

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra ochrany lesa a entomologie



**Vývoj klikoroha borového v závislosti na
mikroklimatických podmínkách a době kladení vajíček**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jakub Šulák
Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Šrůtka, Ph.D.

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ochrany lesa a entomologie

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jakub Šulák

Lesní inženýrství

Název práce

Vývoj klikoroha borového v závislosti na mikroklimatických podmínkách a době kladení vajíček

Název anglicky

The development of large pine weevil depending on microclimatic conditions and the time of oviposition

Cíle práce

Zjistit průběh vývojového cyklu klikoroha borového na zvolených lokalitách, zohlednit přitom dobu kladení vajíček.

Metodika

1. Zvolit ve vybrané oblasti dvě pokusné plochy – mýtiny pocházející z posledního zimního období. Plochy vybrat tak, aby jedna z nich měla expozici jižní, druhá expozici severní.
2. Každý měsíc (duben – září) zakopávat na každou lokalitu tři borová polena, dlouhá 0,5 m, silná cca 20 cm.
3. Po uplynutí jednoho měsíce vykopat jedno z polen, vložit do izolátoru z kovového pletiva, opět zakopat.
4. Každý druhý měsíc vykopat jedno z polen, citlivě odloupat kůru, nalezené larvy uložit do lahvičky s 60% lihem, lahvičku označit (datum zakopání a vyjmutí polena).
5. V říjnu vykopat všechna polena, pečlivě vyhledat všechny larvy pod kůrou (uložit do označené lahvičky), spočítat nalezené kukelné kolébky (opuštěné a plné, s larvou).
6. Vyhodnotit pokus a sepsat práci.

Doporučený rozsah práce

30 – 60 stran

Doporučené zdroje informací

Burket L., 1905: Ochrana lesů. Písek, pp. 1-259

Eidmann H. H., 1974: Hylobius Schönh. In: Schwenke W. (ed.): Die Forstschädlinge Mitteleuropas, teil II Käfer, Paul Parey, Hamburg, pp. 275-293

Charitonova N. Z., 1965: Bolšoj sosnovyj dolgonosik i borba s nim. Moskva, pp. 1-88

Mráček Z., 1987: Bionomie klikoroha borového (Hylobius abietis L.), zejména migrace a jeho chování. Kandidátská dizertační práce, VÚLHM, Jiloviště-Strnady pp. 1-100

Nechleba A., 1923: Ochrana lesů. Díl II, Ochrana proti přírodě ústrojně. Praha, pp. 1-362

Novák V., 1965: Klikoroh borový. SZN Praha, pp. 1-90

Pfeffer A., 1961: Ochrana lesů. Praha, SZN, pp. 1-839

Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Šrůtka, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 15. 4. 2014

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 8. 2014

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 16. 02. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma "Vývoj klikoroha borového v závislosti na mikroklimatických podmínkách a době kladení vajíček" vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Šrůtky, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne 9. dubna 2015

Podpis autora

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Petru Šrůtkovi, Ph.D. za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohli tuto práci zkompletovat. Zároveň bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu při mém studiu.

Abstrakt

V rešeršní části se práce zabývá souhrnným přehledem bionomie klikoroha borového (*Hylobius abietis*), jeho rozšíření a škodlivostí. Zabývá se také ochrannými opatřeními proti škodlivému působení dospělců klikoroha. Praktická část se zaměřila na dobu kladení s ohledem na situaci čerstvých pasek k jižní nebo severní světové straně. Na obou lokalitách bylo každý měsíc ve vegetační sezóně zakopáno po 3 čtvrtých borových polenech. Po měsíci se jedno poleno vyjmulo a ošetřilo izolátorem, který zabránil přímému kontaktu polena s půdou popř. přímo s hmyzem. Druhý měsíc po zakopání se druhé poleno vyjmulo. Následně došlo k šetrnému oloupání borky a spočítání larev. Třetí poleno bylo zakopané po celou vegetační sezónu, kdy následně došlo ke spočítání larev a případně i kukelných komůrek.

Z výsledků je patrné, že aktivita kladení vajíček na severní expozici je nejvyšší v červenci. U jižní expozice je pak nejvyšší aktivita kladení v měsíci srpnu. Získaná data také přesvědčivě ukazují fakt, že brouci si pro kladení vybírají více prohřáté, jižní svahy.

Klíčová slova: klikoroh borový, vývojový cyklus

Abstrakt

The conclusion of this work focuses upon the overall summary of the bionomics of the large pine weevil (*Hylobius abietis*), its spread and harmfulness. Furthermore, the conclusion focuses upon the preventive precautions against the harmful impacts of the adult large pine weevil. The practical part of this work focuses upon the period of egg laying, with respect to the condition of the freshly grown clearings on either south or north side of the hill. At both locations, each month we had buried 3 freshly cut pine logs during the vegetational season. After a month one log had been dug out and wrapped up in an isolating wrap in order to prevent its contact with earth and any insect. After the second month since the burying another log had been taken out and, having peeled the bark, the larvae were counted. The third log had remained buried throughout the whole of the vegetational season. After the end of the season this log too had been dug out and the larvae as well as their burrows under the bark counted.

The findings show that egg-laying on the north side of the hill is at its highest during July, whereas in the case of the south side of the hill, the egg-laying reaches its peak during August. The data gathered prove that the large pine weevil prefers to lay eggs at the south part of the hillside as this part of the hill gets more sunlight.

Keywords: *Hylobius abietis*, development cycle

Obsah

| | |
|--|----|
| Prohlášení..... | 4 |
| Poděkování..... | 5 |
| Abstrakt..... | 6 |
| Abstrakt..... | 7 |
| Seznam tabulek, obrázků a grafů..... | 10 |
| 1 Úvod..... | 12 |
| 2 Cíle práce..... | 13 |
| 3 Literární rešerše..... | 14 |
| 3.1 Klikoroh borový..... | 14 |
| 3.1.1 Systematické zařazení klikorooha borového..... | 14 |
| 3.1.2 Morfologická charakteristika..... | 14 |
| 3.1.3 Bionomie..... | 15 |
| 3.1.4 Rozšíření..... | 19 |
| 3.1.5 Žír..... | 20 |
| 3.1.6 Škodlivost..... | 21 |
| 3.2 Ochranná opatření..... | 23 |
| 3.2.1 Škody působené klikorohem..... | 23 |
| 3.2.2 Historicky používané metody..... | 23 |
| 3.2.3 Mechanická ochrana..... | 24 |
| 3.2.4 Preventivní ochrana..... | 25 |
| 3.2.5 Biologická ochrana..... | 26 |
| 3.2.6 Chemická ochrana..... | 26 |
| 3.2.6.1 Použití přípravků..... | 27 |
| 3.2.6.2 Vaztak 10 EC..... | 29 |
| 3.2.7 Vhodná ochranná metoda..... | 30 |
| 3.3 Teplota a prostředí..... | 31 |
| 3.3.1 Teplota a půda..... | 31 |
| 3.3.2 Teplota a hmyz..... | 32 |
| 3.3.3 Teplota a klikoroh borový..... | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4 | Metodika | 36 |
| 4.1 | Charakteristika území | 36 |
| 4.2 | Výběr a charakteristika pasek | 37 |
| 4.2.1 | Paseka U Včelína | 38 |
| 4.2.2 | Paseka Špičák | 39 |
| 4.3 | Postup prací..... | 40 |
| 5 | Výsledky | 42 |
| 5.1 | Paseka U Včelína | 42 |
| 5.2 | Paseka Špičák | 44 |
| 5.3 | Shrnutí výsledků | 46 |
| 6 | Diskuze | 48 |
| 7 | Závěr | 50 |
| | Seznam literatury a použitých zdrojů | 51 |

Seznam tabulek, obrázků a grafů

| | |
|--|----|
| Tab. 1 Průměrné měsíční teploty půdy na louce, v porostu BO a smíšeném porostu DB a HB (Petřík et al. 1986)..... | 32 |
| Tab. 2 Průměrné měsíční teploty na území Ústeckého kraje v roce 2014 (ČHMÚ 2015) . | 37 |
| Tab. 3 Průměrné měsíční srážky na území Ústeckého kraje v roce 2014 (ČHMÚ 2015).. | 37 |
| Tab. 4 Podrobný postup prací prováděných na zkusných plochách v roce 2014 | 41 |
| | |
| Obr. 1 Dospělec klikorooha borového | 15 |
| Obr. 2 Larvy klikorooha borového | 15 |
| Obr. 3 Kukelná komůrka s larvou..... | 17 |
| Obr. 4 Vývojový diagram klihoroha borového (MODLINGER et KNÍŽEK 2009) | 18 |
| Obr. 5 Areál výskytu klikorooha v Evropě (Fauna Europaea 2012) | 19 |
| Obr. 6 Klikoroh borový provádějící zralostní žír na sazenici (LOS 2015)..... | 20 |
| Obr. 7 Lapací kůra na klikorooha borového (LOS 2015)..... | 22 |
| Obr. 8 Ochrana sazenic proti klikoroohu borovému navoskováním (LOS 2015)..... | 24 |
| Obr. 9 Plastový límec na sazenici | 25 |
| Obr. 10 Sazenice po aplikaci lepidla a písku (METOD 2015) | 25 |
| Obr. 11 Teplota a její vliv na rychlost růstu larev a kukel (INVARD et al. 2012)..... | 34 |
| Obr. 12 Určení lokalit, kde byl prováděn pokus A- lokalita Špičák, B- lokalita U Včelína (MAPY.CZ 2015) | 36 |
| Obr. 13 Zkusná plocha v porostu 28 C 10 | 38 |
| Obr. 14 Zkusná plocha v porostu 29 B 10 | 39 |
| Obr. 15 Poleno uložené v mírném spádu, dalším krokem bylo zahrnutí polena zeminou .. | 40 |
| Obr. 16 Poleno ošetřené izolátorem..... | 40 |
| Obr. 17 Larvy z polena, které bylo zakopané od 31. 5. do 2. 8. 2014 v lokalitě U Včelína | 41 |
| Obr. 18 Kukelné komůrky na špalku, který byl zakopán od 31. 5. do 31. 10. 2014 v lokalitě Špičák..... | 41 |

| | |
|---|----|
| Graf 1 Počet vajíček nakladených v lokalitě U Včelína. Polena byla zakopána 2 měsíce. . | 42 |
| Graf 2 Počet vajíček nakladených v lokalitě U Včelína. Polena byla zakopána každý měsíc a ponechána v půdě až do ukončení pokusu. | 43 |
| Graf 3 Počet vajíček nakladených v lokalitě U Včelína. Polena byla po měsíci vytažena a ošetřena izolátorem. Poté byla zpět uložena až do ukončení pokusu. | 43 |
| Graf 4 Počet vajíček nakladených v lokalitě Špičák u polen, která byla zakopána 2 měsíce. | 44 |
| Graf 5 Počet vajíček nakladených v lokalitě Špičák. Polena byla zakopána každý měsíc a ponechána v půdě až do ukončení pokusu. | 45 |
| Graf 6 Počet vajíček, nakladených v lokalitě Špičák. Polena byla po měsíci vytažena a ošetřena izolátorem. Poté zpět uložena až do ukončení pokusu. | 45 |
| Graf 7 Součet larev, popř. kukelných komůrek ze všech polen, která byla každý měsíc zakopána. | 46 |

1 Úvod

Klikoroh borový (*Hylobius abietis* /Linnaeus, 1758/) patří mezi nejvýznamnější domácí škůdce lesních dřevin. Imaga svým žírem poškozují báze mladých sazenic. Při dalších nepříznivých vlivech, např. nedostatek srážek, dochází dalším stresováním jedince k odumírání. Jeho negativní působení dokazuje fakt, že je zařazen do vyhlášky MZe č. 101/1996 Sb. jako jeden z kalamitních škůdců. Mezi další kalamitní škůdce řadíme také lýkožrouta smrkového (*Ips typhoglyphus* /Linnaeus, 1758/), lýkožrouta lesklého (*Pitogenes chalcographus* /Linnaeus, 1761/), bekyni mnišku (*Lymantria monacha* /Linnaeus, 1758/), obaleče modřínového (*Zeiraphera griseana* /Hübner, 1799), a několik ploskohřbetek rodu *Cephalcia* (*C. abietis* /Linnaeus, 1758/, *C. arvensis* /Panzer, 1805/ a *C. alpina* /Klug, 1808/).

Smyslem mojí práce bylo zjištění vývojového cyklu klikorocho borového na dvou zvolených loklitách se zohledněním doby kladení vajíček.

2 Cíle práce

Cílem práce bylo zjištění doby kladení vajíček ve zvolených lokalitách. K účelům práce patřilo zjištění rozdílů množství nakladných vajíček v závislosti na poloze zkusných ploch. Konkrétně se jednalo o zakopání polen na jižním a severním svahu. Díky třem čerstvým borovým polenům, která se každý měsíc zakopávala na obě paseky lze zjistit, zda klikoroh klade pouze na čerstvé špalky, nebo zda klade na špalky i několik měsíců staré. Vzhledem k faktu, že výzkum probíhal pouze jednu vegetační sezónu, by bylo vhodné navrhnout jeho další pokračování. Výsledkem by tak bylo úplné zmapování vývojového cyklu klikoroha borového, který při konkrétních klimatických podmínkách nemohl být dokončen během jedné vegetační sezóny.

3 Literární rešerše

3.1 Klikoroh borový

3.1.1 Systematické zařazení klikorooha borového

Klikoroh borový (*Hylobius abietis* /Linnaeus, 1758/) je v taxonomickém systému zařazen do:

třída: hmyz (Insecta)

podtřída: křídlatí (Pterygota)

řád: brouci (Coleoptera)

podřád: všežraví (Polyphaga)

čeleď: nosatcovití (Curculionidae)

rod: klikoroh (*Hylobius*) (BIOLIB 2015)

3.1.2 Morfologická charakteristika

Tělo dospělého klikorooha borového dosahuje velikosti 6 – 15 mm. Velikost jedinců značně kolísá (obr. 1). Větší rozměrová rozmanitost je u samic. Imago je tmavě hnědé, s ochlupeným matným štítkem a ozubenými stehny (KŘÍSTEK et URBAN 2013). Tělo dospělého je silně chitinizované (PFEFFER et al. 1954). Hlava je mírně protáhlá s poměrně silným zahnutým nosečem. Na konci hlavy jsou zřetelná paličkovitá tykadla, která může uložit do rýh nosce. Na tykadlech jsou umístěny čichové orgány, díky nimž dospělec vyhledá vhodnou lokalitu ke kladení. Součástí hlavy je kousací ústní ústrojí (*labium, mandibulae, maxillae*). Kusadla slouží především k získání a trhnutí potravy, případně i k boji. Čelistní makadla jsou pohyblivá, tvořena ze čtyř částí a slouží k rozmělnění získané potravy a jejímu posouvání. Spodní pysk je nepárový, obě pysková makadla mají dvě části. Složené oči jsou dobře vyvinuté. Hruď je tvořena velkou předohrudí, pohyblivě spojená s malou trojúhelníkovou středohrudí a chráněna klenutým štítem. Štít je užší než krovky a zároveň širší než hlava. Tři páry končetin jsou umístěny na každé části hrudi. Nohy jsou kráčivé a chodidla čtyřčlanková. Na spodní straně zadečku mají všechny články zřetelné švy. Celý zadeček, zadohruď a předohruď jsou kryty silně sklerotizovanými

krovkami. Pod krovkami nalezneme druhý pár křídel. Křídla jsou blanitá a silně protkána žilnatinou. (KŘÍSTEK a URBAN 2013).

Pohlavní dimorfismus je znatelný na spodní straně zadečkového článku. Samečci mají tento článek mírně vtlačený dovnitř a tvoří drobnou prohlubeň. Naopak samičky mají v této části zadečkového článku zřetelný výstupek (NOVÁK 1965).

Vajíčka jsou žlutobílá, oválná o velikosti 1 x 0,8 mm. Během vývoje se prodlužují až na 1,7 mm, jejich obal tmavne a zprůhlední (CHARITONOVA 1965). Larva je bělavá, rohlíčkovitě zahnutá (obr. 2), bez končetin s hnědožlutou, sklerotizovanou hlavou opatřenou silnými kusadly. Klikoroh patří k druhům s proměnou dokonalou, neboli holometabolie. V jeho životním cyklu se objeví také vývojové stádium kukly, které není podobné vývojovému stádiu larvy. Kukla je již podobná dospělci, na konci zadečku má dva krátké trny (MODLINGER et KNÍŽEK 2009). Caputium je nesklerotizované, bílé a nekousací (NOVÁK 1965).



Obr. 1 Dospělec klikorooha borového



Obr. 2 Larvy klikorooha borového

3.1.3 Bionomie

Klikoroh borový se páří v období, kdy se odehrává zralostní žír. Probíhá převážně po přezimování jedinců a u zlomku jedinců již v prvním roce jejich vylíhnutí, před zimováním. Samčí dospělci se líhnou již zcela sexuálně vyspělí, oproti samicím, které pohlavně dozrají až v průběhu stádia imaga. (NOVÁK 1965).

Spárené samice kladou vajíčka od května do září. Denně jsou schopny naklást 1 až 2 vajíčka (CHARITONOVA 1965). Celkový počet vajíček, která jsou samice schopny naklást, se v publikacích velmi liší. V literatuře se uvádí cca 118 vajíček (KŘÍSTEK et

URBAN 2004), 80 až 100 ks (KOMÁREK 1924), 50 ks (CHARITONOVA 1965), aj. V laboratorních podmínkách se množství vajíček pohybuje okolo 86 až 450 ks, z čehož lze předpokládat, že vysoký počet vajíček je samice schopna vyprodukovat i v přírodě (NOVÁK 1965). Jedna samice klade vajíčka v průměru 2 až 3 roky (KŘÍSTEK et URBAN 2004).

Samice kladou vajíčka především do kořenů čtvrtých pařezů, vzniklých především během zimních těžeb (NOVÁK 1965). Kusadly vykouše samička do kůry hlubokou díru, do které pak naklade vajíčko a noscem ho zatlačí k lýku (PFEFFER 1934). Samička může vajíčka naklást i do půdy blízko kořene. Do kůry kořenů pak pronikají vylíhnuté larvy I. instaru (MODLINGER et KNÍŽEK 2009). Chodby v okolí pařezů, vedoucí ke kořenům dokazují, že brouci při kladení nelezou pouze po bázích pařezů, ale jsou schopni přímou cestou skrz půdu najít pařez, který poté obsadí (CHARITONOVA 1965). V chodbách se nachází i několik párů brouků. Samec následuje samici, která před ním chodbu hloubí. To je nejspíše důvod, proč se nepodařilo snížit stavy klikoroha pomocí taxikovaných pařezů (NOVÁK 1965). Přibližně po třech týdnech se z vajíček líhnou larvy, které okamžitě zahájí žír lýka. Exkrementy a drtinky pěchují za sebe do vzniklých chodbiček (PFEFFER 1934).

Larvální vývoj je především závislý na vlhkosti a teplotě okolí. Při ideálních podmínkách se vývoj dokončí už za 3 až 4 měsíce. (NOVÁK 1965) uvádí, že v našich podmínkách se však dokončí až za 13-14 měsíců. Příjem potravy ukončuje většina larev již v prvním roce. Žír tak po přezimování neobnovují. Z toho vyplývá, že přijímají potravu jen 3 až 6 měsíců. Není však výjimkou, že především larvy mladší IV. instaru po přezimování v žíru pokračují. Nejčastěji však zimují larvy IV. a V. instaru. (CHARITONOVA 1965).

Vývoj larev probíhá na čerstvých borových kořenech a smrkových pařezech. Ve vyjimečných případech i na kořenech pařezů vzniklých v předešlém roce (CHARITONOVA 1965). V domácím prostředí jsou pro klikoroha atraktivní pouze pařezy vzniklé před současnou vegetační sezónou. Stárnutím a vysycháním pařezů dochází k úbytku jejich atraktivity, proto se brouci stěhují na čerstvé paseky (KŘÍSTEK 2002). Larvy se živí hlavně pletivou mezi kůrou a dřevem, s přibývajícím velikostí jedinců dochází i k poškozování dřeva (NOVÁK 1965). Dále probíhá hlavně žír v oblasti běl (ŠRŮTKA 1999). Larvy se vyvíjí také na těžebních zbytcích, které jsou v kontaktu s půdou. Chodby dosahují délky až 1,5 metru. Vykousané chodbičky jsou napěchovány drtinkami. Většina

larev se kuklí v kůře a pouze asi 1/5 v běli (NOVÁK 1965), kdežto jiní autoři tvrdí, že povrchové kuklení se vyskytuje pouze vyjímečně. Povrchové kuklení probíhá především v chladných oblastech s dvouletou generací, hluboké kukelné komůrky se objevují i v nejteplejších oblastech s generací jednoletou.



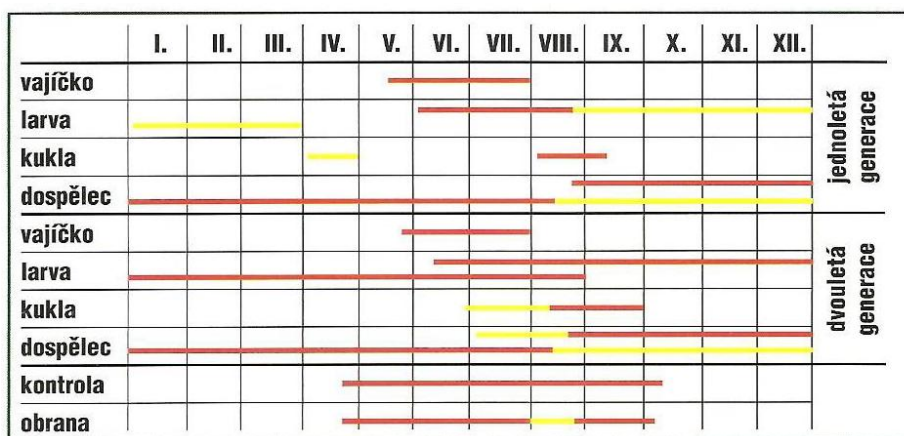
Obr. 3 Kukelná komůrka s larvou

Kuklení probíhá od června do srpna, neobvykle i během jara (NOVÁK 1965). Jiní autoři však uvádějí, že období kuklení probíhá v závěru zimy a na jaře (ŠRŮTKA 1999), již od začátku dubna (MODLINGEROVÁ 2008) anebo, že období kuklení je zcela závislé na konkrétních podmínkách během celého vývoje (MODLINGER et KNÍŽEK 2009). Larvy si vyhloubí kukelnou komůrku, kde se později zakuklí. Komůrku uzavírají drobnými třískami (obr. 3), (NOVÁK 1965). Jedinci se při kuklení vyhýbají přílišné blízkosti povrchu, přesto se přibližují blíže k povrchu půdy (MODLINGEROVÁ 2008). Období kukly podle různých autorů probíhá přibližně měsíc (CHARITONOVA 1965), nebo pouze 2 až 3 týdny (obr. 4), (NOVÁK 1965).

Za 14 až 15 měsíců od kladení se objevují mladí brouci. Celkový vývoj brouka trvá 2 roky, jelikož u mladých samic musí dojít k dozrání pohlavních orgánů. Vylíhnutý jedinec vyčkává v kukelné komůrce ještě alespoň jeden týden. Během této doby dojde ke zpevnění jeho skeletu, který je nejdříve měkký a lehce růžový, pomalu se však jeho tělo zbarvuje do červenohnědé. Nakonec nabude typického zbarvení dospělého brouka. Dospělí brouci vykousávají výletové otvory kruhové, čímž se liší od tesaříků či krasců, kteří mají oválné výletové otvory (WAINHOUSE et al. 2007). Samci se líhnou společně se samicemi

(NOVÁK 1965). K vylétnutí mladých brouků dochází v půlce července, naopak konec vylétávání nastává během počínajících nižších teplot, většinou během září. K dokončení vylétávání tak dochází až počátkem třetího roku (CHARITONOVA 1965). Jelikož ne všichni jedinci dokončují vývoj a značná část brouků zimuje, nedochází k hromadnému rojení. Po opuštění „mateřských“ pařezů ihned začínají brouci přijímat potravu a vodu (NOVÁK 1965). Průměrně se klikoroh dožívá 2 až 3 let (KŘÍSTEK et URBAN 2004), přesto je však doložený věk až 6 let (CHARITONOVA 1965). Nepříznivé období přečkají brouci v dospělých porostech v půdě, skrytí pod mechem nebo pod hrabankou. Zdržují se především v blízkosti líhnišť nebo míst s možností žíru.

Brouci, kteří prezimují, opouštějí postupně svá zimoviště. Záleží především na průběhu počasí a prohřátí půdy. První brouci začínají v nížinách vylézat už v první polovině dubna, ačkoliv nejvíce ke konci měsíce dubna. Ve vyšších polohách brouci vylézají až v průběhu května (NOVÁK 1965). Po zimování se hladoví brouci co nejdříve přemísťují k přeživším rostlinám, kde dokončují v minulém roce započatý zralostní žír. V závislosti na tukovém tělese každého jedince, živné rostlině a intenzitě žíru, bylo laboratorně zjištěno, že doba zralostního žíru je nejčastěji 4 až 8 dnů. Samotný zralostní žír může být narušen špatnými podmínkami mimo vegetační období, přesto však začíná ihned po vylíhnutí v létě předešlého roku.



Obr. 4 Vývojový diagram klihoroha borového (MODLINGER et KNÍŽEK 2009)

- Hlavní období výskytu
- Možné období výskytu

Přezimující samice již mají zásobu zralých vajíček. Ihned po opuštění svého zimoviště a následně i po celé období kladení brouci velmi často a opakovaně kopulují. V našich podmínkách byl prokázán nezvykle rychle ukončený vývoj od vajíčka až po imago, který trval pouze 4 měsíce. Po přezimování musely samice pokaždé absolvovat zralostní žír, bez něhož nemohly klást vajíčka. V prvním roce po naklazení přezimují hlavně larvy a celý vývoj je tak dokončen až v letních měsících nadcházejícího roku. Z toho plyne, že jednoletá generace je v tuzemských podmínkách velmi slabě zastoupena (NOVÁK 1965). V příznivých podmínkách je pouze jednoletá generace, v nehostinných se vývoj prodlouží na dvouletou generaci. Délka vývoje je závislá především na roční době, během níž vývoj probíhá (KŘÍSTEK 2002). V horizontálním pojetí můžeme generační vývoj rozdělit na 50% podíl jednoleté generace ve 400 m n. m. a 20% podíl jednoleté generace v 800 m n. m. (MODLINGEROVÁ 2008). Ve vyšších polohách je však možný i tříletý vývojový cyklus (KŘÍSTEK et URBAN 2004).

3.1.4 Rozšíření

Hylobius abietis je rozšířen od Evropy až po Japonsko. Jeho působení začíná v Anglii, pokračuje přes celou Skandinávii a Pobaltí směrem na Sibiř (obr. 5), kde jeho výskyt pokračuje do Japonska. U nás je znatelná vazba na jehličnaté porosty, kde se vyskytuje od nížin až po vysokohorské polohy. Zastoupení brouka není nepatrné ani ve smíšených lesích (NOVÁK 1965). Jeho kontinentální výskyt se váže především na areál borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (ÚŘEDNÍČEK et al. 2009).



Obr. 5 Areál výskytu klikorooha v Evropě (Fauna Europaea 2012)

3.1.5 Žír

Během vegetační sezony většinou klikoroh škodí ve třech periodách žíru, a to podle roční doby:

Jarní žír- soustředěný hlavně u ploch, kde se vyskytují zimoviště brouků. V jarním žíru můžeme rozlišit další dva rozdílné žíry a to podle věku škodícího hmyzu. U mladých klikorohů se jedná o žír zralostní. Naopak u brouků, kteří se již loni rozmnožovali, uvádíme, že se jedná o žír regenerační (obr. 6).

Letní žír- probíhá od května do července na pasekách vzniklých před tímto vegetačním obdobím. Vzniklé pařezy jsou atraktivní pro larvální vývoj. Při kladení vajíček tak tento žír bývá nejvíce škodlivý, jelikož slouží jako doplnění energie pro aktivní jedince.

Podzimní žír- se vyskytuje od konce srpna až do září. Způsobují ho pouze mladí, čerstvě vylíhnutí brouci. Vyskytuje se hlavně na pasekách, kde byly v jarním období vhodné podmínky pro kladení vajíček (čerstvé pařezy) a došlo tak k vývoji jednoleté generace (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).



Obr. 6 Klikoroh borový provádějící zralostní žír na sazenici (LOS 2015)

Klikoroh napadá především stresované a poškozené sazenice, naopak se vyhýbá sazenicím starším a odolnějším. Svým žírem škodí především mladým sazenicím borovic

a smrků. Nejméně přitahuje klikoroha jedle, dále douglaska a také modřín. Listnaté dřeviny jsou žírem poškozovány poměrně v malé míře (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).

3.1.6 Škodlivost

V bývalém Československu byl zvýšený stav klikoroha borového pozorován již od roku 1958. Stav brouka postupně stoupaly až do začátku devadesátých let minulého století (KUDERA et URBAN 1962). Nejsilnější výskyt byl zjištěn v druhé půlce osmdesátých let, kdy se evidovalo poškození na 30 000 ha porostů ročně. Od poloviny devadesátých let se udržují stavy klikoroha v takové míře, že poškozují přibližně 1500 až 3000 ha ročně. Největší škody způsobuje u holosečného hospodářského způsobu, kdy zajistíme ideální podmínky jak pro žír dospělých brouků na sazenicích, tak pro vývoj generace nové (MODLINGER et KNÍŽEK 2009). Zvýšený, popřípadě kalamitní stav byl pozorován po celé Evropě, a to po druhé světové válce. Vyjimku tvořily jižní části Evropy. Tento stav byl důsledkem již zmíněného holosečného způsobu hospodaření. Z vývojových stádií je nežádoucí pouze dospělý brouk, který ožírá kmínky mladých stromků. Larvy jsou z pohledu lesa spíše žádoucí, protože žijí pouze na odumřelých kořenech a pařezech. Tímto lze larvy posuzovat za poměrně užitečné, jelikož pomáhají k rychlejšímu rozkladu dřevní hmoty (KŘÍSTEK et URBAN 2013).

V roce 2012 došlo k poškození klikorohem na 2400 ha lesa, v roce 2011 bylo poškozeno o 100 ha méně. Nejvíce poškozených porostů bylo v Jihočeském a Plzeňském kraji, kde došlo k poškození 790 ha, resp. 410 ha lesa. Stav klikoroha jsou přesto trvale příznivé, i když v oblastech s vysokou populací těchto brouků způsobuje nemalé škody (KNÍŽEK et al. 2013).

Pro klikoroha je stanoven základní, zvýšený a kalamitní stav. O základním stavu mluvíme v případě, že klikoroh nepůsobí škody do 30% z celkového počtu sazenic. Zvýšený stav nastává v případě, kdy nalezneme slabě poškozené sazenice na 30% z celkového počtu sazenic, přičemž silně poškozené sazenice nepřekročí 20%. Kalamitním stavem je označena situace silně poškozených sazenic z více jak 20% celkového počtu sazenic. Slabé poškození je charakterizováno poškozením kmínku z maximálně ¼. V případě poškození většího než ¼ mluvíme již o silném poškození (ZAHRADNÍK 2005).

Pro posouzení množství výskytu klikorohů se používá zejména pochůzková metoda, kdy musíme na každém hektaru prohlédnout minimálně 50 sazenic. Vyhláška Mze 101/1996

Sb. (Aktuální znění) nám ukládá povinnost provádět tyto kontroly na všech nově založených jehličnatých kulturách, a to minimálně dva roky od jejího založení.

Metodika kontrolního systému spočívá v založení pěti kontrolních míst na 1 ha, kdy v každém místě vybereme 10 sazenic. Sazenice okulárně zkontrolujeme a zaznamenáme datum kontroly, jejich počet a míru poškození. Ke zjištění výskytu brouků se využívají otrávené lapací smrkové kůry o velikosti 30 x 30 cm. Mezi kůry se vloží několik otrávených borových větviček (obr. 7). Na 1 ha použijeme 30 ks otrávených pastí. Kontrola pastí probíhá v týdenních intervalech a při zjištění více jak 35 dospělců na jednu past provedeme ochranný zásah. V případě jakéhokoliv poškození pastí se pasti vymení za nové, většinou po 2 až 3 týdnech (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).



Obr. 7 Lapací kůra na klikoroha borového (LOS 2015)

3.2 Ochranná opatření

3.2.1 Škody působené klikorohem

Klikoroh borový působí nejvíce škod na čerstvě obnovených porostech, zejména v porostech s holosečným způsobem hospodaření. Atraktivní jsou především kalamitní porosty s polomy, případně porosty poškozené požárem. Vyjíměčně škodí i při hospodaření a v okrajových sečích (NOVÁK 1965). Klikoroh napadá i pařezy v tyčkovinách a tyčovínách, čímž může ohrožovat okolní, čerstvě zalesněné kultury. Při vysokém výskytu brouků se na 1 ha s čerstvými pařezy může vyvinout až dvě stě tisíc dospělců (ŠRÚTKA 1999). KŘÍSTEK (2002) uvádí možné počty vyvinutých jedinců na čerstvé pasece v řádu několika set tisíc brouků.

Dospělci napadají především kmínky tří až šesti letých jehličnatých sazenic. Pro klikorohe jsou méně atraktivní semenáčky z náletů, vyjíměčně se soustředí na žír jehlic (KŘÍSTEK et URBAN 2004). Poškozené, či stresované sazenice (sucho, aj.) jsou pro žír dospělců více atraktivní, oproti sazenicím vitálním (MODLINGER et KNÍŽEK 2009). Pokud při žíru nedojde rovnou k zahubení poraněné sazenice, dojde u nich ke smolení a deformaci nadzemních částí. Poraněné sazenice jsou často infikovány houbami, které dopomáhají k odumření jedince (KŘÍSTEK et URBAN 2004).

V přírodních podmínkách, neovlivněných lidskou činností prováděl klikoroh žír v nárostech, mlazinách a dokonce v korunách dospělých porostů. S hospodařením v lese došlo ke vznikům ekonomických škod. Těmto škodám se snažíme předcházet, nebo je alespoň snížit na ekonomicky únosnou hranici. Mezi postupy, které snižují škodlivost, zahrnujeme několik oblastí, od prevence až po celoplošné postřiky insekticidními přípravky.

3.2.2 Historicky používané metody

Ke známým postupům, které se využívaly v dřívějších dobách patřilo kladení lapacích kůr a následný ruční sběr. Nevýhodou této metody je hlavně nedodržení intervalu sběru, opožděné zahájení nebo jeho předčasné skončení. Tato metoda patří k málo účinným, jelikož by se muselo vychytat alespoň 96% jedinců, aby došlo k výraznému snížení jedinců v další generaci. Obvykle se však podařilo odchytit pouze 50 % jedinců.

Další nevýhodou byla potřeba lidských zdrojů. V době jarních výsadeb je potřeba velkého množství lesních dělníků k zaleňovací činnosti. Místo této aktivity se soustředili na sběr brouků (NOVÁK 1965). Mezi další metody patřilo využití lapacích polen a štěpin. Známa je také likvidace larev pomocí pařezů. Jelikož se klikoroh řadí mezi odolný hmyz, nebylo použití insekticidů příliš účinné.

3.2.3 Mechanická ochrana

K nejnovějším způsobům mechanické ochrany sazenic patří voskování. Speciální vosk si udržuje pružnost a elasticitu po celý rok od výsadby. Brání tak přístupu brouka na sazenici (obr. 8). Nanášení vosku probíhá pomocí stroje, který rozpustí ztuhlý vosk na požadovanou teplotu a nanese jeho tenkou vrstvu na spodní část sazenic. Na jednu sazenici přijde vrstva o hmotnosti přibližně 4 až 10 g vosku. Hodinová výkonnost stroje je až 2 tisíce sazenic. (GALKO et al. 2013).



Obr. 8 Ochrana sazenic proti klikorohu borovému navoskováním (LOS 2015)

Další moderní metoda spočívá v „obalování“ sazenic pískem (obr. 10). Na sazenici se nanese lepidlo na bázi vody, na které se pod určitým tlakem nanese slabá vrstva písku.

Vrstva písku nedovoluje proniknout klikorohovi ke kůře, tudíž nedojde k poškození sazenice, přesto nemá lepidlo s pískem negativní vliv na růst sazenic. Ochranný účinek je aktivní po celou dobu, kdy je ho největší potřeba, tedy v prvních 2 letech od zalesnění (MILJÖVÄNLIGT A EFFEKTIVT 2015).

Nejvíce perspektivní obranou se jeví ochranné plastové límce (MRÁČEK 1984). Jde o ochrannou bariéru, která je aplikována ve spojení s výsadbou sazenic (obr. 9). Při aplikaci se obal otevře a následně řádně uzavře. Na horním okraji přípravku je vylisovaný límec, přes který brouk nepřeleze a nedojde tak k žíru. Límec se musí včas odebrat, aby nedošlo k zárostu a odumření sazenice.

Mechanická ochrana se používá především v oblastech, kde není možné z přísných hygienických důvodů využít ochranu chemickou.



Obr. 9 Plastový límec na sazenici (SNÄPPSKYDDET 2015)



Obr. 10 Sazenice po aplikaci lepidla a písku (METOD 2015)

3.2.4 Preventivní ochrana

Hlavní preventivní opatření proti klikorohu borovému spočívá v odložení zalesňování (tzv. pasečný klid) až na druhý rok po smýcení porostu. Toto opatření se používá na středně až silně ohrožených lokalitách a teplejších oblastech. Nevýhodou této metody je rychlejší zabuřnění paseky a také o rok zkrácená lhůta pro zajištění kultury podle lesního zákona. Dalším preventivním ochranným opatřením je přirozená obnova lesa. Přirozeně obnovené porosty netrpí žírem dospělců, hlavně z důvodu velkého počtu

semenáčků a jejich různých vrůstových stupňů. Tyto semenáčky nemají tolik deformovaný kořenový systém oproti klasickým sazenicím, proto mají vyšší regenerační schopnost. V lesích s výběrným způsobem hospodaření také nedochází k výrazným škodám. Dále je pro preventivní opatření důležitý výběr sazenic. Snažíme se zalesňovat sazenicemi odolnějšími a většími rozměrů (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).

3.2.5 Biologická ochrana

Patogenní houby, predátoři či parazitoidi nemají zásadní význam v boji proti snížení stavů klikoroha borového. K parazitům, kteří redukuje stavy brouků lze řadit měchovce rodu *Heterorhabditus*. Tento parazit napadá v kořenech ukryté larvy klikoroha, které zabíjí a poté se vyvíjí na jejich mrtvolkách. Podobně nadějný parazit v boji proti klikorohům jsou háďata rodu *Steinernema* (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).

V dospělých jedincích parazituje hlístice (*Allantonema krabilis*) a lumčík (*Peritilus rutilus*), v jeho larvách parazitují pak lumek (*Dolichomitus tuberculatus*) či lumčík (*Bracon hylobii*). Mezi predátory řadíme i různé druhy ptáků (KŘÍSTEK et URBAN 2013).

3.2.6 Chemická ochrana

Při chemické ochraně se využívají preventivní opatření (individuální postřik, celozáhonový postřik nebo máčení sazenic) nebo přímá ochrana (kurativní postřik).

V dřívějších dobách (přelom 60. a 70. let minulého století) se jako hlavní insekticidní prostředek využívaly přípravky na bázi DDT v kombinaci s jinými insekticidy. Nově vysazované sazenice se v koncentrátu máčely a poté vysazovaly. Při silném žíru se aplikoval postřik přípravků DDT a HCH s organickými sloučeninami fosforu. Bohužel u těchto přípravků docházelo ke značné toxicitě vůči teplokrevným živočichům (KUDELA et URBAN 1962). Tato negativní vlastnost logicky vedla k zákazu používání přípravků na bázi DDT a proto vyvstala nová výzva k vývoji nových účinných a pro jiné organismy netoxických látek (MRÁČEK 1984).

Od počátku devadesátých let se vyrábějí syntetické pyretroidní látky. Tyto látky lze požívat za velmi nízkých koncentrací. Roztok látky se vyznačuje nízkou toxicitou vůči samcům a zároveň vyšší hmyzosubnou účinností (MRÁČEK 1985). Mezi tyto látky je řazen i Vaztak 10 EC, který je význačný svou fotostabilitou a nízkou rozpustností ve vodě (viz. podkapitola 3.2.6.2 Vaztak 10 EC)

Pro chemickou ochranu se využívají také granulované půdní systémové insekticidy, jejichž účinnou látkou je carbosulfan. Tento přípravek působí po dobu dvou let a uvolňování účinných látek je závislé na teplotě. Šest až osm gramů látky se aplikuje k sazenici při výsadbě. Musí být zaručen přímý kontakt mezi přípravkem a samotným kořenovým systémem sazenic. Přípravek je velmi účinný. Jeho předností je snadná aplikace, dlouhodobé působení a hlavně příznivá cenová hladina ošetření (ČÍŽEK 1993).

3.2.6.1 Použití přípravků

Vždy musíme respektovat platný „Seznam registrovaných přípravků na ochranu lesa“. Tento seznam je uveden v příslušné legislativě. Jedná se o zákon č. 326/2004 Sb o rostlinolékařské péči, ve znění zákona č. 199/2012 Sb. Každý rok dochází v tomto seznamu povolených přípravků k řadě změn. Někdy dojde k zařazení přípravku do seznamu nepovolených látek na území EU, přípravek je nahrazen jiným, účinnějším či ekologičtějším nebo skončí doba jejich registrace. Seznam se dělí na přípravky chemické, biologické a další prostředky. Při práci s přípravky musí mít každý pracovník osvědčení alespoň 1. stupně. Každý přípravek je opatřen konkrétními bezpečnostními podrobnostmi na etiketě, nebo na bezpečnostním listu. V seznamu jsou uvedena pravidla aplikace pro každý přípravek. Pravidla nejsou uvedena nikde jinde a jsou důležitá pro praktické použití (KNÍŽEK et al. 2013).

Používání přívravků se rozděluje na již zmiňovaná preventivní opatření a přímou ochranu:

1. preventivní opatření

Individuální postřik- používá se po výsadbě sazenic. Při nenarašení stromku se dá aplikovat na celou rostlinu. U narašeného stromku se musíme vyvarovat aplikování na čerstvé výhonky a látku naneseeme pouze na kmínek, odkud steče ke kořenům, kde se nachází brouci (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).

Celozáhonový postřik- používá se pouze ve školkách. Při aplikaci dochází k vysoké spotřebě chemikálií díky vysokému odtoku do půdy. Zároveň dochází k malému pokrytí kmínků a tak není příliš vhodný. Tento postřik se používá v závislosti na klimatických podmínkách a pouze v době největšího žíru (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).

Máčení sazenic- se považuje za efektivní a ekonomický způsob ochrany sazenic. Po máčení sazenic při vysokém výskytu brouků je poškození stromků velmi malé (NOVÁK 1965). Sazenice při aplikaci látky musí být nenarašené. Pokud jsou sazenice narašené, působí na výhonky postřik fyto toxicky. Při použití vysoké koncentrace dojde ke spálení mladých jehlic a jejich postupnému zhnědnutí a opadání. Zralé jehlice postřikem poškozovány nejsou (MRÁČEK 1989). Zároveň se chemikálie nesmí dostat ke styku s kořenovým systémem. Musí být tedy ošetřen pouze kořenový krček sazenice a látka musí zaschnout v takové poloze, aby nestékala ke kořenům MODLINGER et KNÍŽEK 2009).

2. přímá ochrana

Kurativní postřik- je prováděn tlakovým postřikovačem takovým způsobem, aby nedošlo k aplikaci látky na terminální výhon. Účinná látka pomalu stéká k bázi kmínku a zvýší se tak účinnost oproti ošetření před výsadbou o 20%. Postřik aplikujeme na silně poškozené kultury během celého vegetačního období. Provádí se i přes předchozí neúčinné preventivní opatření. Účinnost provedeného opatření se kontroluje ve 14denních intervalech. Používá se pouze individuální postřik, jelikož celoplošná aplikace je zakázána. Postřik nepůsobí na klikoroha okamžitě, jelikož účinné látky začínají působit až po

zkonzumování určitého množství toxinů, tudíž žír probíhá ještě určitou dobu po aplikaci přípravku (MODLINGER et KNÍŽEK 2009).

3.2.6.2 Vaztak 10 EC

Vaztak 10 EC je přípravek ze skupiny syntetických pyrethroidů s účinnou látkou alpha-cypermethrinem. Slouží především k ochraně rostlin, v lesnictví se používá k ochraně proti klikorohu borovému. Přípravek působí jako kontaktní a požerový jed. U housenek a housenic se uplatňuje kontaktní účinek, kdežto u podkorního a kortikálního hmyzu působí požerový účinek. Při máčení sazenic na ochranu proti klikorohu borovému se mohou projevit fyto toxické účinky.

Máčení sazenic se provádí zejména v celých balících. Je velmi důležité, aby jícha dokonale pokryla kmínky od kořenového krčku výše. Proto je důležité, aby svazky nebyly pevně svázané a došlo tak k dostatečnému ošetření. Lepší způsob aplikace je máčení menších nesvázaných balíků. Tímto krokem docílíme větší pokryvnosti a zároveň menší spotřeby přípravku. Nejdůležitější je vyhnout se aplikaci přípravku na kořeny, jelikož by se mohly projevit fyto toxické účinky. Dávkování jíchy se řídí velikostí dřeviny, jejím druhem a způsobem máčení.

Preventivní postřik se provádí ve školkách ještě před vyzvednutím sazenic, nebo na celé ploše po výsadbě. Před vyzvednutím není možné postřik provést v přehoustlých sících nebo na záhonech s hustým zápojem. Aplikovaná látka se v tomto případě nedostane ke kmínům a postřik je neúčinný. Při postřiku před vyzvednutím bývá špatně ošetřen krček sazenice. Preventivní opatření se doporučuje především u školkovaných sazenic.

Individuální postřik je další možností ošetření stromků. Používá se především na pasekách. Ošetřuje se kmínek od kořenového krčku až k terminálnímu vrcholu. U vysokého zabuřnění kolem sazenice se doporučuje buřň sešlápnout a až poté aplikovat postřik. Docílíme tak dokonalé pokryvnosti sazenice. Aplikace přípravku se provádí zádoými ručními a motorovými postřikovači. V žádném případě se nepoužívá pruhový nebo celoplošný postřik.

Kurativní postřik se provádí v přídatě, když neočekáváme poškození, ale při kontrole zjistíme škody klikorohem. Ihned se provede individuální postřik ručními nebo motorovými zádoými postřikovači jako při individuálním preventivním postřiku. Podle

termínu aplikace zvolíme jeho koncentraci. V případě, že se kurativní postřik provádí začátkem vegetačního období, volíme nejvyšší koncentraci. Prodlouží se tak délka účinnosti přípravku. Čím později provádíme postřik, tím se koncentrace přípravku snižuje. Stejně jako u individuálního postřiku se nesmí používat celoplošný postřik (VAZTAK 10 EC 2015).

3.2.7 Vhodná ochranná metoda

Výběr vhodného způsobu na ochranu sazenic je závislý na řadě okolností. Ve Švédsku byl proveden pokus na sazenicích. Sazenice byly ošetřeny postřikem s 0,5 až 1% koncentrací syntetického permethrinu a zjišťovala se přítomnost látek roztoku na sazenicích a půdě. Po měsíci se koncentrace účinné látky snížila na spodní straně stonku o 1/3. Po dalších třech měsících se koncentrace permethrinu ustálila na 0,03 mg/mm². V této koncentraci zůstala látka stabilní po jeden rok. V půdě byl permethin zastoupen nejméně ve vrstvě 5 až 10 cm. Nejvíce naopak ve vrstvě do 5 cm. Z toho lze odvodit, že aplikovaná látka stekla po kmínku a vsákla se do půdy. Jednou z možností, proč snižuje koncentrace účinné látky na kořenovém krčku je splavování látky do půdy a její fotochemická degradace (TORSTENSSON et al. 1999).

U dalšího pokusu byly posuzovány škody způsobené klikorohem borovým a rychlost degradace insekticid na sazenicích. Použit byl syntetický pyretroid s účinnou látkou deltamethrin. Tento přípravek byl aplikován stříkáním a máčením až 2% roztokem. Použito bylo 100 až 300 l/ha. Výsledky vyšly výhodněji pro máčené sazenice, které byly poškozeny méně než sazenice stříkané. Účinnost látky závisí především na způsobu její aplikace. Máčené sazenice obsahovaly až desetkrát víc účinné látky, než sazenice ošetřených stříkáním (GLOWACKA et al. 1991).

3.3 Teplota a prostředí

3.3.1 Teplota a půda

Celkově dopadne ze zářivé energie k půdě přibližně 75 %. Z tohoto podílu se asi 10 % odrazí a zbytek se přemění v tepelnou energii. Tato tepelná energie prohřívá přízemní vstupu vzduchu a částečně pronikne i do hlubších půdních vrstev. S přibývajícím hloubkou půdy teplota postupně klesá, jelikož nejvíce tepla zadrží už svrchní část půdy. Teplota v povrchových vrstvách závisí na množství vody v nich obsažené. Ve vlhké půdě se tepelná energie z velké části spotřebuje na výpar. Ten pak zahřívá přízemní vzduch (KLIKA 1955).

Vlhké a ulehlé jílovité půdy s vyšší tepelnou vodivostí vedou teplo do nižších vrstev rychleji než suché a lehké písčité půdy. Suché písčité půdy s vysokým obsahem půdního vzduchu mají snahu se na povrchových vrstvách přehřívat (SLAVÍKOVÁ 1986). To je hlavní důvod dřívějšího začátku vegetační sezony (KUTÍLEK 1978).

K dalším významným faktorům ovlivňujících teplotu půdy patří hrabanka, vegetace a sněhová pokrývka. Vrstva hrabanky snižuje noční vyzařování tepla z půdy a v jarním období se prohřívá dříve než přízemní vzduch a ohřívá jak půdu, tak právě vzduch. V zimě ovlivňuje zamrzání půdních vrstev a zmenšuje hloubku, do které mraz pronikne.

Vegetace spolu se severní expozicí ovlivňují výskyt teplotních extrémů mezi dnem a nocí a zároveň zvyšují půdní vlhkost. Oproti obnažené půdě a jižní expozici, kde se vyskytují extrémně vysoké teploty a dochází k rychlejšímu vysychání. Díky zastínění korunami stromů dostává půda v lese oproti pasece méně tepla, zároveň ho i méně vyzařuje. Ve srovnání s volnou plochou je v létě lesní půda chladnější až do hloubky 1,2 m, v zimě pak teplejší (tab. 1). V hloubce 50 cm je průběh teploty stejný. Průměrná roční teplota lesní půdy je o 1 °C nižší, než teplota půdy na otevřených stanovištích (KLIKA 1955).

Sníh působí jako špatný vodič tepla, ale zároveň jde o dobrý izolátor. Sníh působí jako největší činitel ovlivňující teplotu půdy v zimním období. Snižuje vyzařování tepla z půdy a zároveň chrání půdu před ochlazováním. Při vrstvě sněhu o výšce 20 cm půda nezamrzá. Zámrazná hloubka půdy je závislá jak na výšce sněhu a druhu půdního pokryvu, tak i na síle a době působení mrazu (GULIČKA 1984). Ve vyšších horských oblastech v ČR půda promrzá do menší hloubky než v nižších polohách. Důvodem je vytvoření a udržení

sněhové pokrývky ještě před příchodem mrazů. Na půdu proto nepůsobí holomrazy. (PETŘÍK et al. 1986).

Vnější klima ovlivňuje půdní mikroklima do hloubky až 50 cm, někdy dokonce více. Teplota v půdě, oproti vzduchu, kolísá pomaleji, v porovnání s vodou naopak rychleji. Denní výkyvy teplot pronikají maximálně do hloubky 1 m, měsíční do 5 m a roční až do hloubky 20 m. Pronikání teplot závisí na půdním typu, geografické situaci klimatu a nadmořské výšce prostředí. (GULIČKA 1984).

Tab. 1 Průměrné měsíční teploty půdy na louce, v porostu BO a smíšeném porostu DB a HB (Petřík et al. 1986)

| POROST | HLOUBKA (cm) | Průměrná měsíční teplota půdy | | | | | | | | | | | | Roční průměr |
|-------------------------|--------------|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|--------------|
| | | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Louka | 5 | -0,2 | -0,2 | -0,1 | 6,6 | 14,0 | 16,2 | 17,5 | 15,9 | 13,8 | 8,3 | 4,7 | 2,8 | 8,3 |
| | 50 | 0,9 | 0,6 | 0,6 | 4,8 | 11,1 | 15,1 | 16,2 | 15,6 | 14,3 | 10,1 | 6,2 | 4,2 | 8,3 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,3 | 4,5 | 10,7 | 12,1 | 14,6 | 14,4 | 12,7 | 7,5 | 4,5 | 3,0 | 7,0 |
| | 50 | 1,7 | 1,0 | 1,0 | 38,0 | 8,5 | 10,7 | 12,6 | 13,1 | 12,3 | 8,9 | 6,0 | 4,6 | 7,0 |
| <i>Quercus-Carpinus</i> | 5 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 4,9 | 11,1 | 12,3 | 14,5 | 14,0 | 12,2 | 7,7 | 4,8 | 3,0 | 7,0 |
| | 50 | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 3,6 | 9,1 | 11,2 | 12,8 | 13,1 | 12,1 | 8,8 | 6,0 | 4,3 | 7,0 |

3.3.2 Teplota a hmyz

Hmyz patří k exotermním organismům, ale každý jedinec je schopen si vyprodukovat malé množství vlastního tepla. Dokáže přijmout teplo od svého okolí, ale rychle o něj přichází. To je důvod, proč se teplo hmyzu mění v závislosti na teplotě okolí. Hlavním zdrojem tepla organismů jsou primárně sluneční paprsky, které skrze okolní vegetaci dopadnou na tělo jedince. Dalším zdrojem je teplo získané od vyhřátého okolí a teplo uvolňované uvnitř těla hmyzu, hlavně ze svalové činnosti a rozkladu potravy (ZLATNÍK et al. 1973).

Teplota nepřímo může ovlivnit velikost těla, které hmyz v průběhu života dosáhne. Vyvolává také fyziologické a morfologické změny, ovlivňuje zbarvení jedinců. Na teplotě je závislý příjem potravy ektotermů, který s růstem teploty roste do určité maximální hodnoty, po přesáhnutí hraniční teploty s dalším teplotním nárůstem začne klesat. Množství přijaté potravy bez ohledu na teplotní průběh zůstává stejný i přesto, že zvýšená konzumace potravy hmyzem vede ke zkrácení jeho vývoje (ZLATNÍK et al. 1973).

Nízké teploty ovlivňují také pohybovou aktivitu a zpomalují metabolické procesy hmyzu. Oproti živočichům mohou být ektotermní organismy již při krátké, ale extrémně nízké teplotě ohroženy na životě. Přesto však většina těchto organismů snáší velmi dobře teploty pod 0 °C (LOSOS 1984).

Ektotermní organismy hynou v důsledku zmrznutí tkání při kriticky nízkých teplotách. Krystalizace vody vlivem nízkých teplot ničí buněčné struktury, dochází k částečné dehydrataci tkání a denaturaci bílkovin. Při poklesu teploty v buňce pod bod mrazu se v závislosti na složení a koncentraci buněčného roztoku začínají tvořit krystalky ledu. Živočich tak uhynie až při dosažení druhově specifické kritické teplotě (LOSOS 1984). Mnohem nebezpečnější u tvorby krystalků může být fakt, že na sebe krystalky vážou vodu a zbývající tekutina v buňce nabývá nebezpečně vysokých koncentrací (BEGON et al. 1997).

Dalším extrémem ohružující život organismů jsou extrémně vysoké teploty, kdy dochází k fyzikálním změnám tělní vody. Dosažení teploty 45 až 50 °C je považováno za nejvyšší možnou teplotu, kdy může dojít ke smrti z důvodu přehřátí (LOSOS 1984). Extrémní teploty vyvolávají také srážení bílkovin a tání tuků. Hmyz může být ohrožen smrtí již při teplotách o několik °C vyšších, než jaké je jejich metabolické optimum (BEGON et al. 1997).

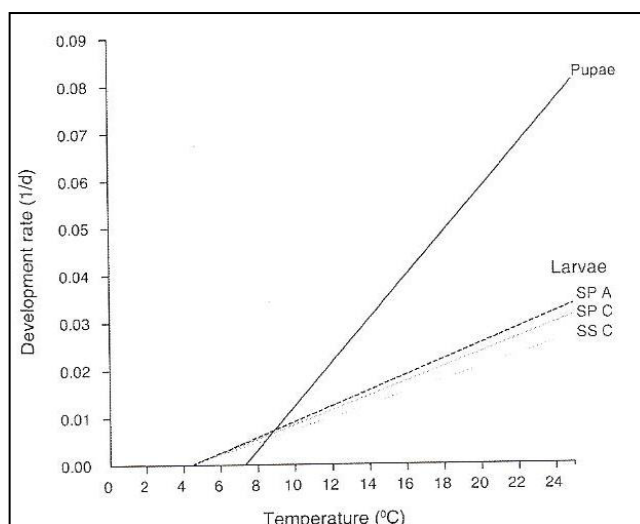
3.3.3 Teplota a klikoroh borový

Průběh vývoje klikoroha ovlivňuje několik faktorů, především potravní nabídka a teplota, dále pak genetické vlastnosti jedince, délka vegetační doby, množství srážek, humusová vrstva, množství vegetace v okolí a v neposlední řadě také expozice terénu. Faktory, které mají vliv na mikroklimatické podmínky prostředí uvnitř vývojové fáze v polenech nelze s úplnou přesností stanovit, všechny však ovlivňují teplotu půdy (BEJER-PETERSEN et al 1962).

Dospělci se pomalu začínají probouzet při teplotě kolem 8 až 9 °C (EIDMANN 1974), přesto u nich při poklesu teploty pod 10 °C dochází ke snížení aktivity (MRÁČEK 1986). Letu jsou dospělci schopni dosáhnout při teplotě vyšší než 18 °C (MODLINGER et KNÍŽEK 2009). U jiných autorů se však dočteme, že první vzletnutí proběhne při teplotě vyšší než 20 °C a pokles aktivity létání přichází při poklesu teploty pod 15 °C (MRÁČEK 1986).

U nových, čertvých pařezů se dospělci začínají objevovat do 10 dnů od smýcení stromů, ke skupivému přesunu dochází při teplotě 13 až 15 °C. Samičky začínají klást při teplotě mezi 10 až 13 °C (CHARITONOVA 1965). Délka diapauzy larev před kuklením je závislá na teplotě, která na larvy působí během období IV. a V. instaru. Při dosažení teploty 25 °C a vyšší, trvá diapauza 2 až 3 týdny. Naopak dosahuje-li teplota okolí maximálně 20 °C, trvá pak období diapauzy až 220 dnů. Při vysokých teplotách zůstává brouk v kukelné komůrce kratší dobu. Při teplotě 25 °C trvá kukelný klid 12 dnů, kdežto při teplotách kolem 15 °C pak setrvá brouk v kukelné komůrce 23 dnů (EIDMAN 1974).

K rychlejšímu vývoji larev dochází při střídavém průběhu teplotního gradientu, než při jeho konstantním průběhu. Vývoj larev může být znatelně kratší v případě, že vývoj larev probíhá blízko půdního povrchu, případně v lehkých písčitých půdách (INWARD et al. 2012). Se vzrůstající průměrnou letní teplotou klesá počet přezimujících larev na konci vegetační sezony, které následuje po smýcení mateřského porostu (MODLINGEROVÁ 2008). Pro vývoj klikoroha neplatí situace, že pokud se vyvine za vyšších teplot, bude dospělec dosahovat menších rozměrů. Délka vývojového cyklu od vajíčka po dospělého dosahuje při teplotě 20 °C průměrně 99 dnů. Při teplotě 12,5 °C pak vývoj trvá 252 dnů (INWARD et al. 2012), (obr. 11).



Obr. 11 Teplota a její vliv na rychlost růstu larev a kukel (INVARD et al. 2012)

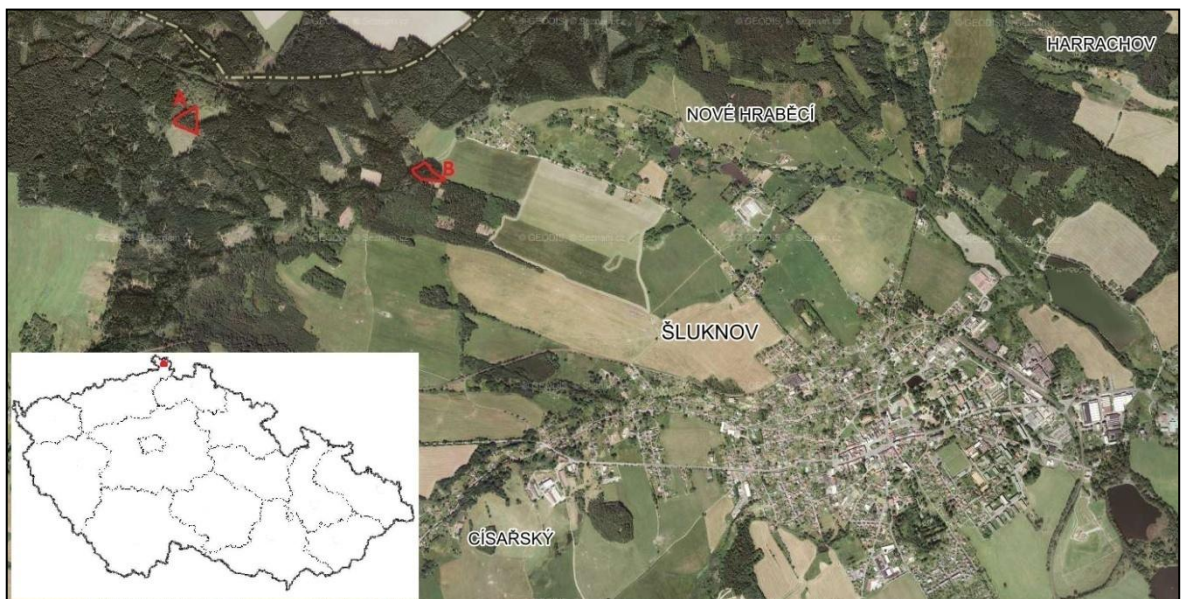
A – proměnlivá teplota, SP C – konstantní teplota a borovice lesní, SS C – konstantní teplota u smrku sitky

Vývoj klikoroha prokazatelně probíhá při teplotě vzduchu 20 °C, přesto byl i zjištěn vývoj při teplotě více než 30 °C. V půdě bylo zaznamenáno kolísání teplot mezi 10 až 15 °C. Horní teplotní hranice vývoje je tedy překročena pouze vyjíměčně. Významnější pro vývoj klikoroha je spodní limit. Spodní limit vývoje nastává při poklesu okolní teploty pod 10 °C, ale ne pod 0 °C. Uvažuje se tedy s hodnotou mezi 3 a 6 °C. Prahová teplota byla určena v ± 0 °C. Hlavním důvodem této domněnky je fakt, že průměrné měsíční teploty vyšší než 0 °C lépe korelují s teplotními podmínkami v půdě (BEJER- PETERSEN et al. 1962).

4 Metodika

4.1 Charakteristika území

Obě zkušné plochy se nachází SZ od města Šluknov (obr. 12), který dal jméno i celému Šluknovskému výběžku. Výběžek se nachází v severní části okresu Děčín a tvoří severovýchodní část Ústeckého kraje. Šluknovský výběžek patří do mírně teplé oblasti. Podnebí Šluknovského výběžku se v mnohém liší od vnitřních oblastí Čech. Lužické hory oddělují oblast od České kotliny a vystavují ji silným oceánickým vlivům, které se projevují mírnějšími zimami a chladnějšími léty, menšími ročními i denními výkyvy teplot. Zároveň se klima vyznačuje větším množstvím srážek a velkou oblačností. Na průběh ročních teplot vzduchu má velký vliv nadmořská výška a reliéf krajiny (Melichar J., 2003).



Obr. 12 Určení lokalit, kde byl prováděn pokus A- lokalita Špičák, B- lokalita U Včelína (MAPY.CZ 2015)

Podle záznamů meteorologické stanice Šluknov (nadmořská výška 365 m) činí padesátiletý průměr roční teploty 7,1°C. Nejteplejším měsícem je červenec (průměrná teplota +16,4 °C), nejstudenějším měsícem leden (-2,1°C). Uvedené teplotní poměry se týkají výškové hladiny okolo 350 m. Vyšší polohy budou mít teplotní poměry v rozpětí 6,5- 7,0 °C. Naproti tomu nižší polohy Šluknovské pahorkatiny, zejména široká plochá údolí Křečan, Jiříkova a Rumburka, budou mít vyšší průměrné teploty, okolo 7,0 až 7,5°C.

Průměrná roční teplota v roce 2014 na území Ústeckého kraje byla nadprůměrných 9,5°C. (tab. 2).

Tab. 2 Průměrné měsíční teploty na území Ústeckého kraje v roce 2014 (ČHMÚ 2015)

| Průměrná měsíční teplota | | | | | | | | | | | | | Roční průměr |
|--------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|--------------|
| Měsíc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Teplota (°C) | 0,1 | 1,8 | 6,5 | 10,3 | 12,0 | 15,9 | 19,3 | 15,8 | 14,3 | 10,3 | 5,9 | 2,0 | 9,5 |

Vodních srážek spadne ve zkoumané oblasti v rozmezí 700 až 800 mm v závislosti na okolním reliéfu. Například ve Šluknově je dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek 821 mm. Výjimku představuje v kladném smyslu prostor Lužických hor, kde srážky dosahují hodnot až 1000 mm. Nejvlhčím měsícem na většině území je červenec. Průměrný roční úhrn srážek v roce 2014 byl na území Ústeckého kraje 51,5 mm (tab. 3). Pro Šluknovský výběžek je charakteristický zvýšený průměrný počet dnů se srážkami, okolo 135 dnů. Největší úhrn srážek je v prosinci a v listopadu. V jarních měsících se projevují nejvýrazněji specifika regionu nižšími teplotami a tím způsobeným pozdějším nástupem jara v krajině. Pevládajícím směrem větrů ve Šluknovském výběžku je směr severozápadní (ČHMÚ). (ŠULÁK 2013).

Tab. 3 Průměrné měsíční srážky na území Ústeckého kraje v roce 2014 (ČHMÚ 2015)

| Průměrné měsíční srážky | | | | | | | | | | | | | Roční průměr |
|-------------------------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|--------------|
| Měsíc | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Srážky (mm) | 25 | 6 | 29 | 38 | 95 | 35 | 110 | 80 | 88 | 50 | 23 | 39 | 51,5 |

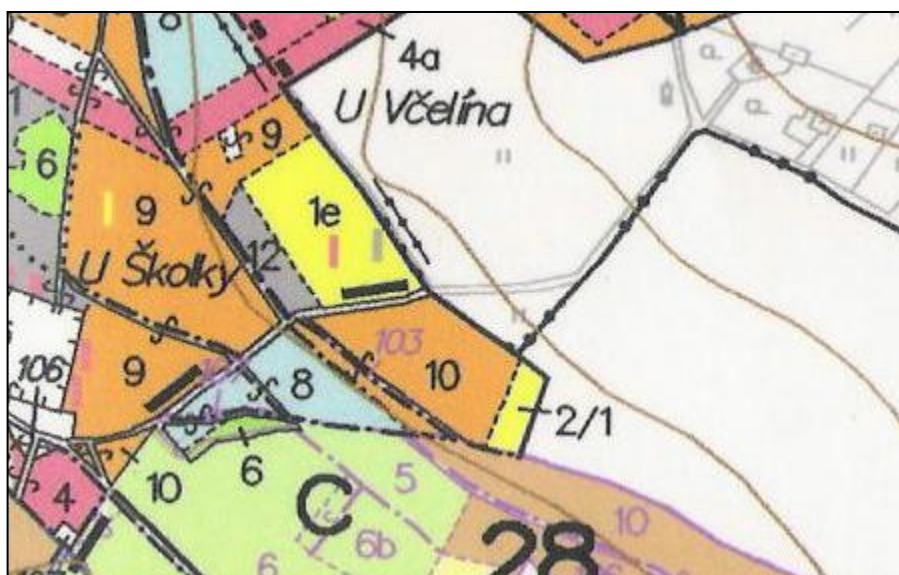
4.2 Výběr a charakteristika pasek

Praktická část diplomové práce byla prováděna na dvou pasekách severozápadně od města Šluknov. Paseky byly vybrány tak, aby smýcení proběhlo před začátkem vegetačního období, ve kterém probíhala praktická část práce. Tato doba zajistí atraktivnost pařezů a nálet klikoroha borového během nadcházejícího vegetačního období. Paseky se zároveň nesměly nacházet příliš daleko od sebe a musely splňovat jižní a severní expozici terénu, pro porovnání kladení klikoroha. Byly vybrány 2 paseky, které vznikly

začátkem roku 2014. Paseka U Včelína (porost 28 C 10) splňuje kritérium jižní expozice, kdežto paseka Špičák (porost 29 B 10) se nachází pod vrcholem stejnojmenného kopce a splňuje kritérium jižní expozice. Obě paseky jsou od sebe vzdušnou čarou vzdáleny necelých 1,2 km.

4.2.1 Paseka U Včelína

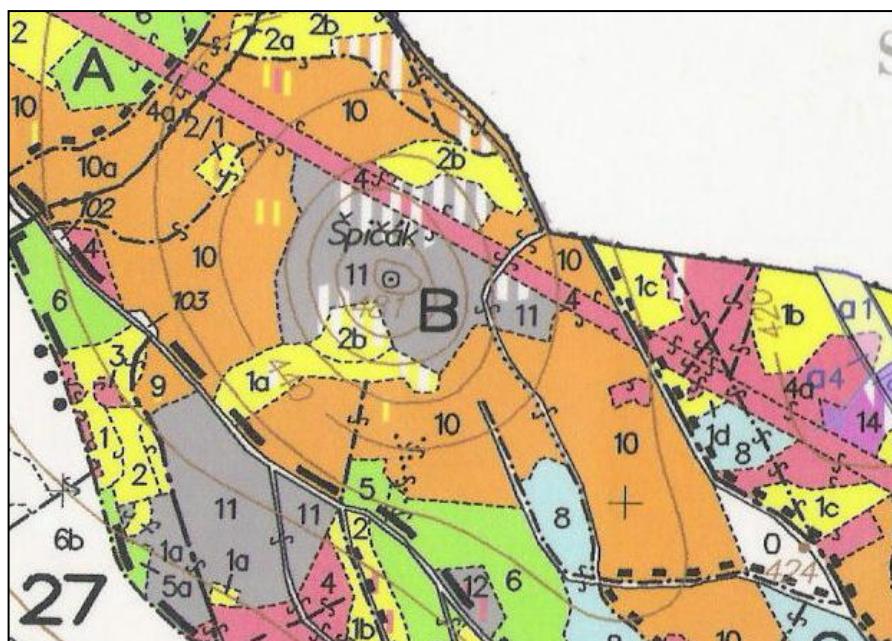
Paseka U Včelína leží v katastru města Šluknov. Nachází se v PLO 20. Lužická pahorkatina (UHUL 2015). Paseka spadá pod revír č. 2 Špičák, číslo porostní skupiny je 28 C 10. Plocha oddělení činí 38,19 ha, plocha dílce je rovna 6,22 ha. Plocha samotné porostní skupiny je 0,77 ha (obr. 13). Hlavní dřevinou je SM 100%. Průměrná výška porostu činí 29 m a tloušťka pak 32 cm. Během zimního období v roce 2014 proběhlo smýcení celé porostní skupiny, celkově se na ploše 0,77 ha vytěžilo 363,28m² SM. V roce 2014 neproběhla zalesňovací činnost, tudíž se využilo pasečného klidu. Počátkem roku 2015 byla holina zalesněna SM 70% a BK 30%, poté byla plocha ošetřena oplocenkou.



Obr. 13 Zkusná plocha v porostu 28 C 10

4.2.2 Paseka Špičák

Paseka Špičák leží v katastru města Šluknov. Nachází se v PLO 20. Lužická pahorkatina (UHUL 2015). Spadá pod revír č. 2 Špičák, číslo porostní skupiny je 29 B 10. Plocha oddělení je 74,68 ha, plocha dílce pak činí 20,89 ha. Samotný porost je poměrně rozložitý a jeho výměra činí 10,47 ha (obr. 14). Hlavní dřevinou je SM, se zastoupením 97 %, vedlejšími dřevinami jsou pak BO 2 % a MD 1%. Průměrná výška SM porostu činí 28 m, průměrná tloušťka pak 30 cm. Během zimního období v roce 2014 proběhla těžba na ploše 0,72 ha, celkově se vytěžilo 284,69 m² SM. V roce 2014 neproběhla zalesňovací činnost, tudíž se využilo pasečného klidu. Počátkem roku 2015 byla holina zalesněna SM 100% a poté ošetřena oplocenkou.



Obr. 14 Zkusná plocha v porostu 29 B 10

4.3 Postup prací

Praktická část práce začala koncem měsíce dubna, konkrétně 27. 4. 2014. Na vybraných zkusných plochách byla vždy po přibližně 4 týdnech zakopána 3 čerstvá borová polena o délce přibližně 50 cm a průměru necelých 20 cm. Polena se zakopala do díry tak, aby byla v mírném spádu a celým svým objemem pod půdním povrchem (obr. 15). Po jednom měsíci se jedno poleno v každé lokalitě vyjmulo a vložilo do izolátoru. Na poleno byly dlouhými hřebíky přibity vyschlé smrkové laťky, které byly delší než samotný špalek. Laťky byly přibity po celém obvodu špalku tak, aby se povrch polena přímo nedotýkal půdního povrchu. Na laťky se poté připevnil sponkovací pistolí izolátor, který se napnul co nejvíce, aby při opětovném zakopání nedošlo k prohybu a zemina se nedostala do kontaktu s polenem. Izolátor tvořila polyethylenová síť proti hmyzu s průměrem ok 0,28 mm (obr. 16). Takto ošetřená polena se opětovně zakopala na své původní místo, kde zůstala po zbytek sezóny až do ukončení pokusu.



Obr. 15 Poleno uložené v mírném spádu, dalším krokem bylo zahrnutí polena zeminou



Obr. 16 Poleno ošetřené izolátorem

Po dvou měsících od prvního zakopání bylo vyjmuto jedno poleno, u kterého se jemným způsobem oloupala kůra po celém obvodu a spočítal se počet larev (obr. 17).



Obr. 17 Larvy z polena, které bylo zakopané od 31. 5. do 2. 8. 2014 v lokalitě U Včelína



Obr. 18 Kukelné komůrky na špalku, který byl zakopán od 31. 5. do 31. 10. 2014 v lokalitě Špičák

Poslední, třetí poleno bylo ponecháno v půdě po celé vegetační období, bez ohledu na jeho dobu zakopání (tab. 4). Po jeho vykopání, se spočítal počet larev. U polen, která byla zakopána větší část vegetační sezony, se nacházely spíše kukelné komůrky (obr. 18).

Tab. 4 Podrobný postup prací prováděných na zkusných plochách v roce 2014

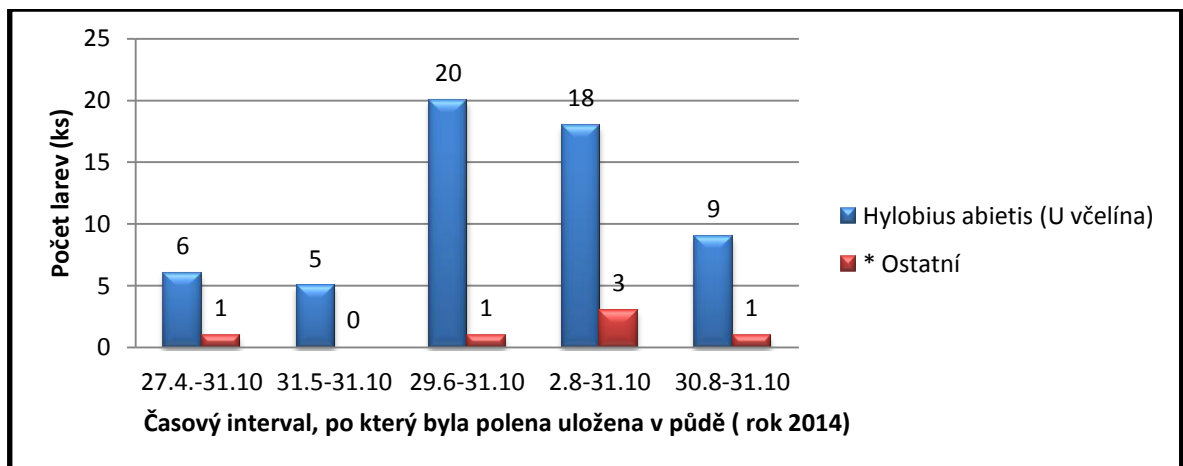
| Zkusná plocha | Poleno č. | Založení zkusné plochy | Ošetření polena izolátorem | Vyjmutí druhého polena | Vyjmutí zbylých polen |
|---------------|-----------|------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------|
| 1 | 1. | 27.4 | 31.5 | | 31.10 |
| | 2. | 27.4 | | 29.6 | |
| | 3. | 27.4 | | | 31.10 |
| 2 | 1. | 31.5 | 29.6 | | 31.10 |
| | 2. | 31.5 | | 2.8 | |
| | 3. | 31.5 | | | 31.10 |
| 3 | 1. | 29.6 | 2.8 | | 31.10 |
| | 2. | 29.6 | | 30.8 | |
| | 3. | 29.6 | | | 31.10 |
| 4 | 1. | 2.8 | 30.8 | | 31.10 |
| | 2. | 2.8 | | 27.9 | |
| | 3. | 2.8 | | | 31.10 |
| 5 | 1. | 30.8 | 27.9 | | 31.10 |
| | 2. | 30.8 | | | 31.10 |
| | 3. | 30.8 | | | 31.10 |

Larvy získané po každém sčítání se očistily od nepotřebných nečistot. Očištěné larvy se po dobu přibližně 10 vteřin vložily do vroucí vody, aby došlo k jejich rychlému usmrcení a poté naložily do sklenice s 60-ti % lihem pro jejich uchování.

5 Výsledky

5.1 Paseka U Včelína

Paseka U Včelína je umístěna se severní expozicí. U polen, která byla zakopána pouze 2 měsíce (graf 1) je patrné, že nejvíce nakladených vajíček pochází z polena, které bylo zakopáno 29. 6. Celkově bylo v tomto termínu napočítáno 20 larev. Po tomto datu, vzhledem ke snižujícím se teplotám, počet nakladených vajíček postupně klesal.



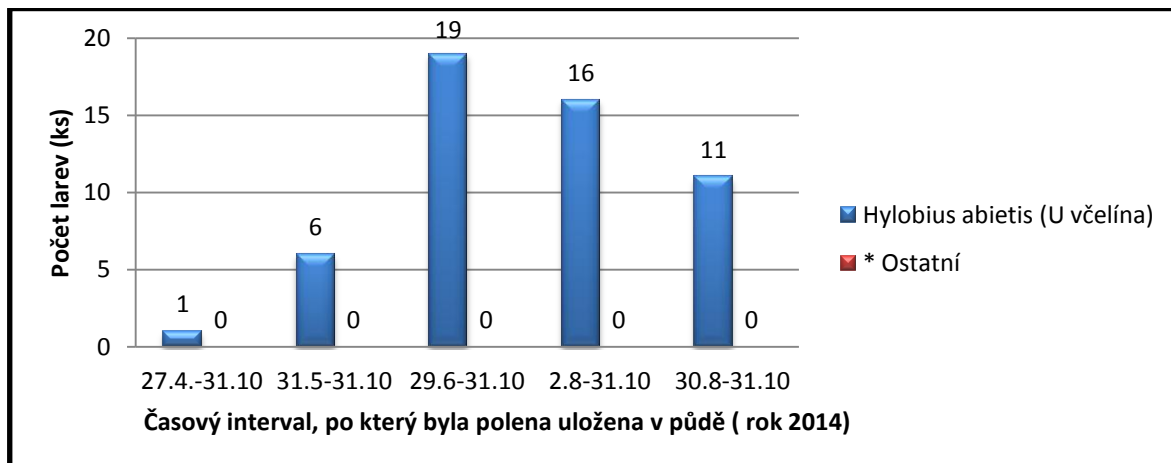
Graf 1 Počet vajíček nakladených v lokalitě U Včelína. Polena byla zakopána 2 měsíce.

Stejně jako u polen, která byla zakopána 2 měsíce, i na polenech uložených v půdě po celou sezónu (graf 2) vykazují brouci největší aktivitu kladení vajíček v období po 29.6. V prvním termínu zakopání byl nalezen pouze 1 závrť larvy klikoroha, ve druhém termínu pak závrťů 6. U polena, které vykazovalo nejvyšší aktivitu kladení se napočítalo celkem 9 závrťů a 10 larev klikoroha, celkem tedy dříve 19 nakladených vajíček. V posledních 2 zakopáných pokusných objektech bylo nalezeno 16, respektive 11 larev a žádné kukelné komůrky. Tento fakt byl způsoben krátkým časem uložení, během kterého nemohlo dojít k takovému vývoji larev, aby došlo k vytvoření kukelné komůrky.

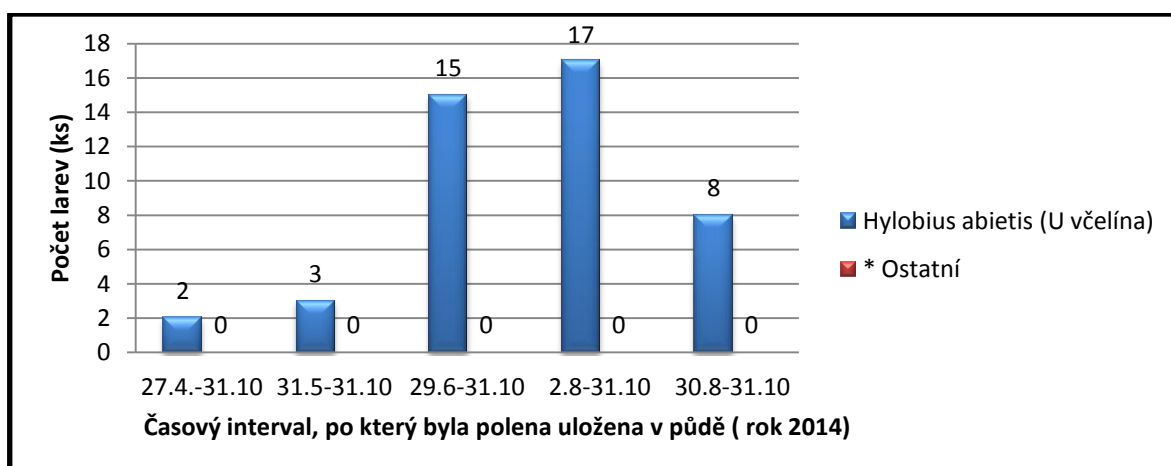
Poslední typ polen (graf 3) byl po měsíci v půdě ošetřen izolátorem, který tvořila polyethylenová síť proti hmyzu. Počet získaných vajíček ukazuje na fakt, že největší intenzita kladení probíhala v období po 29. 6. Nejvyšší počet nakladených vajíček byl v období po 2. 8. U prvních 3 zakopáných polen nebyla po vykopání nalezena žádná

*Ostatní- mezi ostatní jsou započítány larvy tesaříků (*Cerambycidae*) a krasců (*Buprestidae*)

larva, ale pouze obsazené kukelné komůrky. Naopak u dvou polen, která byla zakopána jako poslední, nebyla nalezena žádná kukelná komůrka, ale pouze 17, respektive 8 larev.



Graf 2 Počet vajíček nakledených v lokalitě U Včelína. Polena byla zakopána každý měsíc a ponechána v půdě až do ukončení pokusu.



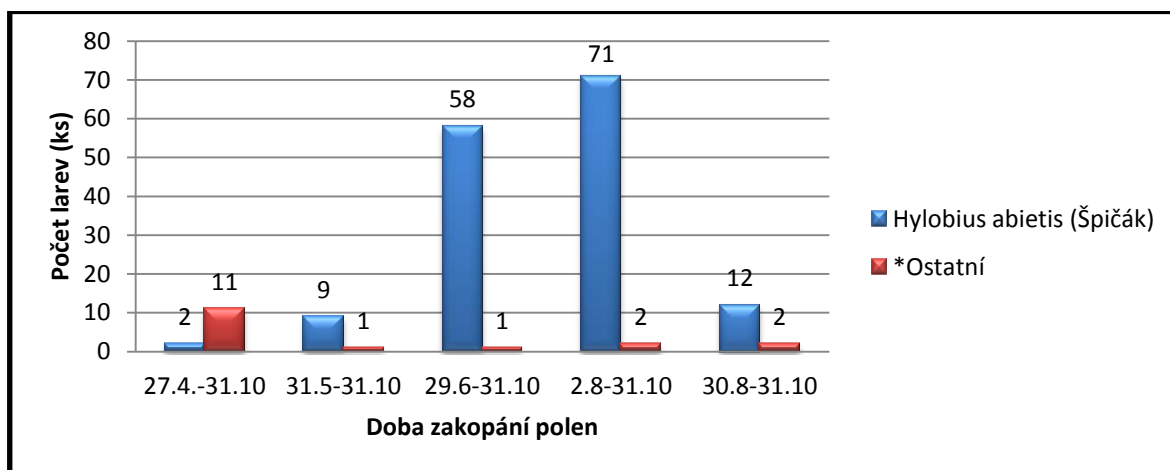
Graf 3 Počet vajíček naklazených v lokalitě U Včelína. Polena byla po měsíci vytažena a ošetřena izolátorem. Poté byla zpět uložena až do ukončení pokusu.

Z dat získaných na lokalitě U Včelína je patrné, že k nejvyšší intenzitě kladení dochází počátkem měsíce července, bez ohledu na dobu, po kterou je špalek uložen v půdě. Malá odchylka vznikla u polen v izolátoru, kde byl nejvyšší počet larev v měsíci srpnu. To lze přikládat faktu, že samička kladoucí vajíčka nakladla více vajíček na čerstvé poleno, ještě než bylo do izolátoru vloženo.

*Ostatní- mezi ostatní jsou započítány larvy tesaříků (*Cerambycidae*) a krasců (*Buprestidae*)

5.2 Paseka Špičák

Paseka Špičák je situována jižním směrem, tudíž zde oproti pasece U Včelína docházelo k většímu prohřátí půdy působením slunečního záření. Polena, která byla zakopána v půdě 2 měsíce a poté vyjmuta (graf 4), vykazují zvýšenou aktivitu kladení po 29. 6. Nejvíce vajíček bylo nakladeno na polenech, která byla zakopána po 2. 8., celkem 71 larev. U ostatních larev došlo k větší aktivitě kladní pouze začátkem měsíce května. V ostatních případech kladly samice klikorohů na čerstvá polena. Tento fakt nejspíše způsobila dřívější aktivita ostatního hmyzu. U prvního zakopaného polena byly napočítány pouze 2 larvy. 9 larev se našlo ve druhém zakopaném špalku.

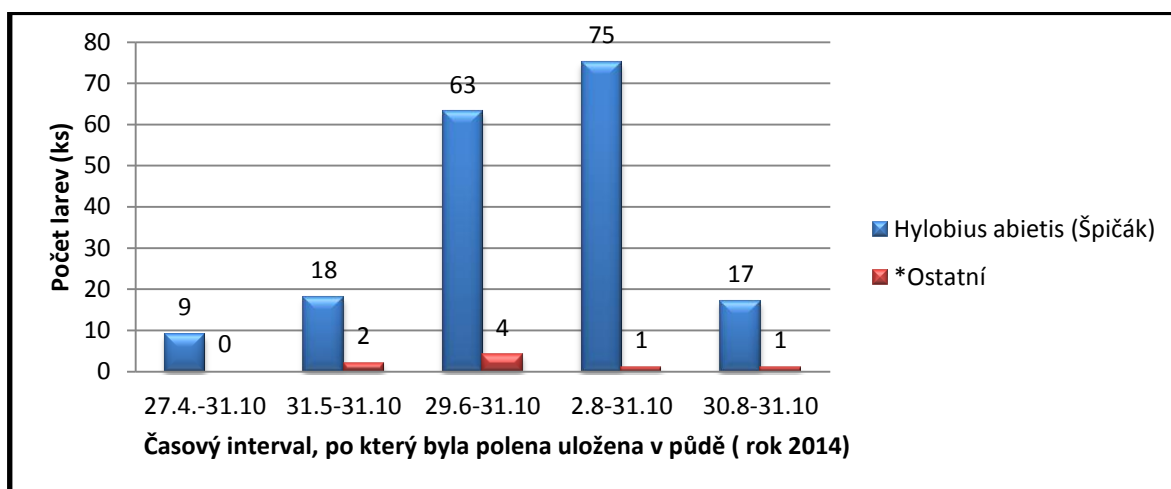


Graf 4 Počet vajíček nakladených v lokalitě Špičák u polen, která byla zakopána 2 měsíce.

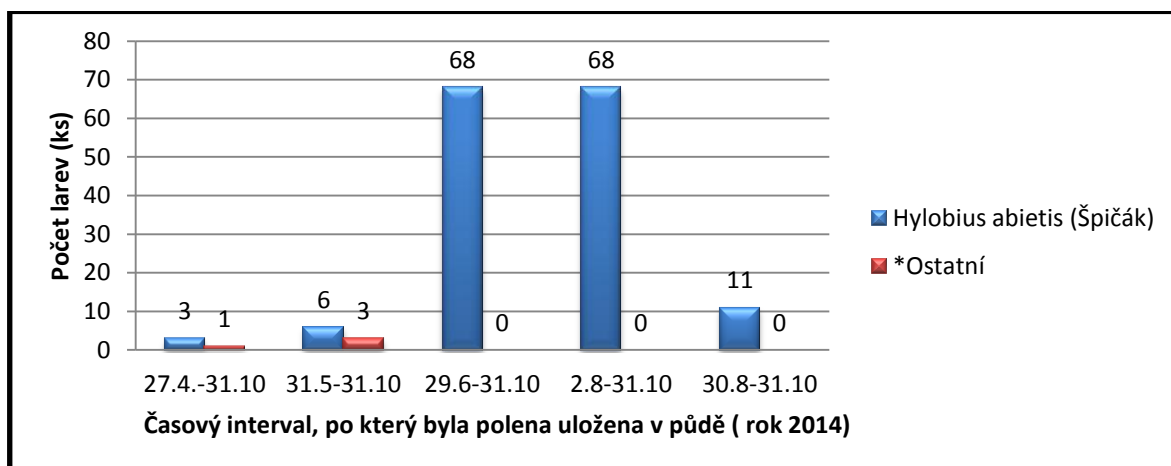
Polena, která byla v půdě uložena celou sezónu (graf 5), vykazují podobné údaje, jako polena vyjmutá po 2 měsících. Vyšší aktivita kladení následovala po 29. 6. Vrchol kladení nastal v polenech zakopaných 2. 8., kdy po ukončení pokusu bylo napočítáno 75 larev. V prvním zakopaném špalku bylo napočítáno 9 obaszených kukelných komůrek. Ve druhém pak 15 kukelných komůrek a 3 larvy pod borkou. Ve třetím špalku již nastalo vytvoření kukelných komůrek u 48 larev, zbylých 15 larev pokračovalo v žíru pod borkou. U posledních dvou zakopaných polen bylo napočítáno 75, respektive 17 larev, která byla nalezena přímo pod borkou a nebyla vytvořena žádná kukelná komůrka.

*Ostatní- mezi ostatní jsou započítány larvy tesaříků (*Cerambycidae*) a krasců (*Buprestidae*)

Poslední typ polen (graf 6) byl po měsíci v půdě ošetřen izolátorem, který tvořila polyetylenová síť proti hmyzu. Získaný počet larev potvrzuje fakt, že stoupající aktivita kladení proběhla v měsíci červnu. V tomto období bylo po ukončení pokusu napočítáno celkem 56 kukelných komůrek a 12 larev pod borkou. První dvě zakopána polena stejně jako v předešlých výsledcích obsahovala již pouze obsazené kukelné komůrky, celkem bylo zjištěno 3, respektive 6 komůrek. Naopak u posledních dvou polen nedošlo vlivem nedostatku času pro vývoj larev k vytvoření kukelných komůrek a tak bylo napočítáno 68, respektive 11 larev pod borkou.



Graf 5 Počet vajíček naklazených v lokalitě Špičák. Polena byla zakopána každý měsíc a ponechána v půdě až do ukončení pokusu.



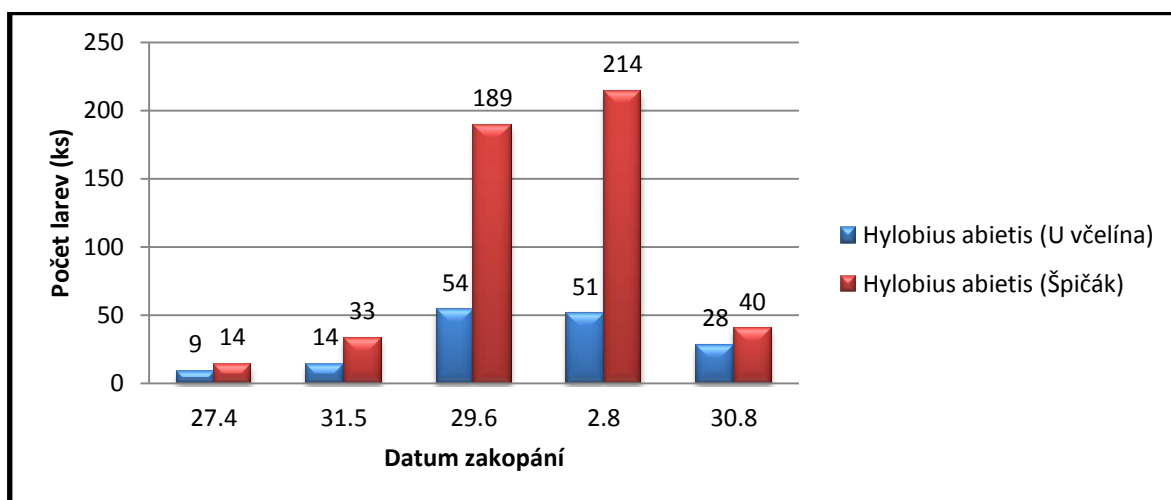
Graf 6 Počet vajíček, naklazených v lokalitě Špičák. Polena byla po měsíci vytažena a ošetřena izolátorem. Poté zpět uložena až do ukončení pokusu.

*Ostatní- mezi ostatní jsou započítány larvy tesaříků (*Cerambycidae*) a krasců (*Buprestidae*)

5.3 Shrnutí výsledků

Ze získaných počtů larev v obou lokalitách je patrné, že kladení samic klikorohů nastává již v měsíci květnu, ač jde o poměrně malé množství. V tomto období začínají na čerstvá polena klást také jiné druhy hmyzu, byly identifikovány larvy tesaříků (*Cerambycidae*) a krasců (*Buprestidae*). Se stoupající teplotou v měsíci červnu se zvyšuje i aktivita kladení. Největší nárůst kladených vajíček nastává počátkem měsíce července (graf 7), kdy na pasece s jižní expozicí bylo na 3 polenech nalezeno celkem 189 larev, popř. kukelných komůrek. Na pasece se severní expozicí bylo v červenci nakladeno na 3 polenech celkem 54 vajíček.

Červenec byl na pasece se severní expozicí obdobím, kdy došlo k nejvyšší aktivitě kladení. Po tomto období došlo vlivem menší sluneční aktivity i k poklesu aktivity brouků. Na pasece s jižní expozicí probíhala nejvyšší aktivita kladení až v měsíci srpnu. Tento fakt je nejspíše způsoben větší prohřátostí půdy než na druhé pasece. Celkem bylo na této pasece v srpnu nalezeno 214 larev, popř. kukelných komůrek.



Graf 7 Součet larev, popř. kukelných komůrek ze všech polen, která byla každý měsíci zakopána.

V polenech, zakopaných 27. 4. a 31. 5. je rozdíl kladení poměrně malý. Naopak v dalších měsících je tento rozdíl markantní. V polenech zakopaných 29. 6. byla na pasece s jižní expozicí aktivita 3,5x vyšší, než na zastíněné pasece. V měsíci srpnu je tento rozdíl pak více než čtyřnásobný. V posledním měsíci se aktivita kladení snížila a s ní i rozdíl mezi sledovanými lokalitami, který se přibližuje trendu z pozdního jara.

Z výsledků je patrné, že larvy staré necelé 3 měsíce si začínají vytvářet kukelné komůrky, ve kterých dokončují svůj vývoj. Všechny nalezené komůrky byly obsazené larvou, tudíž nedošlo k dokončení vývoje larev v imago. Vývoj by byl dokončen v příštím roce.

6 Diskuze

Aktivita klikoroha borového byla ovlivněna z velké části poměrně brzkým a rychlým nástupem jara, a také teplým koncem pozdního léta. První vajíčka samičky nakladly již během měsíce května, i když se jednalo pouze o jednotky vajíček. Naopak poslední vajíčka byla kladena během měsíce září. Tento fakt potvzuje i tvrzení Nováka (1965), který interpretuje kladení vajíček také od května do září. Kladení v pozdějších měsících nemohlo být zjištěno, jelikož pokus již dále nepokračoval.

Ze zjištěných výsledků vyplývá skutečnost, že samičky si pro kladení vybírají pouze čerstvě pokácené dříví. Tento fakt nám dokazuje přibližně stejný počet larev u polen, která byla v zemině společně s poleny, která byla po měsíci vyjmuta a vložena do izolátoru, který dále znemožňoval přístup hmyzu. V našich podmínkách jsou pařezy atraktivní ve vegetační sezóně, která následuje po smýcení porostu. V severských zemích však velmi často dochází k atraktivnosti pařezů i po více vegetačních obdobích (MODLINGER 2008)

Hodnocení zkusných ploch podle množství nakladných vajíček ukazuje, že paseka U Včelína je oproti pasece Špičák méně atraktivní ke kladení vajíček a následnému vývoji larev až k dospělci. Celkově během zkoumaného období nakladly samice klikorohů na pasece U Včelína pouze 156 vajíček. Na pasece Špičák bylo množství nakladených vajíček více než 3x vyšší. Celkem bylo na této pasece zjištěno nakladení 490 ks vajíček. K velmi podobným výsledkům dospěl také Kudela (1983), který na trvale osluněných pařezech napočítal v průměru 57 vajíček. Naopak u pařezů, na které nedopadlo žádné přímé sluneční záření, došlo k úbytku nakladených vajíček 3,5x. V průměru na těchto pařezech bylo nalezeno pouze 16 vajíček.

Jak uvádí Modlinger (2008), klikoroh borový má v našich klimatických podmínkách především dvouletou generaci. Tento fakt je bohužel poněkud nepřesný, jelikož se často zaměňuje doba generační a doba vývojová. Dobou generační je myšlená doba, která uplyne od nakladení vajíček po dobu, kdy vylíhnutí dospělci nakladou svá vlastní vajíčka. Dobou generační je pak doba, která uplyne od nakladení vajíček do doby, než se vylíhnou dospělci. Doba vývojovou chápáme buď jako sensu stricto- od kladení vajíček po vylíhnutí dospělců, nebo sensu lato- od kladení vajíček po opuštění kukelné komůrky. Tyto případy nastávají u jednoleté vegetace, která se vyskytuje především v teplých obastech. Na zkusných plochách popsaných v této práci byl potvrzen výskyt dvouleté generace. Na obou

lokality si larvy vytvořily kukelné komůrky, ale v žádném případě nedošlo k úplnému vývoji larvy v dospělého brouka. K dokončení vývoj by tedy došlo až během vegetační doby v roce 2015.

7 Závěr

Účelem práce bylo zjištění množství nakladených vajíček v závislosti teplotě. Byly vybrány dvě lokality, kde jedna měla severní expozici, druhá pak expozici svahu jižní. Na obou lokalitách bylo vždy ve stejnou dobu po měsíci zakopáno po třech polenech. Po měsíci se jedno poleno vyjmulo a vložilo do izolátoru, následně se opět zakopalo. Po dvou měsících se vytáhlo jedno poleno a poslední poleno zůstalo v půdě po celou dobu pokusu, tedy do 31.10. Tímto způsobem došlo ke zjištění, že samice klikoroha upřednostňují pouze čtvrtá polena, jelikož na obou lokalitách byl na současně zakopaných polenech velmi podobný počet nakladených vajíček. Zároveň došlo ke zjištění, že dospělci vyhledávají pro zajištění dalších generací více prohřáté, jižně exponované lokality. Na zastíněné pasece došlo k naklazení celkem 156 vajíček, kdežto na pasece s celodenním působením slunečních paprsků bylo nakladeno za celou sezónu 490 vajíček. Na jižní pasece byla zaznamenána delší aktivita kladení přibližně o měsíc. Nejvyšší aktivita kladení byla dosažena v srpnu. Oproti severní pasece, kde došlo k nevyšší aktivitě kladení v červenci. Výsledky ze zkoumaných oblastí také potvrdili skutečnost, že se na našem území vyskytuje hlavně dvouletá generace klikorohů. K dokončení vývoje dojde tedy až rok po naklazení vajíček.

Dosažené výsledky podporují fakt, že v lokalitách ohrožených vysokými škodami působením klikoroha by se měl podporovat maloplošný způsob hospodaření. Na zastíněných pasekách by tak byla alespoň mírně snížena aktivita klikorohů, způsobená menší teplotou.

Seznam literatury a použitých zdrojů

- BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R., 1997: Ekologie: jedinci, populace a společenstva. 1. vyd. Olomouc : Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomuci. 949 s. ISBN 80-7067-695-7.
- BEJER-PETERSEN, B.; JUUTINEN, P.; KANGAS, E.; BAKKE, A.; BUTOVITSCH, V.; EIDMANN, H.; HEQVIST, K. J.; LEKANDER, B., 1962: Studies on *Hylobius abietis* L. : I. Development and life cycle in the Nordic countries. Acta entomologica Fennica, s. 1-106. ISSN 0001-561X.
- ČÍŽEK, H., 1993: Marshal suSCon – nový přípravek na ochranu kultur proti klikorohu borovému. Lesnická práce. s. 78- 80. ISSN 0322-9254.
- EIDMANN, H., 1993: H. *Hylobius* Schönh. In Schwenke, W. (ed.). Die Forstschädlinge Europas: Ein Handbuch in fünf Bänden : Zweiter Band : Käfer. 1. vyd. Hamburg, Berlin: Paul Parey, s. 275–293. ISBN 3-490-11016-1.
- GALKO, J.; RELI, S.; KUNCA, A., 2013: Voskovanie sadenic na Slovensku ochrana pred tvrdoňom smrekovým. Lesnická práce. č. 9.
- GLOWACKA, B.; LECH, A.; WILCZYNSKI, W., 1991: Application of deltamethrin for spraying or dipping to protect Scots pine seedlings against *Hylobius abietis* L and logs against *Tomicus piniperda* L. Annales des Sciences Forestieres 48: s. 113-117.
- GULIČKA, J., 1984: Ekologické faktory půdy. In LOSOS, B.; GULIČKA, J.; LELLÁK, J.; PELIKÁN, J. Ekologie živočichů. 1. vyd. Praha : SPN, s. 109–132. ISBN 14-174-85.
- CHARITONOVA, N. Z., 1965: Bolšoj sosnovyj dolgonosik i borba s nim. 1. vyd. Moskva : Lesnaja promyšlenost. 88 s. ISBN 634-0-41-595-768-24.
- INWARD, D. J. G.; WAINHOUSE, D.; PEACE, A., 2012: The effect of temperature on the development and life cycle regulation of the pine weevil *Hylobius abietis* and the potential impacts of climate change. Agricultural and Forest Entomology, s. 348-357. ISSN 1461-9563.
- KLIKA, J., 1955: Nauka o rostlinných společenstvech (fytoecologie). 1. vyd. Praha : Nakladatelství Československé akademie věd, 364 s. ISBN 105010-54-5427.
- KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J.; LUBOJACKÝ, J.; MODLINGER, R., 2013: Živočišní škůdci v lesích Česka v roce 2012. Zpravodaj ochrany lesa. VÚLHM, svazek 17.
- KOMÁREK, J., 1924: Několik dat z biologie klikoroha (*Hylobius abietis*) na Slovensku. Lesnická práce, s. 370–373. ISSN 0322-9254.
- KŘÍSTEK, J., 2002: Ochrana lesů před škodlivým hmyzem. In KŘÍSTEK, J.; JANČAŘÍK, V.; MENTBERGER, J.; VICENA, I.; VOLNÝ, S. Ochrana lesů a přírodního prostředí. 1. vyd. Písek : Matice lesnická, s. 84–180. ISBN 80-86271-08-0.

KŘÍSTEK, J.; URBAN, J., 2004: Lesnická entomologie. 1. vyd. Praha : Academia, 445 s. ISBN 80-200-1052-1.

KŘÍSTEK, J.; URBAN, J., 2002: Lesnická entomologie. Nakladatelství Academia. Vydání 2. upravené. ISBN 978-80-200-2237-0.

KUDELA, M., 1983: K ochraně kultur proti klikorohu borovému. Lesnická práce. s. 309-312. ISSN 0322-9254.

KUDELA, M.; URBAN, B., 1962: Hubení klikoroha borového (*Hylobius abietis* L.) otrávenými výhonky v lapacích kůrách. Sborník lesnické fakulty vysoké školy zemědělské v Praze.

KUTÍLEK, M., 1978: Vodohospodářská pedologie. 2. přeprac. vyd. Praha : SNTL/ALFA, 296 s. ISBN 04-721-78.

LOSOS, B., 1984: Ekologické faktory ovzduší. In LOSOS, B.; GULIČKA, J.; LELLÁK, J.; PELIKÁN, J. Ekologie živočichů. 1. vyd. Praha : SPN, s. 38–76. ISBN 14-174-85.

MELICHAR J., 2003: Vlastivěda Šluknovského výběžku pro školy a veřejnost, 1. vydání, Sdružení pro rozvoj Šluknovska. 250 s. ISBN 80-2541-704-2.

MODLINGER, R., 2008: Poškození výsadeb klikorohem borovým v pozdním létě. Lesnická práce. s. 564-565. ISSN 0322-9254.

MODLINGER, R.; KNÍŽEK, M., 2009: Klikoroh borový *Hylobius abietis* (L.). Lesnická práce. s. I-IV. ISSN 0322-9254.

MODLINGEROVÁ, J., 2008: Vývoj klikoroha borového (*Hylobius abietis* L.) v závislosti na mikroklimatických podmínkách. Diplomová práce. Praha : FLD ČZU, 91 s., přílohy.

MRÁČEK, Z., 1984: Ještě k otázce ochrany kultur před klikorohem borovým. VÚLHM. Lesnická práce. s. 269-721. ISSN 0322-9254.

MRÁČEK, Z., 1985: Klikoroh borový – současné možnosti obrany, účinnost a perspektivy nových forem obrany. Zprávy lesnického výzkumu. 1985/30/3. VÚLHM.

MRÁČEK, Z., 1989: Kontrola klikoroha, hlavní zásady prognózy a účinná obranná opatření. VÚLHM. Lesnická práce. s. 113-116. ISSN 0322-9254.

MRÁČEK, Z., 1986: Zkušenosti s kontrolou a obranou proti klikorohu. Lesnická práce. s. 362- 366. ISSN 0322-9254.

NOVÁK, V., 1965: Klikoroh borový. Lesnické aktuality. 1. vyd. 90 s. ISBN 07-014-65.

PETRÍK, M.; HAVLÍČEK, V.; UHRECKÝ, I., 1986: Lesnícka bioklimatológia. 1. vyd. Bratislava : Príroda, 352 s. ISBN 64-044-86.

PFEFFER, A., 1934: *Hylobius*. In Konšel, J. (red.). Naučný slovník lesnický : výběr lesnických důležitých hesel zpracovaných odborníky. Díl I. A–L. 1. vyd. Písek : Česká matice lesnická, s. 579.

PFEFFER, A.; ČEPELÁK, J.; GREGOR, F.; KOMÁREK, J.; KRAMÁŘ, J.; KUDELA, M.; NOVÁKOVÁ, E.; OBR, S.; WEISER, J., 1954: *Lesnická zoologie* : II. 1. vyd. Praha: SZN, 622 s. ISBN 104077-54-SV3-525.

SLAVÍKOVÁ, J., 1986: *Ekologie rostlin*. 1. vyd. Praha : SPN, 1986. 368 s. ISBN 14-446-86.

ŠRŮTKA, P. *Ochrana lesů*. 1999. 88 s., Nепublikováno

ŠULÁK, J., 2013: Synantropizace a hnízdní ekologie straky obecné (*Pica pica*) na Šluknovsku se zaměřením na orientaci stavění hnízd. Bakalářská práce. Praha: FLD ČZU, 38 s. přílohy.

TORSTENSSON, L.; BÖRJESSON, E.; ARVIDSSON, B., 1999: Treatment of Bare Root Spruce Seedlings with Permethrin against Pine Weevil before Lifting. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14:408-415.

ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P.; TICHÁ, S.; KOBLÍŽEK, J., 2009: *Dřeviny České republiky*. 2. přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 368 s. ISBN 978-80-87154-62-5.

WAINHOUSE, D.; BROUGH, S.; GREENACRE, B., 2007: Managing the pine weevil on lowland pine. *Forestry Commission Practice Note*. s. 1-12. ISSN 1460-3810.

ZAHRADNÍK, P., 2005: *Ochrana lesa proti klikorohu borovému – Hylobius abietis (Linnaeus)*. ČSN 48 1001. Český normalizační institut. Praha 6 s.

ZLATNÍK, A.; PELIKÁN, J.; STOLINA, M., 1973: *Základy ekologie*. 1. vyd. Praha SZN, 280 s. ISBN 07-079-73.

Internetové zdroje

BIOLIB. Biolib- Taxonomic tree of plants and animals with photos. [online]. 23.3.2015 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id13299/>

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Územní srážky v roce 2014. [online]. 3.3.2015 [cit. 2015-03-23]

Dostupné z: http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_5_Uzemni_srazky&nc=1&portal_lang=cs#PP_Uzemni_srazky.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. Územní teploty v roce 2014. [online]. 3.3.2015 [cit. 2015-03-03].

Dostupné z: http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_4_Uzemni_teploty&nc=1&portal_lang=cs#PP_Uzemni_teploty.

FAUNA EUROPAEA. Fauna Europaea- Versoin 2.6.2. [online]. 23.3.2015 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.faunaeur.org/>.

LOS- Usmernenie Lesníckej ochrannárskej služby ku kontrole, ochrane a obrane sadeníc pred poškodením tvrdoňom smrekovým a lykokazmi rodu Hylastes. Lesnícka ochrannárska služba. [online]. 23.3.2015 [cit. 2015-03-23].

Dostupné z: http://www.los.sk/pdf/usm_hylob_2013.pdf

MAPY.CZ. Mapy.cz. [online]. 24.2.2015 [cit. 2015-02-24].

Dostupné z: <http://www.mapy.cz/letecka?x=14.4120163&y=51.0072533&z=13&l=0>.

METOD. Conniflex. [online]. 29.1.2015 [cit. 2015-01-29].

Dostupné z: <http://www.conniflex.se/miljovanligt.html> .

MILJÖVÄNLIGT A EFFEKTIVT. Conniflex. [online]. 29.1.2015 [cit. 2015-01-29].

Dostupné z: <http://www.conniflex.se/miljovanligt.html>.

SNÄPPSKYDDDET. SLU, Institutionen för ekologi, Uppsala, Sweden. [online]. 29.1.2015

[cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/snappskyddet.php>

ÚHUL. Přírodní lesní oblasti- PLO. [online]. 12.3.2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné

z: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo>.

VAZTAK 10 EC. Ridex... Vše pro les. [online]. 2.2.2015 [cit. 2015-02-02]. Dostupné

z: <http://www.ridex.cz/userdata/products/36/pouziti-pripravku—vaztak-10-ec.pdf>