 2 let populační hustota kůrovce nejenže neroste, ale naopak klesá. Pro toto nadějně tvrzení však není dosaženo potřebné a statisticky významné korelace.

Protože jako praktický lesník dobře vím, že zanedbané hospodaření ve smrkových porostech (včas nezpracovaná větrná kalamita) vede k namnožení kůrovce, zjištění faktu, že po dvou letech od nárůstu živelných těžeb již statistický výpočet nepotvrzuje nárůst populační hustoty kůrovce, může být důkazem správného hospodaření.

Naše analýza částečně souhlasí s údaji ØKLANDA & BJØRNSTADA (2003) nebo ØKLANDA & BERRYMANA (2004), kteří uvádějí, že množství dříví z větrných polomů představuje hlavní faktor, který nejvíce ovlivňuje populační dynamiku lýkožrouta smrkového. Tato tvrzení platila zejména na území LS Hořice. Jedná se o oblast, v níž jsou populace lýkožrouta smrkového na nízké úrovni a pružně tak reagují na přítomnost materiálu vhodného k namnožení, jakým je právě dříví z větrných polomů (CHRISTIANSEN & BAKKE 1988, ØKLAND & BJØRNSTAD 2003, ØKLAND & BERRYMAN 2004).

Šetření na LS Opava a Ostrava (HOLUŠA & LIŠKA 2002, HOLUŠA A KOL. 2010) ukazuje populační dynamiku lýkožrouta smrkového v odlišných podmínkách (vliv přísušků v posledních letech, s nimi spojené kalamitní rozšíření václavky smrkové (*Armillaria ostoyae* (H. Romagnesi); (Herink) a kalamitní výskyt lýkožrouta severského, který zkresluje představu o skutečném zastoupení a výskytu lýkožrouta smrkového). Už MARTÍNEK (1953) uvedl, že v boji proti lýkožroutu smrkovému v oblastech, ve kterých se vyskytuje velké množství václavkou nebo suchem oslabených porostů, masové použití lapáků nepřináší dobré výsledky vždy. A váha boje se tak více

přenáší na vyhledávání napadených stromů a jejich včasnou asanaci. Totéž lze říci o používání lapačů jako prostředků, s nimiž je veden boj proti lýkožroutu smrkovému.

Na LS Vodňany (Revír Helfenburk) byl vyhodnocen jako významný také vliv lapačů použitých proti lýkožroutu smrkovému v předchozím roce. Autoři jsou však vůči podobným závěrům skeptičtí, neboť uvádějí, že prostřednictvím feromonových lapačů nelze odchytnout zpravidla více než 10 % lokálních populací lýkožrouta smrkového (WESLIEN & LINDELÖW 1990, ZAHRADNÍK A KOL. 1993, LOBINGER & SKATULA 1996). Avšak právě tento zdánlivě nevýznamný podíl může být rozhodující ve chvíli, kdy atraktivní strom balancuje na hraně mezi ubráněním se a podlehnutím náletu škůdce.

Ostatní zkoumané faktory se jeví jako nevýznamné vzhledem ke změnám velikosti populací. Řada autorů však mnohé z nich považuje za významné faktory ovlivňující populační dynamiku lýkožrouta smrkového (např. WERMELINGER 2004).

Dopad na získané výsledky může mít také výběr nevhodné veličiny pro výpočet koeficientů růstu velikosti populací. Kromě objemů nahodilých kůrovcových těžeb by mohl být použit průměrný počet brouků odchycených do feromonového lapače za sezónu nebo během jarního období. FACCOLI & STERGULC (2004) uvádějí, že existuje statisticky signifikantní závislost mezi průměrnými odchyty do jednoho lapače a škodami v důsledku žírů lýkožrouta smrkového. Podobně WESLIEN A KOL. (1989) nebo LINDELÖW & SCHROEDER (2000) upozorňují na silnou lineární závislost mezi odchty do lapačů a množstvím odumřelých stromů v důsledku napadení lýkožroutem smrkovým. Na druhou stranu WESLIEN (1992) nebo LINDELÖW & SCHROEDER (2001) hovoří o tom, že vysoké odchty do lapačů nemusí nutně korelovat s mírou napadení stromů. Určování počtu jedinců odchycených do lapačů je v lesnické praxi navíc často značně zkresleno a tudíž zavádějící.

Pokud by byly nalezeny výrazně statisticky signifikantní závislosti mezi populační dynamikou a některým ze zkoumaných faktorů nebo obranných opatření, mohly být následně navrženy přesnější způsoby předpovědi počínající gradace lýkožrouta smrkového. Na ně by pak navázalo plánování a příprava optimální síly obranných opatření. Hlavním prostředkem v boji proti lýkožroutu smrkovému je tak i nadále pečlivé vyhledávání napadených stromů a jejich včasná asanace.

7. Závěr

Lýkožrout smrkový je na lesní správě Chvalšiny nejnebezpečnějším škůdcem na smrku. Představuje trvalé nebezpečí pro všechny smrkové porosty. Každoročně působí škody a v příznivých podmínkách může velmi rychle dojít k jeho kalamitnímu stavu. Pro minimalizaci škod je proto nutné trvale monitorovat jeho stavy a při signalizaci možnosti přemnožení okamžitě přistoupit k obranným opatřením. V hospodářském lese nelze spoléhat na samoregulující mechanismy, názorným příkladem výsledku tohoto přístupu jsou mrtvé smrčiny v bezzásahových zónách v NP Šumava.

Příznivé podmínky pro gradaci lýkožrouta smrkového jsou zejména suché a teplé počasí a dostatek zavádajících smrkových stromů. Z těchto faktorů může lesní hospodář ovlivnit svou činností eventuelně nečinností pouze ten druhý. V praxi to znamená včasné zpracování polomů a odvoz čerstvě pokáceného dřeva z lesa tak, aby v době rojení bylo této hmoty v lese minimum. Zejména u polomů je někdy obtížné tuto zásadu dodržet, vyšší výskyt polomů je vždy rizikovým faktorem. Z rozboru dat lesní hospodářské evidence za období 1986 – 2010 je patrné, že v podmínkách LS Chvalšiny při zpracování více než 6 000 m³ smrkových polomů za rok následuje vždy výrazné zvýšení škod lýkožroutem smrkovým v letech následujících.

Druhou částí prevence je zpracování dřeva kůrovcem již napadeného a jeho včasná asanace před vylétnutím dospělých brouků.

Vzhledem k tomu, že území LHC Chvalšiny leží v oblasti mezi CHKO Blanský les a CHKO Šumava a patří, co se týče přírodních poměrů, k nejzachovalejším územím České republiky, doporučuji pro ochranu lesa proti kůrovcům přednostně využívat postupy šetrné k životnímu prostředí. V první řadě preventivní likvidaci vhodné hmoty pro vývoj kůrovců těžbou, přibližováním a odvozem (porostní hygiena). Z kontrolních a obranných opatření selektivní metody odchyty – lapák nebo feromonový lapač (zde je důležitá vhodná konstrukce lapače, aby nedocházelo k odchyty užitečného nebo indiferentního hmyzu), asanaci odkorněním. Teprve v okamžiku, kdy tyto metody nestačí a hrozí nebezpečí z

prodlení, použít chemickou obranu (otrávené lapáky, postřiky napadených kmenů) při dodržení všech ustanovení Směrnice o ochraně lesa v podmínkách VLS ČR, s.p.

Kontrolu a obranu je nutno provádět celoplošně, z rozboru dat z lesní hospodářské evidence nebyla zjištěna žádná prokazatelná závislost šíření kůrovců na věku, bonitě, zastoupení smrku v porostu nebo hmotnosti smrku, která by opravňovala zúžení oblasti obrany.

8. Seznam použité literatury

BAKKE, A., FROYEN, P. AND SKATTEBOL, L.

Field response to a new pheromonal compound isolated from *Ips typographus* 1977.

BIRGERSSON, G., SCHLYTER, F., LÖFQVIST, J. AND BERGSTRÖM, G.

Quantitative variation of pheromone components in the spruce bark beetle *Ips typographus* from different attack phases. 1984.

ČEŠKA P.

Směrnice o ochraně lesa v podmínkách VLS ČR, s.p., Praha 2004

DATOVÝ PODKLAD VLS ČR, S.P.

Projektový ústav a VLS ČR, s.p. – divize Horní Planá

NOVÁK V., HROZINKA F., STARÝ B.

Atlas hmyzích škůdců lesních dřevin, 1. vyd., Praha 1974

RUDINSKY J. A.

Ecology of Scolytidae. Annu Rev Entomol 1962

RUDINSKY J. A.

Chemoacoustically induced behavior of *Ips typographus* (Col.: Scolytidae). 1979

SKUHRAVÝ V.

Lýkožrout smrkový a jeho kalamity, 1. vyd., Praha 2002

ŠVESTKA M., HOCHMUT R., JANČAŘÍK V.

Praktické metody v ochraně lesa, 2. vyd., Kostelec nad Černými lesy 1998

VICENA I.

Příroda je více než kůrovec, Lesnická práce, 83, 2004, č. 9, 30/478

VITE, J. P., BAKKE, A. AND RENWICK, J. A. A.

Pheromones in *Ips* (Coleoptera: Scolytidae) 1972

WESLIEN J. & LINDELÖW Å.

Recapture of marked spruce bark beetles (*Ips typographus*) in pheromone traps using area-wide mass trapping. 1990

ZAHRADNÍK P, LIŠKA J. A ŽDÁREK J.

Feromony v ochraně lesa 1993

ZAHRADNÍK P.

Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.), Lesnická práce, 80, 2000, č. 10, příloha

ZUMR VÁCLAV

Lýkožrout smrkový-biologie, prevence a metody boje 1985