

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Rozsah škod způsobených klikorohem borovým
v závislosti na způsobu obnovy lesa**

Bakalářská práce

Autor: Nela Štajerová

Vedoucí práce: RNDr. Adam Vele, Ph.D. et Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Nela Štajerová

Lesnictví

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

Rozsah škod způsobených klikorohem borovým v závislosti na způsobu obnovy lesa

Název anglicky

Damages caused by large pine weevil in dependence on the method of forest regeneration

Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit rozsah škod způsobených klikorohem borovým na území Městských lesů Hradec Králové a.s. Zjištěné výsledky dát do souvislosti s použitými způsoby obnovy lesa a porovnat je s údaji z předchozích let.

Metodika

Na vybraných plochách standardními metodami zhodnotit množství sazenic poškozených klikorohem borovým. Popsat parametry studovaných ploch (rozloha, pokryvnost vegetace, apod.) a aktuální způsob obnovy lesa. Získané výsledky porovnat s poškozeními a způsoby obnovy v předchozích letech.

Harmonogram

duben – září: terénní práce (monitoring poškození, charakteristika ploch)

říjen – prosinec: zpracování dat

leden: vypracování literární rešerše

březen: sepsání výsledků a diskuze

Doporučený rozsah práce

30

Klíčová slova

klikoroh borový, obnova lesa, ochrana lesa, poškození, Hradec Králové

Doporučené zdroje informací

- Leather, S.R. Day, K.R. Salisbury, A.N., 1999: The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae): a problem of dispersal? *Bulletin of entomological research* 89:3 – 16
- Nordlander G., 1991: Host finding in the pine weevil *Hylobius abietis*: effects of conifer volatiles and added limonene. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 59:229-237
- Orlander G., Nilsson U., 1999: Effect of Reforestation Methods on Pine Weevil (*Hylobius abietis*) Damage and Seedling Survival. *Journal Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 341-354.
- Orlander G., Nordlander G., 2003: Effects of field vegetation control on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Ann. For. Sci.* 60: 667–671
- Zahradník P. 2005: Ochrana lesa proti klikorohu borovému – *Hylobius abietis* (Linnaeus) ČSN 48 1001. Český normalizační institut, Praha 6 s.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

Vedoucí práce

RNDr. Adam Véle, Ph.D. et Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 7. 7. 2020

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 8. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 11. 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Rozsah škod způsobených klikorohem borovým v závislosti na způsobu obnovy lesa“ vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Adama Véleho, Ph.D. et Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské 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 20. 4. 2021

Nela Štajerová

Poděkování

Chtěla bych tímto způsobem poděkovat všem, kdo mi při psaní bakalářské práce pomáhali. Svému vedoucímu práce RNDr. Adamovi Vélemu, Ph.D. et Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování práce věnoval. V neposlední řadě patří také poděkování mé rodině, která mě po celou dobu studia neustále podporovala.

Abstrakt

Klikoroh borový (*Hylobius abietis*) je významným škůdcem mladých jehličnatých kultur velké části Evropy a Asie. Larvy se vyvíjejí pod kůrou pařezů čerstvě pokácených nebo odumírajících jehličnanů. Dospělí jedinci se živí jemnou kůrou na nově vysazených sazenicích jehličnanů. Z tohoto důvodu působí největší škody v jehličnatých kulturách vysazených na čerstvých pasekách, kam ho přitahuje pryskyřičná vůně čerstvých pařezů a odpadu z těžby. V kůře vyžírá hluboké, trychtýřovité jamky až na běl. Při silném poškození sazenice hynou. Klikoroh borový se vyskytuje všude, kde se vyskytují jehličnaté dřeviny, které využívá jako hostitele. Preferovaná hostitelská dřevina je borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a smrk ztepilý (*Picea abies*). Cílem této práce bylo zhodnotit rozsah škod způsobených klikorohem borovým na území Městských lesů Hradec Králové a.s. Zjištěné výsledky dát do souvislosti s použitými způsoby obnovy lesa a porovnat je s údaji z předchozích let.

Na území Městských lesů Hradec Králové a.s. se standardními metodami zhodnotilo množství sazenic poškozených klikorohem borovým. Monitoring poškozených sazenic probíhal na 17 vybraných plochách od dubna do září roku 2020 v pravidelných 14denních intervalech. Kontrola se prováděla pochůzkou a zjišťoval se počet poškozených sazenic a jejich zdravotní stav. Získané výsledky se porovnaly s poškozením v předchozích letech.

Ze získaných dat bylo zjištěno, že se na studovaných plochách klikoroh borový vyskytoval v zanedbatelném množství. Celkem bylo monitorováno 580 sazenic, z toho slabě poškozených bylo 16,6 % (96 sazenic). Silně poškozené sazenice se nevyskytovaly. Z výsledků vyplývá, že se procento poškozených sazenic signifikantně zvyšuje s rozlohou paseky. Omezení rozlohy holin na maximálně 0,5 hektaru může vést k významnému snížení poškozování sazenic klikorohem borovým a rovněž také ke snížení nákladů na obnovu lesa.

Klíčová slova: Hradec Králové, klikoroh borový, obnova lesa, ochrana lesa, poškození

Abstract

The large pine weevil (*Hyllobius abietis*) is an important pest of young coniferous forests in large parts of Europe and Asia. Larvae develop under the bark of stumps of freshly felled or dying conifers. Adult feeds on tender bark on newly planted conifers seedlings. For this reason, it causes the greatest damage in coniferous forests planted on fresh clearing, where it is attracted by the resinous scent of fresh stumps and mining waste. In the bark eats deep, funnel-shaped pits down to the cambium. If the seedlings are severely damaged, they die. The large pine weevil occurs everywhere where coniferous trees occur, which it uses as a host. The preferred host trees are Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*). This thesis aimed to evaluate the extent of damage caused by large pine weevil in the Městské lesy Hradec Králové a.s. The results obtained should be related to the used methods of forest regeneration and compared with data from previous years.

In the territory of Městské lesy Hradec Králové a.s. evaluated the number of seedlings damaged by large pine weevil with standard methods. Monitoring of damaged seedlings took place on 17 selected areas from April to September 2020 at regular 14-day intervals. The control was carried out by errand and the number of damaged seedlings and their health condition were ascertained. The obtained results were compared with the damage in previous years.

From the obtained data it was found that in the studied areas large pine weevil occurred in a negligible amount. A total of 580 seedlings were monitored, of which 16.6 % (96 seedlings) were slightly damaged. There were no severely damaged seedlings. The results show that the percentage of damaged seedlings significantly increases with the area of the clearing. Limiting the area of clearings to a maximum of 0.5 hectares can lead to a significant reduction in damage to seedlings by large pine weevil and also to a reduction in the cost of forest regeneration.

Keywords: damage, forest protection, forest regeneration, Hradec Králové, large pine weevil

Obsah

1. Úvod	10
2. Literární rešerše	11
2.1 Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	11
2.1.1 Popis a charakteristika	11
2.1.2 Rozšíření	12
2.1.3 Škůdci a poškození	14
2.2 Klikoroh borový (<i>Hyllobius abietis</i>)	15
2.2.1 Taxonomické zařazení	15
2.2.2 Popis a lesnický význam	15
2.2.3 Problematika	17
2.2.4 Morfologie a popis vývojových stádií	17
2.2.5 Způsob života a migrace	19
2.2.6 Žír a preference dřevin	22
2.2.7 Přirození nepřátelé	25
2.2.8 Kontrola	26
2.2.9 Ochrana a obrana	28
2.2.10 Příbuzné druhy	31
3. Metodika	33
3.1 Charakteristika lokality	33
3.2 Historie lokality	34
3.3 Přirozená obnova a pěstební činnost	35
3.4 Studované plochy	35
3.5 Sběr dat a monitoring	36
3.5.1 Analýza nasbíraných dat	38
4. Výsledky	39
4.1 Poškození na studovaných plochách	39
4.1.1 Statistické vyhodnocení	41
4.2 Poškození v předchozích letech	42
5. Diskuze	45
6. Závěr	48
7. Použitá literatura a zdroje	49

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled studovaných ploch	36
Tabulka 2: Počet kontrolních míst a sazenic na danou plochu	37
Tabulka 3: Celkový počet poškozených sazenic na všech studovaných plochách	39
Tabulka 4: Celkové procentuální poškození sazenic na všech studovaných plochách	40
Tabulka 5: Evidovaný výskyt klikoroha borového v minulých letech	42

Seznam obrázků

Obr. 1: Areál borovice lesní v Evropě	13
Obr. 2: Klikoroh borový (<i>Hylobius abietis</i>) – imago	15
Obr. 3: Výskyt klikoroha borového ve světě	16
Obr. 4: Larva klikoroha borového	18
Obr. 5: Kukla klikoroha borového	18
Obr. 6: Vývojový diagram klikoroha borového	21
Obr. 7: Silný žír klikoroha borového	22
Obr. 8: Slabé poškození klikorohem borovým	24
Obr. 9: Přírodní lesní oblast č. 17 – Polabí	33
Obr. 10: Území Městských lesů Hradec Králové a.s.	34

Seznam grafů

Graf 1: Poškození v jednotlivých měsících	40
Graf 2: Vliv rozlohy paseky na procentuální zastoupení poškozených sazenic	41
Graf 3: Evidovaný výskyt klikoroha borového v okrese Hradec Králové	43
Graf 4: Evidovaný výskyt klikoroha borového v ČR od roku 1990	44

1. Úvod

Svět pokrývá 4,06 miliard hektarů lesa, což je 31 % světové souše. Tato plocha odpovídá 0,52 ha na jednoho člověka. Lesy patří mezi základní složky přírodního prostředí (FAO, 2020). Pokrývají 34,1 % území České republiky (MZe, 2020). Pro člověka jsou trvalým zdrojem dřeva, zlepšují a ovlivňují podnebí, půdní a vodní poměry, vytvářejí přirozené prostředí pro četné druhy živočichů a rostlin, zachovávají přírodní krajinu a jsou zdrojem zdraví obyvatel (Švestka et al., 1996).

Borové lesy se nacházejí po celé Evropě. V současné době pokrývají 16,1 % území České republiky, jejich doporučená skladba je o 0,7 % vyšší (MZe, 2020). Nejběžnějším zástupcem je borovice lesní (*Pinus sylvestris*). V posledních letech narůstá úmrtnost borovice lesní v důsledku poškození hmyzem. Klimatické změny oslabují stromy nedostatkem srážek a vyššími teplotami, zároveň urychlují vývoj hmyzu a umožňují šíření nepůvodních druhů. Mezi nejčastější škůdce patří lýkožrout borový (*Ips sexdentatus*), lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*), krasec borový (*Phaenops cyanea*) a *Sirex noctilio* (Liška et al., 2021).

Jedním z nejvýznamnějších škůdců jehličnatých kultur velké části Evropy a Asie je klikoroh borový (*Hylobius abietis*). Vyskytuje se v oblastech, kde dochází k těžbě a znovuzalesnění jehličnatými dřevinami, které využívá jako hostitele (Långström & Day, 2004). V České republice je preferovanou hostitelskou dřevinou borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a smrk ztepilý (*Picea abies*) (Švestka et al., 1996). Dospělí jedinci se živí kůrou nově vysazených jehličnanů, které jsou často v důsledku žíru zničeny tak silně, že následně usychají (Långström & Day, 2004). Sazenice odumírají, pokud se požerky spojí po celém obvodu kmínku, protože tím dochází k přerušení vodivých pletiv (Örlander et al., 1999). V celé Evropě patří klikoroh borový mezi hlavní škodlivý druh a úmrtnost sazenic v důsledku působení tohoto druhu hmyzu vede ke značným ekonomickým ztrátám (Eidmann, 1974).

Cílem práce je zhodnotit rozsah škod způsobených klikorohem borovým (*Hylobius abietis*) na území Městských lesů Hradec Králové a.s. Zjištěné výsledky dát do souvislosti s použitými způsoby obnovy lesa a porovnat je s údaji z předchozích let.

2. Literární rešerše

2.1 Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) je domácí dřevina důležitá především v lesnictví, kde je sázená často v monokulturách. Hospodářsky významná je velká růstová variabilita, která se liší podle místa zeměpisného původu, tak i podle stanoviště (Musil, 2003). Lze se s ní setkat v polopřirozených smíšených lesních porostech, kde je v příměsí (Businský et al., 2011). Mezi doprovodné dřeviny patří především dub zimní (*Quercus petraea*), habr obecný (*Carpinus betulus*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), javor babyka (*Acer campestre*) a bříza bělokorá (*Betula pendula*) (Musil, 2003).

Velmi často je oblíbená v zahradní a krajinářské tvorbě, kde plní významnou roli především jako kosterní dřevina, protože je vhodná i pro extrémní stanoviště (snáší mrazy, sucho i chudou půdu). Patří mezi nejvhodnější jehličnany pro osazování devastovaných půd, v našich podmínkách jen musíme brát v úvahu menší odolnost proti znečištění ovzduší (Businský et al., 2011). Borovice patří mezi pionýrské (přípravné) dřeviny. Připravuje vhodné mikroklimatické a půdní prostředí pro hlavní dřeviny. Vyniká rychlým růstem v mládí, krátkým fyzickým věkem a přirozenou schopností osídlovat volné plochy, které jiným druhům nevyhovují (Vacek, 2006).

Borovice lesní v současnosti pokrývá 16,1 % území českých lesů. Přirozená skladba borovice je 3,4 % a doporučená 16,8 % (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR v roce 2019; MZe, 2020).

2.1.1 Popis a charakteristika

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) je stálezelená jehličnatá dřevina z čeledi borovicovitých (*Pinaceae*). Borovice dorůstá do výšky až 40 metrů (Hecker & Hecker, 2004). Jedná se o rychle rostoucí a velmi odolnou dřevinu. Na extrémních stanovištích může být někdy jen keřovitého vzrůstu, především na hranici tundry a lesotundry (Musil, 2003). Borka je šupinatá, červenohnědá až šedá. Jehličí vyrůstá ve dvojicích. Jehlice jsou pevné, dlouhé a šedo zelené (Hecker & Hecker, 2004).

Vyskytuje se na mírně suchých až vlhkých, zásaditých a vápenatých až kyselých půdách (Hecker, 2001). Důležitým faktorem přirozené obnovy borovice lesní je omezení vzdušného proudění v porostu (Vacek et al., 2009). Je výrazně světlomilnou dřevinou, je intolerantní k zastínění (Musil, 2003). Má velkou ekologickou amplitudu, je přizpůsobivá, tolerantní k suchu i nízkým teplotám (Poleno et al., 2009).

Kořenový systém borovice je mohutný, zpravidla se zachovalým kulovým kořenem, který jde 1,5–3 metry hluboko. V písčitých a suchých půdách jde ještě hlouběji. Její kořenový systém velice dobře kotví nadzemní část v půdě. Netrpí vývraty, tudíž je považována za dřevinu zpevňující (Musil, 2003).

Průměrné stáří borovice lesní je 200 až 300 let, ale existují exempláře staré až 600 let. V lese kvete ve 30–40 letech, ale pokud roste jako solitéra je schopná kvést už v 15 letech. Šišky dozrávají ve druhém roce, ale otevírají se na začátku třetího roku (Hecker, 2001). Borovice mívají bohatou úrodu semen každý třetí až šestý rok (Poleno et al., 2009). Životaschopná semena může produkovat přinejmenším do 200 let, i když kvalita semen stářím daného jedince klesá (Musil, 2003). Klíčení semen postupuje lépe za plného, nebo částečného osvětlení (Poleno et al., 2009).

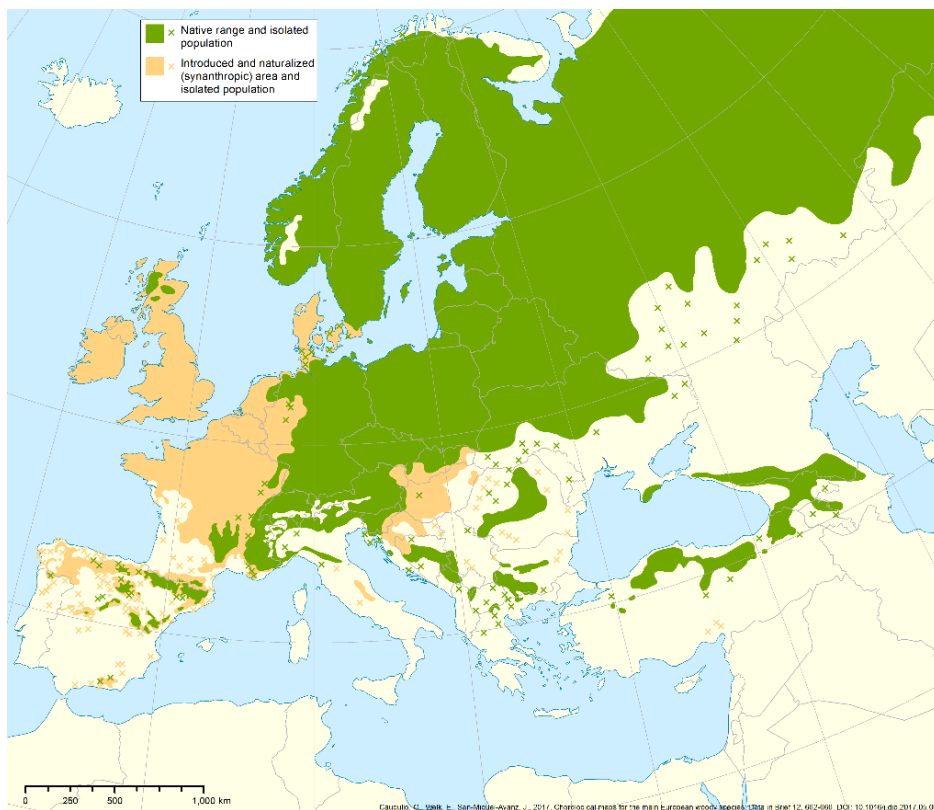
2.1.2 Rozšíření

Rozšíření: Značná část Euroasie, od Atlantiku prochází Evropou přes celou Sibiř až téměř k Pacifiku, tj. od Skotska, respektive od severozápadní části Pyrenejského poloostrova (5°–7° z.d.) až k moři Ochotskému (140° v.d.). Nejjižněji zasahuje v Sierra Nevadě (nejvyšší španělské kontinentální pohoří; leží v mediánu na 37° s. š.). Nejseverněji ve Skandinávii, kde jde až za severní polární kruh, na hranici tundry a lesotundry (70° s.š.) (Musil, 2003).

Borové lesy se vyskytují v celé Evropě. Nejhojnější zastoupení borů s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) se vyskytuje v kontinentální Euroasii (jižní okraj boreálních lesů severní polokoule). Především na hranici k formaci lesů suchých oblastí a na přechodu k formaci smíšených opadavých lesů mírného pásma. Rozlehlé bory jsou i na náhorních plošinách v tropech blízko rovníku v Indočíně (Mikeska et al., 2008).

Borovice lesní je druh borovice, která zaujímá nejrozsáhlejší areál na světě. V hlavních oblastech přirozeného výskytu se vyznačuje poměrně rozsáhlou variabilitou

(Businský et al., 2011), která se liší podle stanoviště, tak i podle místa zeměpisného původu. Z hlediska rozšíření se vyčleňuje 22 geografických variet tohoto druhu. Rozmanitost (diverzita) taxonu borovice je extrémně velká (Musil, 2003).



Obr. 1: Areál borovice lesní v Evropě (Autor: Giovanni Caudullo, 2017)

V České republice se borovice lesní původně rozšířila v mezofytiku (Poleno et al., 2009). Je to oblast vegetace, která odpovídá zonální vegetaci (vegetační formace se mění v souvislosti se změnou nadmořské výšky nebo zeměpisné šířky). Mezofytikum tvoří přechod mezi teplomilnou a chladnomilnou vegetací (Hejný et al., 1988). Borovice byla zastoupena pouze roztroušeně (maximální nadmořské výšky dosahuje na Šumavě u Plesného jezera v 1 070 m n. m.). Výjimečně se vyskytuje v termofytiku, které je typické výskytem převážně teplomilnými druhy dřevin (Poleno et al., 2009).

2.1.3 Škůdci a poškozování

Klimatické změny usnadňují vývoj škůdců. Stromy jsou oslabené nedostatkem srážek, vyššími teplotami a mění se živinové cykly. Klima urychluje vývoj hmyzu a umožňuje šíření nepůvodních druhů (Lindner et al., 2008). Mezi všemi lesními dřevinami bývá borovice lesní napadána největším počtem škodlivého hmyzu. V mládí jsou to klikorozi (*Hylobius abietis*, *Pissodes notatus*), kteří hlodají kůru mladých sazenic a vajíčka kladou pod kůru. Vylíhlé larvy prožirají lýko i dřevo ve všech směrech. Takto napadené mladé sazenice do 8–12 let usychají. V tyčovinách trpí napadením zavíječi a obaleči (*Tortrix*), z části vyhlodávají výhony, z části ožirají poupata a tím zkracují přírůstek. Starší borovice slouží hojným druhům lýkožroutů (*Tomicidae*) k vývoji, k nim patří např. lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*). Jehlice starších borovic napadají housenky nočních motýlů, nejčastěji housenka bourovce borového (*Gastropacha pini*), bekyně mnišky (*Lymantria monacha*) a píďalky (*Geometra piniaria*) (Sitenský, 1905).

Lesní zvěř je poškozována jen v mládí. Je náchylná na vrcholové zlomy, které bývají způsobeny mokřým a těžkým sněhem nebo námrazou, protože má křehké dřevo. Zlomený vrchol nahrazuje jenom bočními větvemi. Při poškození kmene roní silně pryskyřici. Borovice je citlivá na znečištěné ovzduší a nepříznivě na ně reaguje (Musil, 2003).

V posledních letech dochází k prudkému nárůstu úmrtnosti borovice lesní v důsledku hmyzích škůdců. Je patrné, že někteří škůdci profitují z klimatických změn. Zvyšuje se jejich agresivita a rozšiřují se do nových lokalit. Převládají kůrovci a dřevokazný hmyz. Patří mezi ně lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*), lýkožrout borový (*Ips sexdentatus*), krasec borový (*Phaenops cyanea*) a *Sirex noctilio*, který se jeví jako nejnebezpečnější. Tyto druhy škůdců jsou nyní lepšími konkurenty než druhy, které byly dříve považované za hlavní škůdce (Liška et al., 2021).

Nejvýznamnějším škůdcem borových lesů ve velké části Evropy a Asie je klikoroh borový (*Hylobius abietis*) (Långström & Day, 2004). Patří mezi ekonomicky významné škůdce, kteří ničí velký podíl sazenic jehličnatých dřevin v oblastech zalesňování. Je přítomný v jehličnatých lesích po celé Evropě (Nordlander et al., 2017).

2.2 Klikoroh borový (*Hylobius abietis*)

2.2.1 Taxonomické zařazení

Říše:	<i>Animalia</i> (Živočichové)
Kmen:	<i>Arthropoda</i> (Členovci)
Třída:	<i>Insecta</i> (Hmyz)
Podtřída:	<i>Pterygota</i> (Křídlatí)
Řád:	<i>Coleoptera</i> (Brouci)
Podřád:	<i>Polyphaga</i> (Všežraví)
Čeleď:	<i>Curculionidae</i> (Nosatcovití)
Rod:	<i>Hylobius</i> (Klikoroh)

(Zdroj: www.biolib.cz)

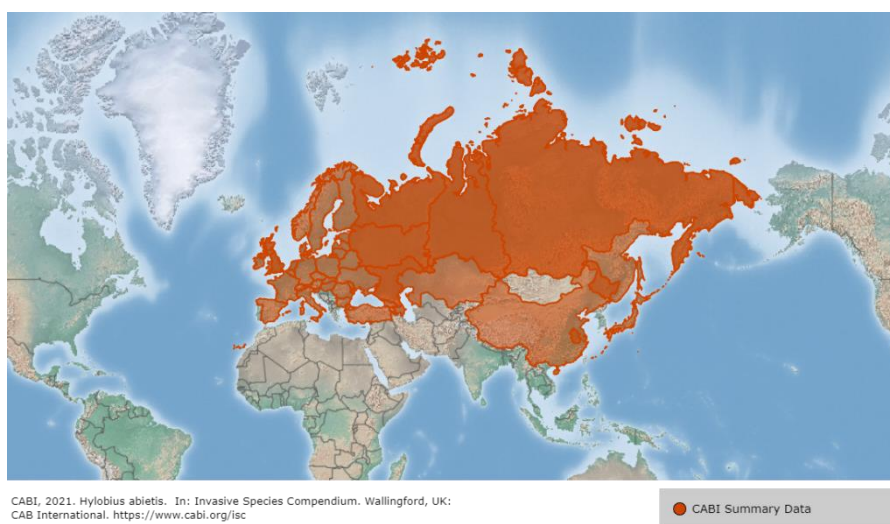


Obr. 2: Klikoroh borový (*Hylobius abietis*) – imago (Autor: Daniel Rydži, 2018)

2.2.2 Popis a lesnický význam

Klikoroh borový – *Hylobius abietis* (Linnaeus, 1758) je nejběžnější ze všech zástupců tohoto rodu u nás (Modlinger et al., 2009). Živí se několika druhy stromů (Löff et al., 2004), ale preferovaná dřevina je borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Day et al., 2004). Brouci jsou polyfágní, příležitostně napadají také listnaté dřeviny, ale na nich nepůsobí velké škody (Urban, 2003). Okusují i pupeny mladých jasanů, bříz i jeřábů (Brehm, 1904). Z lesnického hlediska jsou jeho larvy neškodné, jsou více užitečné, protože se podílí na rychlejší dekompozici dřevní biomasy (Urban, 2003).

Řadí se mezi kalamitní škůdce, je uvedený ve vyhlášce MZe č. 101/1996 Sb. „kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce“. Je hojným škůdcem jehličnatých kultur v celé Evropě (Day et al., 2004). Patří mezi hlavní škůdce v oblastech, kde dochází k těžbě s opětovnou výsadbou (Långström & Day, 2004). Jeho výskyt pokračuje přes Sibiř až do Japonska. V České republice je velmi častým a obávaným chronickým škůdcem, především v jehličnatých kulturách (Švestka et al., 1996).



Obr. 3: Výskyt klikoroha borového ve světě (Zdroj: CABI – Invasive Species Compendium, 2021)

Dospělí jedinci se živí kůrou na nově vysazených sazenicích jehličnanů, a ty jsou často v důsledku žiru klikoroha zničeny tak silně, že následně usychají. To dělá z klikoroha silného škůdce velkých částí Evropy a Asie. Populace klikoroha borového je přizpůsobena širokému spektru klimatických podmínek. Vyskytuje se všude, kde se vyskytují jehličnaté stromy, které využívá jako hostitele (Långström & Day, 2004).

Klikoroh je hojný od nížin až po horské polohy. Často se na rozsáhlejších pasekách vzniklých jak těžbou, tak živelnými katastrofami nebo hmyzími kalamitami přemnoží a pak dokáže kompletně zničit celé kultury (Kudela, 1970). Dospělí klikorozi jsou obvykle aktivní od března do října. Mohou žít až 4 roky a během zimy hibernovat (přezimovat) v hrabance (Leather et al., 1999).

2.2.3 Problematika

Úhyn sazenic v důsledku žíru kmínků mladých sazenic dospělým klikorohem borovým je hlavním lesnickým problémem všude tam, kde probíhá kácení a vysazování sazenic jehličnanů. To se praktikuje ve všech oblastech mírného pásma severní polokoule. V celé Evropě je klikoroh borový hlavní škodlivý druh a úmrtnost sazenic v důsledku tohoto hmyzu vede ke značným ekonomickým ztrátám (Eidmann, 1974).

Největší škody působí v jehličnatých kulturách vysazených na čerstvých pasekách (Kudela, 1970), sem ho láká pryskyřičná vůně čerstvých pařezů (Wallertz et al., 2006). Nově vylíhlá generace brouků se v následujícím roce ihned vrhá ke zralostnímu žíru na nejbližší sazenice (Kudela, 1970). Vyžírají kůru mladých sazenic jehličnanů, tím způsobují ztrátu růstu a vysokou úmrtnost sazenic (Örlander & Nilsson, 1999). Na zamořených plochách poškozují sazenice borovice, smrku, ale i douglasky.

Podobně jako u jiných druhů kůrovců existuje u klikorooha borového variabilita v načasování životního cyklu mezi geografickými lokalitami, což naznačuje, že je teplota pravděpodobně dominantním faktorem (Inward et al., 2012).

Výskyt klikorooha borového je úzce spojený s větrnými kalamitami a s kalamitami lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*), protože na vznikajících rozsáhlých holinách nachází klikoroh vhodné podmínky (ZOL, 2005). Vznikají rozsáhlé holiny a následně zalesněné plochy, kdy jsou na jednom místě splněny vhodné podmínky jak pro vývoj nové generace, tak pro žír dospělých jedinců klikorooha na sazenicích (Modlinger et al, 2009). Vyhovující prostředí pro jeho vývoj vzniká holosečným hospodařením (Zumr, 1989).

2.2.4 Morfologie a popis vývojových stádií

Klikoroh borový se vyvine z vajíčka na dospělého jedince za 12–36 měsíců (Leather et al., 1999). Délka životního cyklu závisí na různých faktorech. V teplejších lokalitách může vývoje trvat 2 roky (Elton, 1962), ale v chladnějších částech severní Evropy může vývoj trvat až 5 let. Jeho vývoj trvá déle na smrku než na borovici (Leather et al., 1999). Většinu svého života stráví jako larva v podzemí (Inward et al., 2012).

Vajíčko je oválné, na začátku nažloutle bílé, poté začne jeho obal tmavnout a zprůhlední. Při naklazení měří cca 1 mm, v průběhu vývoje se zvětší na 1,7–2 mm (Modlinger et al., 2009).

Larvy jsou beznohé, nepohyblivé, krémově bělavé barvy, s hnědožlutou hlavou a tělo mají měkké. Živá je rohlíčkovitě zahnutá. (Dillon et al., 2006; Kudela, 1970). Vylíhlá larva měří necelé 2 mm, dospělá má až 23 mm. Larválních instarů je pět (Modlinger et al., 2009). Larvy se vyvíjejí pod kůrou odumírajících jehličnanů (Day et al., 2004), vyvinou se do kukel (Dillon et al., 2006).



Obr. 4: Larva klikoroha borového (Autor: Gyorgy Csoka, 2003)

Kulka je volná a přibližně 8–16 mm veliká. Čerstvá je bílá, později se zbarvuje do světle hnědé barvy. Jsou na ní zřetelné všechny budoucí vnější orgány dospělého jedince. Je zřetelný zejména nosec a oči. Konec zadečku je zakončen dvěma krátkými trny. Kukly jsou uloženy v třískovém loži (Modlinger et al., 2009).



Obr. 5: Kukla klikoroha borového (Autor: Claes Hellqvist, 2011)

Velikost dospělého klikoroha borového se pohybuje mezi 6–14 mm. Je tmavě hnědý až hnědočerný (Kolařík, 2010). Po vylíhnutí jsou mladí brouci světle hnědí. Dospělec je oválný, vysoce klenutý, polomatný a celkem intenzivně chitinizovaný (Modlinger et al., 2009). Na krovkách má příčné pásy žlutých skvrn. Nosatec je poměrně silný, dlouhý, mírně zahnutý a ke konci jen málo rozšířený. Tykadla jsou vkloubena v blízkosti konce nosce a tykadlové rýhy jsou shora i zepředu viditelné (Urban, 2003). Štít je zhruba stejně dlouhý jako široký, vpředu silně zúžený. Báze krovek je celkem asi o třetinu širší než štít, krovky jsou asi o třetinu delší než širší (Modlinger et al., 2009).

Pohlavní dimorfismus u klikoroha borového není nápadný, ale pohlaví jde snadno rozlišit. Samičky mají u prvního zadečkového článku mírně vyklenutý výstupek, samečci to mají přesně naopak, tuto část mají vtlačenou (Modlinger et al., 2009).

2.2.5 Způsob života a migrace

Brouci jsou aktivní při teplotě nad 8 až 9 °C a opouštějí místo přezimování (Urban, 2003). Klikoroh borový migruje lezením nebo letem. Začínají aktivně létat ve druhé polovině května, kdy teplota vzduchu přesáhne 18 °C (Christiansen & Bakke, 1968; Långström, 1982) a rychlost větru se pohybuje maximálně do 4 m/s (Modlinger et al., 2009).

Velké množství létajících klikorohů obou pohlaví přilétá během jarní migrace do oblastí s čerstvým pařezy kvůli jejich reprodukci (Örlander et al., 2000). Samičky vylučují feromony, které uvolňují z kutikuly (vrstvy pokrývající povrch těla). Feromony působí na krátkou vzdálenost, ale zprostředkovávají kontakt mezi pohlavími (Modlinger et al., 2009). V průběhu rojení se brouci opakovaně páří (Urban, 2003), poté samičky kladou vajíčka do pařezů jehličnanů i do okolní půdy, na nichž se začne vyvíjet nová generace (Nordlander et al., 1997).

Letovou periodu uskuteční během 10 dní a průměrná vzdálenost, kterou brouci uletí se pohybuje okolo 1,5 kilometru. Během jarní migrace jsou kolonizovány nové reprodukční oblasti, kdy se klikoroh borový může rozptýlit až na 100 kilometrů (Solbreck, 1980). Vhodnou lokalitu vyhledávají prostřednictvím čichových sensil, které mají na tykadlech (Modlinger et al., 2009). Nachází optimální podmínky na holých sečích a v porostech s každoročně navazující těžbou. Značný význam mají čerstvé jehličnaté pařezy po dotěžení

porostu. (Švestka et al., 1996). Velké množství klikorohů létá pozdě na jaře. Po přiletu jejich letové svaly ochabují a po zbytek sezóny zůstávají na zemi (Nordenhem, 1989). Klikoroh borový je neaktivnější za soumraku (Sibul et al., 1999).

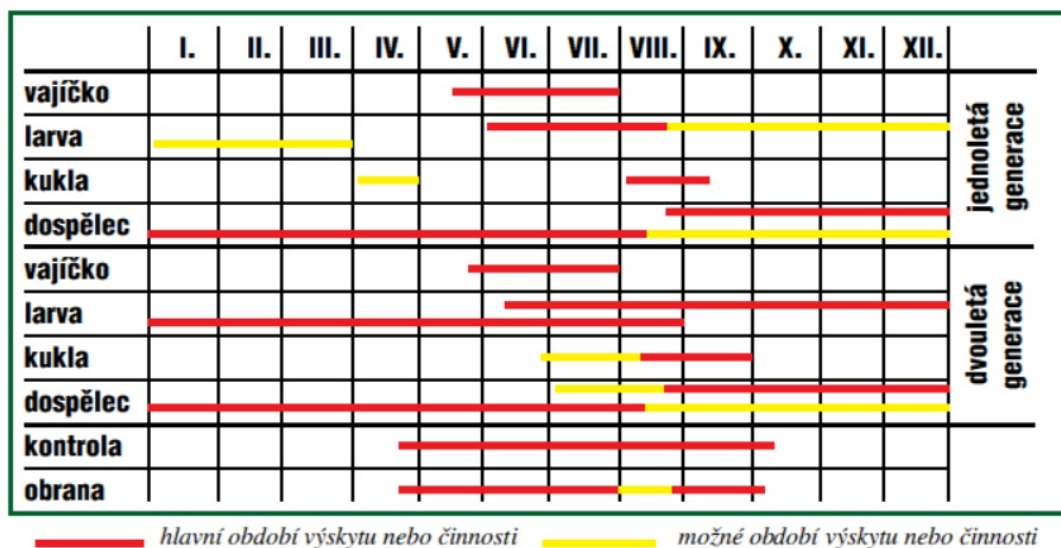
V jižní části areálu osídlují pařezy jen ve vegetační periodě po smýcení porostu, ale například v severní Evropě, kde vysychá lýko pomaleji, kladou vajíčka i do dvouletých pařezů (Urban, 2003). První rok po těžbě jehličnatého porostu převládá migrace brouků na místa, která vyhovují pro jejich rozmnožování (ohrožení kultur žírem je v tuto dobu největší). Druhý rok po těžbě porostu může populační hustota klikoroha borového v kulturách dosáhnout vyšších hodnot (až několik set tisíc brouků na 1 hektar), ale protože vhodnost a atraktivita pařezů poklesla, emigrují brouci na jiná místa s čerstvými pařezy (Švestka et al., 1996). Migrují do oblastí, kde je uvolněno velké množství těkavých látek jehličnanů (Eidmann, 1974; Nordlander, 1991).

Samičky kladou vajíčka po celé jaro a léto do půdy blízko kořenů čerstvých pařezů, nebo do specifické vaječné dutiny, kterou hlodají do kořenové kůry všech jehličnatých dřevin, zejména borovic (Nordlander et al., 1997). Vajíčka mohou naklást i na vývraty a pokácené stromy, které jsou v kontaktu s půdou (Modlinger et al., 2009). Vajíčka umísťují v malých nepravidelných skupinkách, nebo jednotlivě do vyžraných jamek mezi dřevem a kůrou (Urban, 2003), popřípadě do půdy v blízkosti kořene. Jedna samička naklade během první sezóny přibližně 70 vajíček. Během období ovipozice mohou samičky spotřebovat až o 50 % více potravy než samečci. Po naklazení vajíček spotřeba potravy klesá na stejnou úroveň jako u sameců (Bylund et al., 2004). Samičky jsou ovlivňovány určitými faktory pro výběr vhodné lokality na kladení vajíček jako je půda, vlhkost a struktura půdy. Samice může také reagovat na přítomnost dalších klikorohů. Důvodem, proč se vyhnout kladení v kůře, může být právě riziko zničení vajíček důsledkem žíru ostatních klikorohů, nebo aby se zabránilo konkurenci s jinými larvami klikoroha borového (Nordlander et al., 1997).

Larvy zpočátku vyvírají v lýku pod kůrou, později i v bělí dlouhé, drtinkami ucpané chodby o délce až jeden metr (Kudela, 1970). Prochází čtyřmi až pěti vzrůstovými stupni (Urban, 2003). Poslední larvální instar zhotovuje kukelní komůrku, zpravidla hluboko zapuštěnou do dřeva a uzavřenou třískovou zátkou (Modlinger et al., 2009). Rychlost vývoje závisí na teplotě. Při 10–11 °C se vyvíjejí 97 dní, při 15 °C 57 dní a při 20 °C 46 dní. Jestliže jsou v době žíru larev 4. a 5. instaru teploty nad 25 °C potom se dorostlé larvy po 2 až 3

týdnech odpočinku kuklí a tím dávají vznik dospělcům. Pokud jsou teploty pod 20 °C, dorostlé larvy přecházejí do zimní diapauzy a kuklí se až v příštím roce (Urban, 2003). Noví brouci se líhnou na jaře následujícího roku (Kudela, 1970). Nejčastěji se kuklí od poloviny června až do poloviny srpna mezi kůrou a dřevem v kolébkách, které mají vstupní otvor ucpaný drtinkami (Urban, 2003). Část brouků se však líhne již v srpnu a září – ti přezimují v hrabance (Kudela, 1970) a objevují se na sazenicích při tzv. podzimním žíru (Urban, 2003). V srpnu se začínají zkracovat dny a dospělci začínají hibernovat v půdě, objeví se až na jaře příštího roku (Örlander et al., 1997; Wallertz et al., 2016). Mimo larev a mladých brouků přezimuje část populace starých brouků, ale zimu přežije jen 5–10 % dospělců (Urban, 2003).

Teplotní podmínky silně ovlivňují dobu vývoje, což má za následek délku životního cyklu (Inward et al., 2012; Wainhouse et al., 2014). Klikoroh borový je dlouhověký nosatec. Jsou známy případy, kdy se dospělci v nejmraznějších oblastech dožili až 4 let (Eidmann, 1979), ale v našich podmínkách je vývojový cyklus klikorooha borového nejčastěji 2letý, v teplejších oblastech pouze 1letý a ve vyšších polohách 3letý (Urban, 2003).



Obr. 6: Vývojový diagram klikorooha borového – termíny obranných a kontrolních opatření (Autor: Modlinger et al., 2009)

2.2.6 Žír a preference dřevin

Hospodářsky významný je výhradně žír dospělců (Švestka et al., 1996). Ti se živí kůrou sazenic jehličnanů, kterým způsobují vysokou úmrtnost (Day et al., 1997). Kůru živých i nedávno odumřelých stromků využívají k žíru jak pod zemí, tak nad zemí (Nordlander et al., 2005). Létající brouky přitahují těkavé látky čerstvě řezaného jehličnatého dřeva (převážně terpeny z pryskyřice), které vycházejí z pokácených pařezů a odpadu z těžby (Nordlander, 1991; Solbreck & Gylldberg, 1979).

Sazenice ožírají hlavně v krčku a na kmínku těsně nad zemí – nejvíce 10 až 20 cm od kořenového krčku. Žír je čočkovitý až plošný. Kůru ohlodávají v hlubokých, trychtýřovitých jamkách až na běl, tím dochází k silnému výronu pryskyřice. Jehličnaté kultury mohou být ohroženy žírem kdykoliv v průběhu vegetačního období – nejčastěji v květnu a poté od července do října (Kudela, 1970; Švestka et al., 1996).

Poškození od klikoroha bývá často překážkou úspěšné regenerace ve velkých částech boreálních lesů v severní Evropě. V případě dobré vitality stromků se rány zatahují hojivým pletivem, poté je poškození patrné pouze v podobě jizev. Sazenice odumře, pokud se požerky spojí po celém obvodu kmínku, tím dojde k přerušení vodivých pletiv. Úmrtnost často dosahuje 60–80 % pokud se sazenice vysazují bez ochrany a předchozí skarifikace (Örlander et al., 1999).



Obr. 7: Silný žír klikoroha borového (Autor: François-Xavier Saintonge, 2005)

Škody od klikoroha se v průběhu roku vyskytují ve třech periodách. Odlišují se stářím brouků, místem a účelem. Na všech plochách, kde brouci přezimovali, se vyskytuje jarní žír. Účel jarního žíru se mění především podle stáří brouků. Mnohem častěji se jedná o žír mladých brouků, kteří přezimovali mimo pařezy, nebo jde o žír starších brouků, kteří se již minulý rok zúčastnili rozmnožování. V tomto případě jde o regenerační žír. Místně se můžeme setkat i s různě silným žírem čerstvě vylíhlých brouků, u kterých je zásadním účelem dokončení vývoje létacích svalů (Modlinger et al., 2009). Zatímco se klikorozi živí na zemi v místě vylíhnutí, letové svaly se jim před migrací vyvíjejí. Dva až tři týdny po přiletu na místo rozmnožování letové svaly degenerují a ztrácí schopnost letu. Tuto schopnost získají znovu následující sezónu (Nordenhem, 1989). Období před i po letu se většina žíru odehrává na zemi nebo pod ní, tj. hlavně na stoncích a na větvičkách nebo na kořenech jehličnanů (Örlander et al., 2000). Noví brouci zahajují zralostní žír, při kterém ohryzávají jemnou kůru a lýko (Kudela, 1970; Urban, 2003).

Nejvíce škodlivý je letní žír, který je od května do července. K němu dochází během páření a kladení vajíček. Probíhá na pasekách s pařezy, které jsou atraktivní pro larvální vývoj. Hlavním účelem letního žíru je doplnění energie (Modlinger et al., 2009). V červenci dochází k intenzivnímu žíru také na výhoncích a větévkách v korunách vzrostlých jehličnatých stromů, zde většina samic pohlavně dospívá (Örlander et al., 2000). Žír probíhá po celou dobu léta, dokud se dospělci nezačnou připravovat na hibernaci (Örlander et al., 1997). Na konci léta se obvykle objeví nová generace klikorohů (Nordlander et al., 2017).

Pozdně letní tzv. podzimní žír je poslední, který je od konce srpna do září. Ten způsobují vždy čerstvě vylíhlí mladí brouci (Modlinger et al., 2009). Jejich zralostní žír začíná koncem léta a začátkem podzimu, ale vývoj převážně dokončují až v následujícím roce (Švestka et al., 1996). Mimořádně škodlivý je tento žír v oblastech s kratší dobou vývoje. Bývá na pasekách s pařezy, které byly na jaře atraktivní pro kladení vajíček. Tento žír bývá příčinou brouků, kteří pocházejí z dvouleté generace. Mladým broukům při žíru dozrávají létací svaly a ti se v podmíněnosti na počasí a sezóně přemisťují na zimoviště (Modlinger et al., 2009), nebo zůstávají přímo na místě vylíhnutí, kde přezimují (Leather et al., 1999).

Preferovanými druhy hostitelských dřevin pro klikoroha borového jsou borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a smrk ztepilý (*Picea abies*), ale také jedle obrovská (*Abies grandis*), jedle bělokorá (*Abies alba*), modřín opadavý (*Larix decidua*), borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), borovice černá (*Pinus nigra*) a douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*) (Švestka et al., 1996). Ačkoli polyfágní klikoroh borový dává přednost borovicím před jinými druhy dřevin (Eidmann, 1974), dospělí klikorozi se mohou živit jakoukoliv dřevinou nebo bylinou (Heritage, 1989). Poškození klikorohem borovým je také zaznamenáno dokonce i v přítomnosti sazenic jehličnanů na sazenicích listnatých stromů, jako je bříza (Toivonen & Viiri, 2006), topol, javor a jasan (Månsson & Schlyter, 2004). Na listnatých dřevinách je žír ojedinělý, spíše při přemnožení, a to jen ve smíšených porostech (Švestka et al., 1996).

Dřeviny napadá v různém stádiu – jako semenáčky, sazenice (nejčastěji), nebo jako víceleté stromky. Mnohokrát jsou poškozovány i jehličnany v nárostu (Švestka et al., 1996). Méně ohroženy žírem jsou vyspělejší a vzrostlejší sazenice, naopak stresované nebo poškozené sazenice klikorozi vyhledávají (Modlinger et al., 2009). Poškození klikorohem klesá s vyšší zeměpisnou šířkou a nadmořskou výškou, protože je v těchto oblastech chladnější klima a tím se snižuje počet dní žíru na jaře a na podzim (Nordlander et al., 2017). V severní Evropě bývá riziko poškození klikorohem borovým nižší v lokalitách s chladnějším podnebím (Långström, 1985; Nordlander et al., 2011).



Obr. 8: Slabé poškození klikorohem borovým (Autor: Milan Zubrik, 2008)

2.2.7 Přirození nepřátelé

Klikoroh borový má v porovnání s ostatními druhy dřevokazných a podkorních druhů hmyzu značně omezený komplex parazitoidů. To je patrně způsobeno tím, že larvy žijí po celý život hluboko pod povrchem půdy, kromě toho jsou ukryté pod poměrně tlustou kůrou kořenů (Modlinger et al., 2009).

Nejdůležitějším larválním ektoparazitoidem je lumčík *Bracon hylobii* (Modlinger et al., 2009). Dospělí lumčici jsou přibližně 0,5 cm dlouzí a jsou aktivní od května do listopadu. Samička lumčíka používá k nalezení hostitele vibrace způsobené larvami klikorohů, které se krmí pod kůrou. Poté co lokalizuje larvu klikorooha, provrtá kůru skrz a vstříkne do larvy jed, který jí způsobí ochrnutí (Dillon & Griffin, 2008). Samička lumčíka klade 4–12 vajíček na jednu larvu klikorooha, nebo poblíž larvy (Modlinger et al., 2009). Po vylíhnutí vajíček *Bracon hylobii* společně drobné larvy žijí a při posledním larválním instaru si zhotovují kokon – v něm přezimují. *Bracon hylobii* se vyskytují v celé Evropě, kde se vyskytuje i hlavní preferovaná dřevina škůdce – borovice (Dillon & Griffin, 2008; Modlinger et al., 2009). Parazitace populace klikorooha druhem *Bracon hylobii* se pohybuje od 1 do 40 %. Tato úroveň na přirozený parazitismus je příliš nízká na to, aby snížila počet dospělých klikorohů. Doplnění populace přirozených nepřátel pomocí jednotlivců chovaných v laboratoři se již dlouhou dobu praktikuje, když je úroveň přirozené kontroly nedostatečná k ochraně před poškozením škůdci (Dillon & Griffin, 2008).

Larvy klikorooha borového bývají také napadány dravými larvami roupcovitých (*Asilidae*), larvami střevlíkovitých (*Carabidae*), larvami kovaříkovitými (*Elateridae*) a mravenci rodu *Formica*. Měchovec rodu *Heterorhabditis*, zejména háďátka z rodu *Steinernema* lze pokládat za nadějný potenciál bioagens (přípravek na bázi živých organismů). Napadají larvy ukryté v kořenech pařezů, ty zabijí a na jejich mrtvolkách se pak vyvíjejí (Urban, 2003).

Dospělí brouci jsou často napadáni lumčíkem *Perilitus areolaris*. Larva tohoto endoparazitoida mívá dvě generace do roka a přezimuje v kokonu nebo v těle dospělé. Vylíhne se 1–9 jedinců *Perilitus areolaris* z jednoho dospělého klikorooha. Promoření populace bývá okolo 4 až 15 % (Modlinger et al., 2009). Dospělce napadá také hlístice *Allantonema mirabilis*. K predátorům dospělých brouků patří mimo jiné i různé druhy ptáků (Urban, 2003), bývají nalézáni v jejich trávicích ústrojích (Modlinger et al., 2009).

2.2.8 Kontrola

Vyhláška č. 101/1996 Sb. Ministerstva zemědělství v platném znění řadí klikoroha borového (*Hylobius abietis*) mezi tzv. **kalamitní škůdce**. Tím plyne povinnost jeho stav kontrolovat a přistupovat k ochranným a obraným opatřením. V příloze č. 2 tato vyhláška stanovuje 3 stupně ohrožení – základní stav, zvýšený stav a kalamitní stav.

Základní stav je takový početní stav škůdce, který nepůsobí škody. Jednotlivé slabě poškozené sazenice se vyskytují jen v jednoletých a dvouletých kulturách v počtu do 30 % z celkového počtu. **Zvýšený stav** je takový početní stav škůdce, kdy slabě poškozené sazenice se vyskytují v množství nad 30 % a objevují se silně poškozené sazenice, jejichž výskyt nepřekračuje 20 %. **Kalamitní stav** je takový početní stav škůdce, který způsobuje silné poškození sazenic z více než 20 %.

Výskyt škůdce se zjišťuje ve všech nově založených jehličnatých kulturách, a to po dobu nejméně dvou let od jejich založení. Pro posouzení stupně (stavu) výskytu klikoroha se používá především kontrola sazenic pochůzkou, přičemž na 1 ha plochy je nutno prohlédnout alespoň 50 sazenic, nejlépe v několika skupinách. Slabé poškození je charakterizováno porušením maximálně jedné čtvrtiny obvodu kmínku, silné pak rozsahem převyšujícím tuto hodnotu (Vyhláška MZe č. 101/1996 Sb.).

V roce 2019 byly provedeny ve značném rozsahu kontroly výskytu lesních škodlivých činitelů. Cíleny byly zejména na hmyzí škůdce, v souladu s vyhláškou MZe č. 101/1996 Sb., v aktuálním znění, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa. V rámci těchto kontrol byli sledováni především tzv. kalamitní škůdci. Klikoroh borový byl pozorován na rozloze necelých 10 tis. ha, což je oproti minulému roku mírný pokles, protože v roce 2018 byl sledován na rozloze necelých 12 tis. hektarů (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR v roce 2019; MZe, 2020).

Kontrolní opatření se zpracovávají z poznatků studování způsobu života (bionomie) klikoroha borového a jeho škodlivosti. Podstatné je, že počet brouků nemusí pokaždé signalizovat ohrožení kultury (Švestka et al., 1996). Podle počtu silně a slabě poškozených sazenic se určí stupeň poškození, další postup kontrol a ochrana kultury (Zahradník, 2005).

Při základním stavu se provádí nahodilá kontrola sazenic, ve 14denním intervalu (Modlinger et al., 2009). Při slabém stupni poškození kultury se pokračuje v kontrole, nebo

se zkrátí interval mezi kontrolami. Jakmile přesáhne počet slabě i silně poškozených sazenic 20 %, doporučuje se začít s obranou, protože je pravděpodobné, že se počet silně poškozených sazenic rychle zvýší (Švestka et al., 1996).

U zvýšeného a kalamitního stavu se založí v kultuře trvalá kontrolní místa. Základní počet je 5 kontrolních míst na 1 hektar plochy, kde se na každém kontrolním místě vyznačí 10 sazenic. Pokud má kultura menší rozlohu než 1 hektar, neměl by počet kontrolních míst klesnout pod 3 kontrolní místa. Označené sazenice se kontrolují v týdenním intervalu. Zaznamenává se počet sazenic do určitého stupně poškození a datum kontroly. Překročí-li počet silně poškozených sazenic u borovice 10 % a u smrku 5 % provede se kurativní chemické ošetření (Modlinger et al., 2009).

Ke kontrole výskytu klikoroha v kulturách lze použít lapacích zařízení (Švestka et al., 1996). Lze použít otrávené lapací kůry, které se zhotoví z čerstvé smrkové kůry o rozměrech 30x30 cm, kůra se stočí nebo přehýbe (Modlinger et al., 2009). Do lapací kůry se vloží čerstvá jehličnatá větvička o průměru cca 1 cm, nejlépe borová namočená v insekticidu (Švestka et al., 1996). Borové větvičky se můžou nahradit i smrkovými. Větvičky se zbaví jehličí, to proto, aby se podobaly kořenovému krčku a klikorozi je přijímali ochotněji. Používají se přípravky uvedené v „Seznamu registrovaných přípravků na ochranu lesa“ (Modlinger et al., 2009).

Alternativou ke kontrole krčků sazenic se používá 30 kusů lapacích zařízení na 1 hektar (Modlinger et al., 2009). Rozmísťují se rovnoměrně po celé ploše. Je vhodné umísťovat lapací zařízení mezi kořeny čerstvých pařezů. Kontrolují se jedenkrát za sedm dní, od začátku května do poloviny října (Švestka et al., 1996). Pokud se zjistí více než 35 jedinců klikoroha na jedno lapací zařízení, provede se kurativní ošetření (Modlinger et al., 2009). Při procházení kulturou se musí okulárně kontrolovat zdravotní stav sazenic. Objevili se v kultuře sazenice se silným žírem, doporučuje se opět začít s chemickou obranou. Toto kurativní ošetření je povinné při zjištění více než 5 klikorohů na lapací zařízení na den (Švestka et al., 1996).

2.2.9 Ochrana a obrana

Podle vyhlášky č. 101/1996 Sb. MZe ochrana spočívá v preventivním ošetřování sazenic insekticidy před výsadbou. Při zvýšeném nebo kalamitním stavu se doporučuje provést postřik jednotlivých sazenic insekticidy.

Klikoroh borový je spojený s holosečným způsobem hospodaření a následnou výsadbou sazenic. Přirozená obnova značnými škodami žírem klikorooha netrpí. Dochází k nesoučinnosti mezi přítomností vzrostlých semenáčků a výskytem klikorooha. Semenáčků je velké množství, jejich nedeformovaný kořenový systém má vyšší regenerační schopnosti, než přesazené a stresované sazenice, které klikorozi vyhledávají. V praxi je přirozená obnova častou strategií, jak se vyhnout škodám od klikorooha borového. Lesy obhospodařované výběrným způsobem jsou samostatným případem, kde jsou škody od škůdce prakticky zanedbatelné, ale tyto postupy samozřejmě nejsou uplatnitelné všude (Modlinger et al., 2009).

Závažnost poškození způsobené klikorohem borovým silně souvisí s velikostí sazenice a zejména na průměru jejího kořene (Thorsén et al., 2001). Více tolerantní k poškození jsou prostokořenné sazenice (Örlander & Nilsson, 1999). Stále často se používají zejména v jižních částech severských zemí na úrodných lokalitách bohatých na vegetaci s vysokým rizikem poškození (Langvall et al., 2000). Důležitým obranným mechanismem u většiny jehličnanů je jejich schopnost produkovat pryskyřici (Phillips & Croteau, 1999; Trapp & Croteau, 2001), ale ronění pryskyřice se u jednotlivých druhů podstatně liší (Wainhouse et al., 2009).

Škody od klikorooha jsou nejvýznamnější ve vegetační sezóně následující po smýcení porostu. Na ochranu sazenic je vhodným pěstebním opatřením tzv. pasečný klid (Modlinger et al., 2009). Odložení výsadby je efektivní způsob snižování poškození klikorooha borového (Långström, 1982; Örlander et al., 1999). Zejména v teplejších oblastech odklad zalesnění tyto škody značně sníží, ale nevýhodou je problém se zabuřením paseky (Modlinger et al., 2009). Zpoždění výsadby obvykle vede k tvrdé konkurenci ze spodní vegetace (Nilsson et al., 1999).

Další nepřímou metodou je mechanické zraňování půdy (skarifikace) v okolí sazenice (Modlinger et al., 2009). Ukázalo se, že skarifikace půdy je jednou z možností, jak chránit sazenice před poškozením klikorooha (Petersson, 2004). Dospělí brouci nemají rádi,

když je povrch půdy zbavený humusu, který jim poskytuje kryt (Modlinger et al., 2009). Klikoroh se pohybuje pomaleji na minerální půdě než na humusu (Kindvall et al., 2000) a přítomnost čisté minerální půdy kolem sazenice silně snižuje pravděpodobnost, že se na ní budou dospělci živit. Klikorozi se vyhýbají pobytu na holé minerální půdě také kvůli riziku přehřátí v důsledku náhlého vystavení slunečnímu záření (Björklund et al., 2003), nebo kvůli většímu riziku predace (Nilsson et al., 1999).

Skarifikace významně snižuje poškození sazenic ve srovnání s výsadbou v nenarušením humusu (Lindström et al., 1986; Örlander et al., 1999). Toto snížení poškození je obvykle nejvíce patrné první rok po výsadbě (Örlander et al., 1999). Čerstvá skarifikace významně snižuje poškození klikoroha borového a zvyšuje přežití sazenic. Nicméně, otevřená minerální půda bývá postupně kolonizována lesními travinami jako je např. metlička křivolaká (*Deschampsia flexuosa*) a tím se účinek skarifikace postupně snižuje (Örlander & Nordlander, 2003).

Výběr sazenice pro výsadbu je v neposlední řadě důležitou součástí preventivní ochrany. Větší sazenice, která je v dobré fyziologické kondici je odolnější a toleruje větší poškození žírem klikoroha, než menší a oslabené sazenice (Modlinger et al., 2009). Snížení žíru je nejsilnější, pokud je sazenice obklopena čistou minerální půdou (Björklund et al., 2003), a méně výrazné, pokud je minerální půda smíchána s vrstvou humusu (Petersson et al., 2003). Pokud jsou vysazené sazenice obklopeny nejméně deseti centimetry holé minerální půdy, je maximalizován účinek skarifikace na poškození klikoroha borového (Lindström et al., 1986).

Preventivní ošetření jehličnatých sazenic je nutné a účelné všude, kde byly kultury v minulém roce intenzivně poškozeny, ale i tam, kde se zvýšení stavu klikoroha očekává (Švestka et al., 1996). Nejběžnějším způsobem ochrany sazenic je v evropských jehličnatých lesích ošetření insekticidem před výsadbou (Day & Leather, 1997; Långström & Day, 2004). Preventivní postřik sazenic okamžitě po výsadbě je pracnější. Je-li však pečlivě proveden, bývá účinný. Ošetřuje se hlavně krček a kmínek sazenic. Nesmí být zasažen terminální výhon narašených sazenic a nesmí být spáleny letorosty (Švestka et al., 1996). Další doplňující chemický zásah je často vyžadován ve druhém roce po výsadbě (Dillon & Griffin, 2008). Insekticid může v kombinaci se skarifikací půdy dosáhnout dobré účinnosti v oblastech s vysokou populací klikoroha (Petersson, 2004).

Ve školkách se preventivně provádí celozáhonový postřik sazenic (Modlinger et al., 2009). Při něm musí být sazenice smočeny postřikem celé, především kořenový krček. Musí být připraveno dostatečné množství insekticidní jíchy v závislosti na počtu a velikosti sazenic (Švestka et al., 1996). Vzhledem k velké spotřebě chemických látek, poměrně malé pokrývnosti ošetřených kmínků a velkému odtoku chemikálií do půdy se doporučuje jen u školkovaných sazenic (Modlinger et al., 2009).

Velice účinné je máčení vyzvednutých sazenic v insekticidní jíše (Švestka et al., 1996). Při máčení nesmí být svazky sazenic moc velké a příliš utažené, aby se insekticidní jícha dostala ke všem kmínkům (Modlinger et al., 2009). Máčejí se nenarašené sazenice (Švestka et al., 1996) a jícha nesmí přijít do kontaktu s kořeny. Současně je důležité, aby se sazenice ponořily až po kořenový krček, protože je kořenový krček nejčastějším místem žíru klikoroha (Modlinger et al., 2009). Insekticidní ochrana obvykle udržuje poškození na přijatelné úrovni (Örlander et al., 1997; Örlander et al., 1999).

Kurativní ošetření (přímá obrana) se aplikuje v případě zvýšení populace klikoroha a ohrožení kultury kdykoli v průběhu vegetačního období (Švestka et al., 1996), ať bylo provedeno preventivní ošetření či nikoliv. Podobně jako u preventivního ošetření se provede individuální postřik. Celoplošný postřik je zakázán (Modlinger et al., 2009). Aplikují se insekticidy jako při preventivním ošetření (Švestka et al., 1996). Vhodné přípravky jsou uvedené v „Seznamu registrovaných přípravků na ochranu lesa“, jedná se o syntetické pyrethroidy s požerovým účinkem. Pyrethroidy působí, až klikoroh zkonzumuje určité množství potravy. Repelentní účinek pyrethroidů je obvykle nižší než aroma sazenic (zejména poškozených nebo stresovaných). Žíry proto vznikají i nějakou dobu po provedení postřiku (Modlinger et al., 2009).

V současnosti není k dispozici insekticid, který by byl účinný po celou dobu žíru klikoroha borového (Modlinger et al., 2009). Celková doba účinnosti insekticidu je asi 3 měsíce (Švestka et al., 1996). Čím je termín aplikace blíže k začátku žíru klikoroha, je preventivní ochrana účinnější (Modlinger et al., 2009).

Koncem 50. let byly zavedeny insekticidy, jako je DDT (dichlordifenyltrichloreten) a lindan, ale v polovině 70. let byly severskými státy zakázány kvůli životnímu prostředí. Zavedení syntetické látky pyrethroidu (permethrin) na konci 70. let zlepšil významně výsledky regenerace v jižním Finsku, Norsku a Švédsku (Nilsson et al., 2010). Když byly

vzneseny obavy z používání permethrinu, byl zahájen výzkum alternativních metod a byly testovány mechanické ochranné systémy (Lindström et al., 1986; Petersson et al., 2004). Permethrin je od roku 2004 ve všech evropských zemích Evropské unie zakázán. V současné době další insekticidy lze použít v rámci Evropské unie, ale jejich použití je zpochybňováno z důvodu ochrany životního prostředí a zdravotního rizika, která představují (Nilsson et al., 2010).

Mnoho chemických přípravků, které se používaly k ochraně lesů dříve, nejsou dnes lesníkům k dispozici. Dále jako součást závazků k udržitelnému obhospodařování lesů, se členské státy Evropské unie dohodly na omezení používání chemických látek a na zvýšení biologické rozmanitosti v lesích. Proto je potřeba najít ekologicky udržitelný, netoxický způsob snížení počtu dospělých klikorohů borových, nebo snížit úroveň poškození, které způsobují (Dillon & Griffin, 2008).

2.2.10 Příbuzné druhy

Podčeleď (*Hylobiinae*) nosatcovitých je lesnicky nejvýznamnější. Zahrnuje větší i drobnější druhy. V České republice je asi 55 druhů nosatcovitých (Urban, 2003).

Klikoroh menší (*Hylobius pinastri*) má stejný způsob života i vývoj jako klikoroh borový. Od něho se liší jedině velikostí (Kudela, 1970). Je jen 7–9,5 mm dlouhý s ochlupením, matným štítem a kruhovými, neprotáženými tečkami na štítě. Tělo má tmavohnědé se 3 žlutavými nepravidelnými příčnými skvrnami na krovkách (Urban, 2003). Není tak rozšířený jako klikoroh borový. Vyskytuje se především v teplejších oblastech s písčitými půdami. Škodí výhradně jen na borovici (Kudela, 1970). Způsobuje podobné škody jako klikoroh borový. Preferuje vlhká stanoviště se smrkem ztepilým (*Picea abies*) (Långström, 1982; Viiri & Miettinen, 2013). V České republice je málo významný, bez hospodářského významu (Urban, 2003).

Klikoroh modřínový (*Hylobius piceus*) je z klikorohů největší zástupce svého rodu (Urban, 2003). Velikost dospělého jedince se pohybuje v rozmezí 13–16 mm. Na hrubě tečkovaných krovkách má nepravidelně rozptýleně černě žlutavé skvrny, které nesplývají v pásy. Štít má nerovný s prohlubeninami (Kudela, 1970). Klikoroh modřínový je méně častý a většinou se vyskytuje téměř ve vlhkých lesích (Eidmann, 1974). Při zralostním žíru

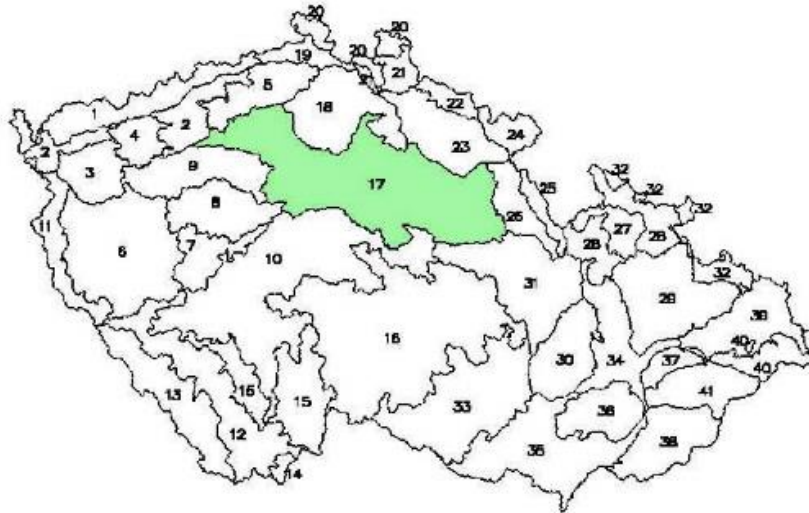
poškozuje jemnou kůru smrkových a modřínových sazenic. Napadení se projevuje výtokem pryskyřice, nekrotami a drtinkami ve štěrbinách kůry. Při žíru v nadzemní části je škůdce jednoletý, při žíru v kořenech je vývoj škůdce dvouletý. Dřeviny jsou larvami přímo i nepřímo (ulehčením infekce dřevokaznými houbami) fyziologicky oslabovány a postupně hynou (Urban, 2003).

Klikoroh bahenní (*Lepyrus palustris*) dospělci jsou 6–12 mm velcí, podlouhle vejčítí a šedohnědí. Přední okraj štítu je bez zřetelných nadočních lalůčků. Na bocích štítu jsou jasně ohraničené šupinkaté bílé pruhy. Přezimuje pod opadlým listím. V suchých letech larvy a brouci fyziologicky oslabují vrby v mladých a čerstvě založených vrbovnách (Urban, 2003).

3. Metodika

3.1 Charakteristika lokality

Městské lesy Hradce Králové se rozkládají v přírodní lesní oblasti č. 17 – Polabí, která spadá do subprovincie Česká tabule, oblasti Východočeské tabule, celku Východolabské tabule (ÚHUL, PLO 17; 2001).



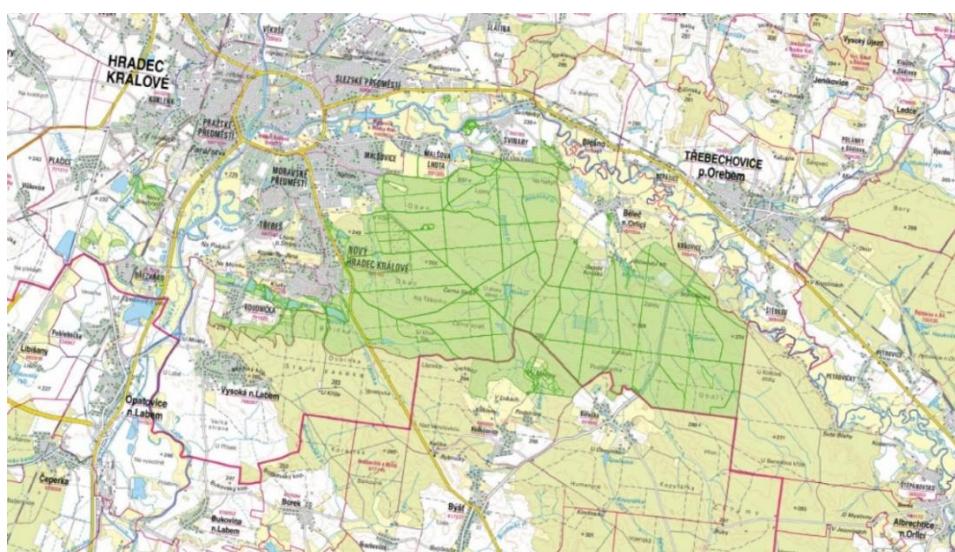
Obr. 9: Přírodní lesní oblast č. 17 – Polabí (Zdroj: ÚHUL – PLO 17,2001)

Lesy města Hradce Králové navazují z jihovýchodní a jižní strany na jeho intravilán. Jsou součástí rozlehlého lesního komplexu, nacházejí se na ploše 3 762 ha. Převažují jehličnaté dřeviny, které zaujímají 81,0 % celkové plochy porostní půdy. Nejvýše zastoupená je borovice lesní (57,3 %), smrk ztepilý (20,7 %) a modřín opadavý (1,4 %). Listnaté dřeviny zaujímají 19,0 %, z nichž je nejvíce zastoupený dub zimní (4,9 %), dub letní (2,3 %), bříza bradavičnatá (3,3 %), olše lepkavá (2,6 %) a buk lesní (1,3 %). Průměrný věk porostu je 47 let. Průměrná doba obmýtí je 113,4 let. Z hlediska kategorizace jsou lesy členěny na: lesy zvláštního určení (lesy příměstské – 97,7 %) a lesy hospodářské (2,3 %) (VZ MLHK, 2019).

Nadmořská výška lesů se pohybuje v rozmezí 253–278 m n. m., to je střední stupeň starých říčních teras. Tyto porosty rostou na chudých pleistocenních štěrkopískových nánosích řeky Orlice s výškou nánosů 1–15 metrů, tvoří přibližně 82 % plochy lesů. Průměrná roční teplota vzduchu je 7,8 °C, průměrná roční teplota ve vegetačním období se

pohybuje okolo 13,9 °C. Vegetační období trvá v průměru 159 dnů. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje okolo 602 mm, ve vegetačním období okolo 362 mm.

Převažují větry od západu a východu, výsušné od jihozápadu. Makroklima je poměrně vyrovnané. Přestože se jedná o nížinný a nízký pahorkatinný charakter, i zde je vítr největším kalamitním činitelem. Rozsáhlé větrné kalamity přicházejí na zamokřovaných šterkopískových terasách ve smrkových, ale i v borových porostech (ÚHUL PLO 17, 2001). Relativně nízké srážky, vysoká průměrná teplota, převládající jihozápadní větry a z toho vyplývající výpar jsou příčinou toho, že je zde velmi teplé klima a dřeviny jsou odkázány na vláhu spodní vody (VZ MLHK, 2019).



Obr. 10: Území Městských lesů Hradec Králové a.s. (Zdroj: www.mestske-lesy.cz)

3.2 Historie lokality

Město Hradec Králové získalo v roce 1307 své lesy darem od římského krále Albrechta I. Habsburského. Následující století jejich rozloha postupně narůstala. Roku 1931 se zvětšila rozloha městských lesů prakticky na dvojnásobek, došlo k tomu odkoupením části panství rakousko-uherského markraběte Johanna Pallaviciniho o rozloze 1 600 ha.

Město přišlo o lesy celkem třikrát. Poprvé v roce 1547 na 2 roky za účast na odboji proti Ferdinandu I. Habsburskému, po bělohorské bitvě v roce 1623 na 5 let a v roce 1951 byly městu odebrány skoro na 40 let (Petřík, 2000). Dnes je 3 800 ha lesa, včetně rybníků a dalších pozemků ve vlastnictví Statutárního města Hradec Králové.

3.3 Přírozená obnova a pěstební činnost

Hlavním cílem hospodaření na stanovišti se štěrkopískovým nánosem je co nejvíce využívat přírozenou obnovu kvalitním ekotypem východočeské borovice lesní. V Hradeckých lesích se hospodaří způsobem blízkým k přírodě a kopírují se zde přírodní procesy obnovy lesního porostu. Clonné seče se v podmínkách, které jsou na tomto území vlivem snížení slunečního záření a malého úhrnu srážek ukázaly jako nevyhovující. Porosty borovice zachycují intercepci kolem 30 % srážek a další vodu přijímají z půdy svými kořeny. Tím je ztížena obnova pod mateřským porostem.

Obnova porostu se v lesích města Hradce Králové provádí v zimě, kdy jsou káceny stromy ve věku okolo 110 až 150 let. Na ploše jednoho hektaru se ponechává 10 až 15 nejkvalitnějších výstavků pro zajištění kvalitního genetického materiálu pro následnou přírozenou obnovu lesního porostu. Používají se traktory vybavené adaptéry drtiče klestu a diskových bran, které rozdrtí klest a odstraní z lesní půdy vrstvu humusu až na písčité podloží. Půda musí být připravena do doby, než se na jaře začnou teplem otevírat první šišky.

Za poslední roky plodí dospělé porosty borovice každým rokem a velká úroda šišek je vždy ve dvouletých cyklech. Po opadu semen a jeho následném vyklíčení se objevuje až 150 000 semenáčků borovice lesní na jeden hektar. Pět let po přírozeném snížení počtu semenáčků vlivem sypavky borové zůstává v porostu okolo 25 000 mladých stromků.

Výhody přírozené obnovy jsou nesporné. Jedná se o nejlevnější a nejpřírozenější zalesnění už ověřeným genetickým materiálem z kvalitních porostů. Je také zaručený vlidný vývoj kořenů a příroda může provádět selekci vývoje nevhodných jedinců z několikanásobného množství jedinců, než je to při umělé obnově. Tímto vzniká základ pro budoucí zdravý porost (VZ MLHK, 2019).

3.4 Studované plochy

Na území Městských lesů Hradce Králové jsem studované plochy vybírala tak, aby splňovaly požadavky pro výskyt klikoroha borového. Vhodná plocha je např.: zalesněná holina nejlépe s jižní expozicí, uklizená od těžebních zbytků, s rovným terénem a obsahuje hostitelské dřeviny (borovici lesní, smrk ztepilý).

Mezi hlavní dřeviny, které se na vybraných plochách vyskytují patří především borovice lesní a smrk ztepilý, výjimečně se zde vyskytuje modřín opadavý.

Pro každou plochu byla určena její přibližná rozloha pomocí nástroje pro měření vzdáleností a ploch v mobilní aplikaci Mapy.cz, zároveň byla uložena GPS souřadnice každé studované plochy. Na každé ploše byla odhadnuta celková pokrývnost porostu v procentech. Stupnici pokrývnosti jsem definovala po 5 % (tj. 50 %, 55 %, 60 %, atd.).

Tabulka 1: Přehled studovaných ploch

Plocha	GPS North	GPS East	Rozloha [ha]	Pokrývnost [%]
P1	50.1674956	15.9270322	0,42	95
P2	50.1653064	15.9334750	1,22	70
P3	50.1665656	15.9343572	0,56	65
P4	50.1637292	15.9336169	0,34	70
P5	50.1642889	15.9352947	0,50	65
P6	50.1639953	15.9365072	0,74	55
P7	50.1667244	15.9412278	0,75	70
P8	50.1665489	15.9427178	0,76	70
P9	50.1643708	15.9446222	1,05	65
P10	50.1648294	15.9495239	0,40	55
P11	50.1630989	15.9495281	0,71	65
P12	50.1683881	15.9597431	0,47	60
P13	50.1702678	15.9627164	0,86	80
P14	50.1697922	15.9708503	0,56	60
P15	50.1733931	15.9708219	0,44	60
P16	50.1795808	15.9673981	0,64	75
P17	50.1773386	15.9697156	0,41	80

Zdroj: Vlastní zpracování

3.5 Sběr dat a monitoring

Sběr dat probíhal na vybraných lokalitách v Městských lesích Hradec Králové a.s., které se rozkládají mezi 33° 27' a 33° 36' východní délky a mezi 50° 8' a 50° 11' severní šířky. Bylo vybráno 17 ploch, kde se standardními metodami hodnotilo poškození sazenic

klikorohem borovým. Monitorování poškození probíhalo od 11. 4. 2020 do 26. 9. 2020 v pravidelných 14denních intervalech.

Kontrolu vybraných ploch jsem prováděla pochůzkou, při které jsem zjišťovala počet (procento) sazenic v daném stupni poškození a jejich zdravotní stav. Následně jsem do zapisovacího archu zaznamenávala datum kontroly a počet poškozených sazenic v příslušném stupni poškození.

Základní počet byl 5 kontrolních míst na 1 hektar plochy, kde se na každém místě kontrolovalo 10 nejbližších sazenic (tzn. na 1 hektar plochy se prováděla kontrola 50 sazenic). Na ploše, která byla menší než 1 hektar se počet kontrolních míst poměrně snižoval, ale neklesal pod 3 kontrolní místa na jednu paseku – tzn. 30 sazenic. Téměř všechny mé studované plochy byly menší než 1 hektar (viz tabulka 1), prakticky na všech plochách jsem kontrolovala 3 kontrolní místa.

Tabulka 2: Počet kontrolních míst a sazenic na danou plochu

Plocha	Kontrolní místa	Sazenic
P1	3	30
P2	8	80
P3	3	30
P4	3	30
P5	3	30
P6	3	30
P7	3	30
P8	3	30
P9	5	50
P10	3	30
P11	3	30
P12	3	30
P13	3	30
P14	3	30
P15	3	30
P16	3	30
P17	3	30
Celkem	58	580

Zdroj: Vlastní zpracování

Stupeň poškození sazenic jsem hodnotila podle rozsahu žíru na kmínku a rozdělila jsem ho podle vyhlášky MZe č. 101/1996 Sb., která rozděluje poškození na:

- **slabé** – ožrané plošky zasahují maximálně 1/4 obvodu kmínku (sazenice není výrazně ohrožena ani oslabena)
- **silné** – ožrané plošky zasahují více než 1/4 obvodu kmínku

3.5.1 Analýza nasbíraných dat

Data byla nasbírána v terénu a následně přepsána ze zapisovacího archu do tabulkového procesoru Microsoft Excel 2019. Celkový počet poškozených sazenic byl zpracován do tabulky, ze které se následně vyhodnotilo procentuální poškození sazenic. Z těchto dat byl spočítán počet poškozených sazenic v jednotlivém měsíci.

Bylo zpracováno celkové procentuální poškození sazenic na každé studované ploše a následně byla provedena statistická analýza těchto dat. Výsledky ukázaly, že je poškození sazenic závislé na rozloze paseky. Z tohoto důvodu jsem vliv rozlohy paseky na procentuální zastoupení poškozených sazenic vyhodnotila pomocí regrese v programu Statistica 12.0.

4. Výsledky

4.1 Poškození na studovaných plochách

Ochrana zalesněných ploch před klikorohem borovým patří mezi největší výzvy lesního hospodářství. Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit rozsah škod způsobených klikorohem borovým na území Městských lesů Hradec Králové a.s., kde sběr dat probíhal od dubna do září roku 2020.

Tabulka 3: Celkový počet poškozených sazenic na všech studovaných plochách

Datum monitoringu	Poškození [ks]	
	slabé	silné
11.4.	13	0
25.4.	41	0
9.5.	56	0
23.5.	68	0
6.6.	70	0
20.6.	71	0
4.7.	73	0
18.7.	75	0
1.8.	78	0
15.8.	82	0
29.8.	87	0
12.9.	90	0
26.9.	96	0

Zdroj: Vlastní zpracování z nasbíraných dat

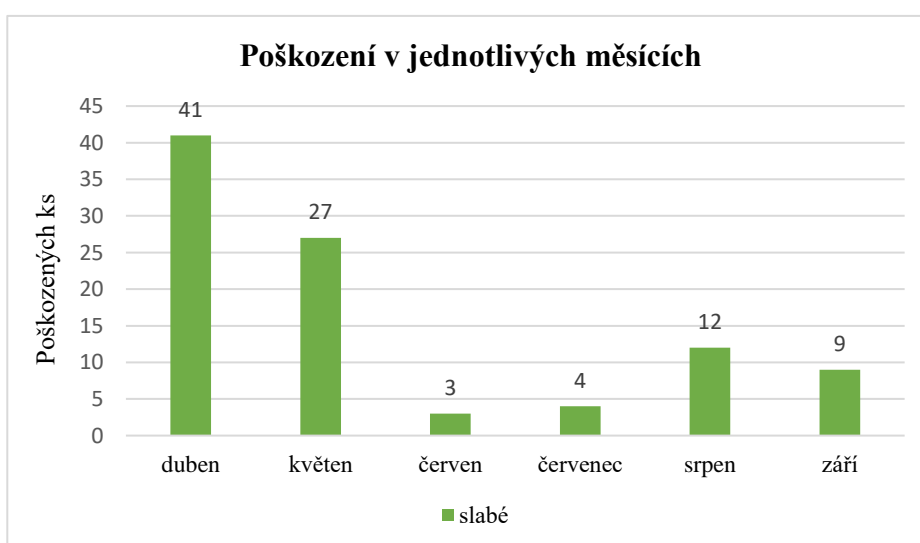
Z tabulky č. 3 lze vidět, že se na studovaných lokalitách klikoroh borový vyskytoval v zanedbatelném množství. Na vybraných plochách bylo sledováno celkem 580 sazenic, z toho slabé poškození bylo pouze na 96 sazenicích. Silně poškozené sazenice se na studovaných plochách nevyskytovaly.

Tabulka 4: Celkové procentuální poškození sazenic na všech studovaných plochách

Datum monitoringu	Poškození [%]	
	slabé	silné
11.4.	2,2	0,0
25.4.	7,1	0,0
9.5.	9,7	0,0
23.5.	11,7	0,0
6.6.	12,1	0,0
20.6.	12,2	0,0
4.7.	12,6	0,0
18.7.	12,9	0,0
1.8.	13,4	0,0
15.8.	14,1	0,0
29.8.	15,0	0,0
12.9.	15,5	0,0
26.9.	16,6	0,0

Zdroj: Vlastní zpracování z nasbíraných dat

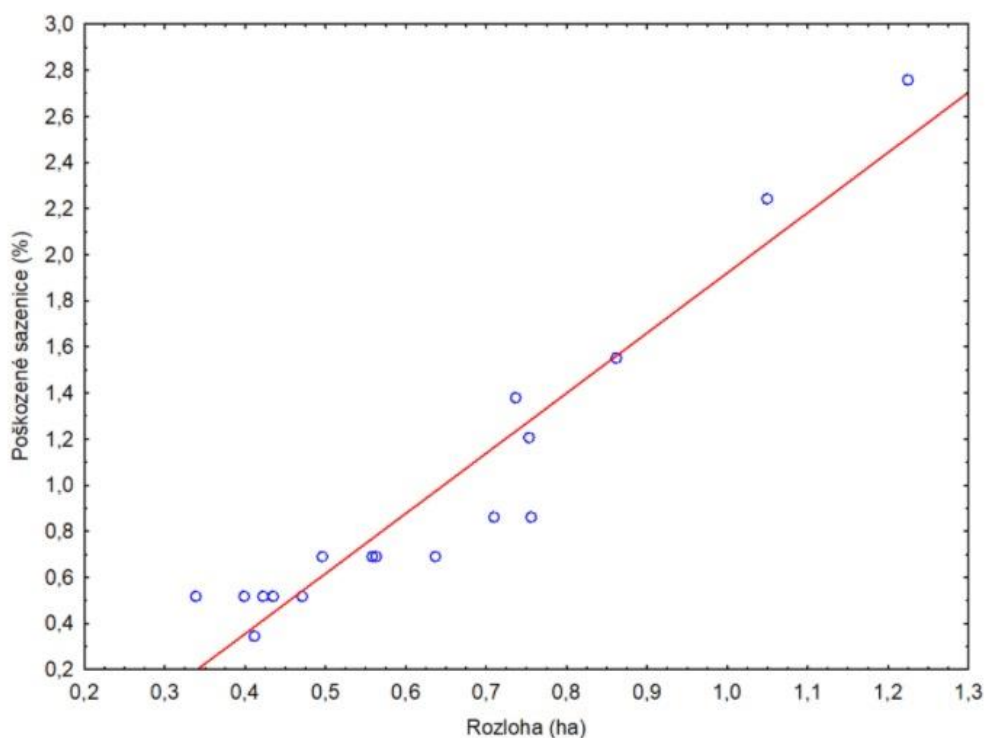
Z tabulky č. 4 je patrné, že po posledním monitoringu, které proběhlo 26. 9. 2020 bylo slabě poškozených sazenic na všech studovaných plochách celkem 16,6 %. Podle vyhlášky MZe č. 101/1996 Sb. lze soudit, že se jedná o základní stav, který nepůsobí škody (viz kapitola 2.2.8 Kontrola).



Graf 1: Poškození v jednotlivých měsících (Zdroj: Vlastní zpracování z nasbíraných dat)

Z grafu č. 1 vyplývá, že nejvíce poškozených sazenic bylo zaznamenáno v dubnu. V květnu poškození sazenic mírně pokleslo. V červnu a červenci nové poškození téměř nepřibývalo, naopak mírný nárůst poškození opět nastal v srpnu a září.

4.1.1 Statistické vyhodnocení



Graf 2: Vliv rozlohy paseky na procentuální zastoupení poškozených sazenic (Zdroj: Vlastní zpracování)

V grafu č. 2 lze vidět statistické vyhodnocení vlivu rozlohy paseky na procentuální zastoupení poškozených sazenic, které prokázalo pozitivní signifikantní závislost ($r = 0,95$; $r^2 = 0,91$; $p \leq 0,001$), počet poškozených sazenic se tedy zvyšuje s rozlohou paseky.

4.2 Poškození v předchozích letech

Druhým cílem práce bylo zhodnotit poškození v předchozích letech. Zaměřila jsem se především na okres Hradec Králové (Královehradecký kraj), protože studované lokality byly na území Městských lesů Hradec Králové a.s., kam tyto lesy spadají. Data byly zpracovány podle údajů Lesní ochranné služby (LOS), která působí v rámci Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (VÚLHM), a vydává každý rok Zpravodaj ochrany lesa (ZOL).

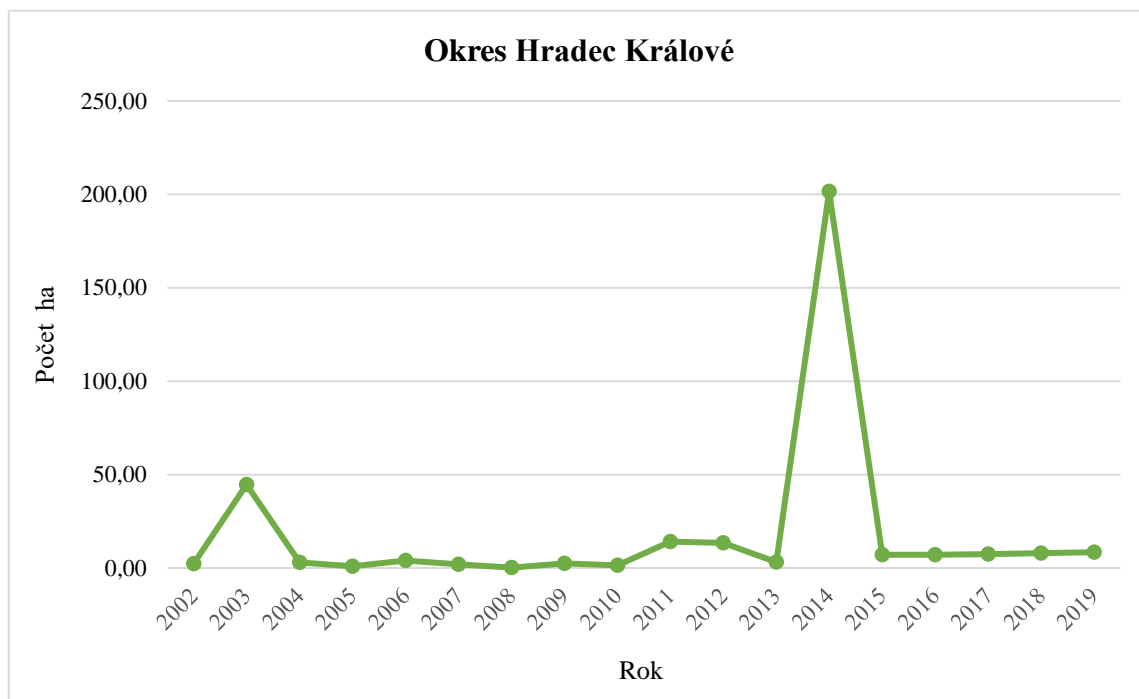
Tabulka 5: Evidovaný výskyt klikoroha borového v minulých letech [ha]

Rok	Královehradecký kraj	Celkem ČR
2002	167,25	2 028,25
2003	86,03	2 064,16
2004	155,00	1 470,00
2005	192,00	1 981,00
2006	170,50	1 785,10
2007	272,00	1 472,00
2008	67,00	1 501,20
2009	106,50	1 282,30
2010	88,90	1 940,30
2011	125,80	2 280,30
2012	213,90	2 447,10
2013	171,80	1 831,20
2014	354,30	2 367,10
2015	212,60	1 254,40
2016	220,20	1 825,40
2017	316,10	1 936,90
2018	299,10	12 094,80
2019	254,60	2 294,40

Zdroj: ZOL Supplementum – vlastní zpracování

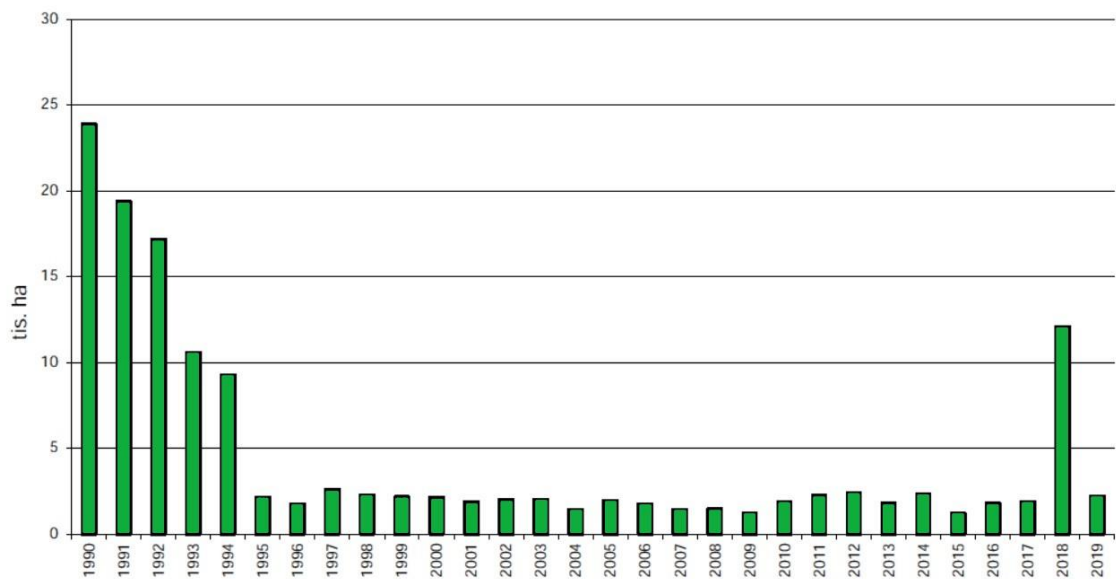
V tabulce č. 5 jsou zpracovány data poškození klikorochem borovým v královehradeckém kraji a v celé České republice od roku 2002 do roku 2019. V královehradeckém kraji bylo zaznamenáno nejvíce poškození v roce 2014, v tomto roce bylo poškozeno 354,30 hektarů. Nejmenší poškození bylo v roce 2008, tento rok bylo poškozeno 67 hektarů.

V České republice způsobil klikoroh borový největší škody v roce 2018. Tento rok poškodil 12 094,8 hektarů (z toho 8 tisíc v okrese Jeseník). Naopak nejmenší škody způsobil v roce 2015, v celé republice bylo poškozeno 1 254,4 hektarů.



Graf 3: Evidovaný výskyt klikorooha borového v okrese Hradec Králové [ha] (Zdroj: Vlastní zpracování)

V grafu č. 3 lze vidět poškození klikorohem borovým v okrese Hradec Králové mezi lety 2002 až 2019. Největší poškození v okrese Hradec Králové bylo v roce 2014 a to 201,5 hektarů. Naopak nejmenší poškození bylo v roce 2008, to bylo poškozeno pouze 0,2 hektaru.



Graf 4: Evidovaný výskyt klikoroha borového v ČR od roku 1990 (Zdroj: ZOL Supplementum 2020)

Z grafu č. 4 vyplývá, že se od roku 1990 výskyt klikoroha začínal každoročně snižovat. Od roku 1995 se rozsah škod od klikoroha borového pohyboval v rámci celé republiky na relativně nízké úrovni. Rozloha napadených území znovu strmě vzrostla až v roce 2018. Tento rok byl v České republice klikoroh borový evidován na rozloze 12 094,8 hektarů. V okrese Hradec Králové bylo v roce 2018 poškozeno 7,9 hektarů, proto byl zde tento rok srovnatelný s ostatními lety.

5. Diskuze

Během studie, která probíhala v období od 11. 4. 2020 do 26. 9. 2020 na území lesů města Hradce Králové a která se zabývala rozsahem škod způsobených klikorohem borovým v závislosti na způsobu obnovy lesa bylo celkem monitorováno 96 slabě poškozených sazenic, silně poškozené sazenice se nevyskytovaly vůbec. Celkem bylo monitorováno 580 sazenic, tzn. že celkem slabě poškozených bylo 16,6 % sazenic. Zahraniční studie, např. Örlander & Nordlander (2003), Wallertz et al. (2005) a Vega & Hofstetter v knize *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species* (2015) uvádějí rozsáhlejší poškození, avšak metody sledování poškození nejsou zcela srovnatelné s mojí metodou odpovídající vyhlášce č. 101/1996 Sb. MZe.

Výskyt klikorooha borového byl nejintenzivnější v druhé polovině dubna a začátkem května. Během června a července nové poškození téměř nepřibývalo a na sazenicích bylo viditelné silné smolení a postupné zatahování vzniklých jizev hojivým pletivem. Örlander et al. (1999) tvrdí, že pokud sazenice po napadení silně smolí, jsou sazenice zdravé a vitální. V srpnu a září poškození opět mírně narůstalo. To může být příčinou podzimního žíru. Způsobuje ho nově vylíhlá generace brouků, protože se v srpnu začínají zkracovat dny a starší generace začíná hibernovat v půdě a objeví se až na jaře následujícího roku (Örlander et al., 1997; Wallertz et al., 2016).

Z výsledků studie vyplývá, pokud mají paseky velikost do 0,5 hektaru, napadení klikorohem je v rozmezí 0,3–0,6 %, plochy do 1 hektaru 0,7–1,6 % a plochy větší než 1 hektar 2,2–2,8 % poškozených sazenic. Statistické vyhodnocení těchto výsledků prokázalo pozitivní signifikantní závislost rozlohy paseky na počet poškozených sazenic, tzn. počet poškozených sazenic se zvyšuje s rozlohou paseky. Velikost paseky je tedy důležitý faktor ovlivňující riziko poškození sazenic. Zde se potvrzuje zjištění Wilsona et al. (1996), který ve své studii potvrdil, že se pravděpodobnost poškození sazenic zmenšuje s velikostí paseky, a že se riziko poškození zvyšuje, pokud jsou holiny seskupovány (agregovány).

Riziko poškození sazenic klikorohem borovým ovlivňují také pěstební metody. Jedním ze způsobů, jak překonat problém s klikorohem je odložení výsadby, dokud neopustí paseku. Studie z jižní Skandinávie ukazují, že generační čas pro klikorooha borového jsou dva roky, tj. nová generace klikorohů se objevuje ze dvou let starých holin (Långström, 1982). Na základě těchto studií je pro praktické lesnictví doporučená výsadba na tříletých

holinách (Örlander & Nilsson, 1999). Örlander et al. (1997) potvrdili, že klikoroh borový je nejhojnější během prvních tří sezón po těžbě, ale značný počet lze nalézt také na starších pasekách. Tudíž účinnost používání tříleté lhůty pro ponechání holiny ladem může být zpochybněno. Výsadba na starších pasekách však může vést k problémům spočívajícím v konkurenci sazenic s již rozrostlou vegetací (Nilsson & Örlander, 1995). Z našich klimatických podmínek je známo, že vývoj klikorohů může být i kratší (Modlinger et al., 2009). Nízké poškození sazenic na studovaných lokalitách však nelze přičítat pasečnému klidu, neboť dle dostupných informací byly plochy zalesněny hned v následujícím roce po těžbě.

Vzhledem k tomu, že se klikoroh borový vyhýbá holé minerální půdě, mechanická skarifikace půdy snižuje frekvenci napadení sazenic (Lindström et al., 1986). Örlander et al. (1999) uvádí, že úmrtnost sazenic často dosahuje 60–80 % pokud se sazenice vysazují bez ochrany a mechanické úpravy půdy. Toto snížení poškození je obvykle nejvíce patrné první rok po výsadbě, protože otevřená minerální půda bývá postupně kolonizována lesními travinami a tím se účinek skarifikace postupně snižuje (Örlander & Nordlander, 2003). Výsledky von Sydow (1997) dokazují, že účinek skarifikace se může lišit v závislosti na věku paseky. Přítomnost vegetace blízko sazenice může zvýšit riziko poškození (Lekander & Söderström, 1969). Na mnou studovaných plochách se vegetace vyskytovala pouze řídce, což může být jedním z důvodů nízkého poškození sazenic. Tyto lesy rostou na chudých štěrkopískových nánosech řeky Orlice. Zdejší písčité půdy jsou chudé na živiny, proto vegetací moc nezarůstají.

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR uvádí, že obnova jednoho hektaru lesa stála v roce 2018 Lesy ČR 97 132 Kč. Podle výroční zprávy MLHK a.s. z roku 2018 činí náklady na obnovu jednoho hektaru lesa 42 666 Kč. Náklady na obnovu lesa vychází u městských lesů téměř o polovinu méně, než je to u státních lesů. Jedním z důvodů může být, že se v lesích města Hradce Králové využívá co nejvíce přirozená obnova. Dalším důležitým faktorem jsou malé rozlohy holin, které jsou dlouhodobým cílem lesů města Hradce Králové. Posláním společnosti je šetrně hospodařit, rozvíjet rekreační a estetickou hodnotu lesů při zachování přírodního lesního bohatství. Hlavní hospodářský záměr MLHK a.s. odpovídá i hlavním zásadám evropské lesnické organizace Pro Silva, která propaguje přírodě blízké hospodaření (VZ MLHK a.s., 2019). Mé výsledky potvrzují, že pokud budou holiny do 0,5 hektaru, minimalizuje se výskyt klikoroha borového a tím se sníží i následné náklady na

zásahy a vylepšování porostu. Klikoroh borový na takhle velkých holinách poškodí 0,6 % sazenic, což je zanedbatelný výsledek.

Nejvyšší hospodářské škody způsobené klikorohem borovým byly evidovány v 2. polovině 80. let 20. století. V této době byl v České republice evidován výskyt klikorooha borového na 30 tisících hektarech (Modlinger et al., 2009). Podle údajů Lesní ochranné služby (LOS) se od 90. let 20. století rozsah škodlivého výskytu klikorooha začínal každoročně snižovat. Od roku 1995 se rozsah škod od klikorooha borového pohyboval v rámci celé republiky na relativně nízké úrovni (1,5–3 tis. ha celkem), poškození v lesích obhospodařovaných MLHK a.s. jsou však nižší.

Největší poškození klikorohem borovým v bylo lesích okresu Hradec Králové v roce 2014. Právě v tomto roce poškodil klikoroh borový 201,5 hektarů a v královehradeckých městských lesích napadl přibližně 600 tisíc nových sazenic borovice lesní. Pravděpodobně je to důsledek rozsáhlé přírodní kalamity, která 5. července 2012 zasáhla městské lesy. Větrná smršť po sobě zanechala zničené porosty na více než 200 hektarech. Vítr dosahoval v nárazech až 220 kilometrů za hodinu a napáchal škody téměř za 20 milionů korun (Taneček, 2014; Valášková, 2014). Pravděpodobně i z tohoto důvodu v roce 2014 klikoroh komplikoval obnovu lesa. Mé studované plochy nevznikly po kalamitě, proto byly menší a vyskytovalo se na nich menší poškození.

Změna klimatu může změnit početnost škodlivých druhů v lesních ekosystémech (Lindner et al., 2010). Dynamiku populace hmyzích škůdců ovlivňuje delší teplé období, rozdíly ve vzorcích srážek, kvalitativní a kvantitativní úpravy dostupnosti potravy a změny v populacích jejich predátorů. Například mírné zimy v lesích mírného pásma usnadňují množení škůdců dříve ovládaných citlivostí na mráz (Settele et al., 2014). Ačkoliv zima v roce předcházejícím mému terénnímu sledování byla podle ČHMÚ teplotně nadprůměrná a odchylovala se o 2,9 °C od dlouhodobé normální teploty, škody způsobené klikorohem borovým byly nízké. Proto se domnívám, že pro klikorooha, druhu, který se přirozeně vyskytuje i v severských zemích není teplota rozhodujícím faktorem. Jak ukazují mé výsledky, stěžejní roli hraje rozloha zalesňovaných holin.

6. Závěr

Rozsah škod způsobených v důsledku žíru kmínků mladých sazenic dospělci klikoroha borového (*Hylobius abietis*) je hlavním lesnickým problémem všude, kde probíhá těžba a následné vysazování jehličnatých sazenic. Tento způsob obnovy lesních porostů se praktikuje ve velké části Evropy, proto patří klikoroh borový mezi hlavní škodlivý druh jehličnatých kultur. Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit rozsah škod způsobených klikorohem borovým na území Městských lesů Hradec Králové a.s. Zjištěné výsledky dát do souvislosti s použitými způsoby obnovy lesa a porovnat je s údaji z předchozích let.

Na monitorovaných plochách se poškození klikorohem borovým vyskytovalo v zanedbatelném množství. Celkem bylo sledováno 580 sazenic, z toho jich bylo 96 slabě poškozených. Silně poškozené sazenice se na studovaných plochách nevyskytovaly. Statistické vyhodnocení výsledků prokázalo vliv rozlohy paseky na procentuální zastoupení poškozených sazenic. Počet poškozených sazenic se tedy zvyšuje s rozlohou paseky.

Největší poškození v lesích města Hradce Králové bylo v roce 2014. V tomto roce klikoroh napadl přibližně 600 tisíc nových sazenic borovice lesní. Pravděpodobně to byl důsledek rozsáhlé větrné kalamity, která v roce 2012 zasáhla městské lesy. Výskyt klikoroha borového je pravděpodobně úzce spojený se vznikem holin po větrných kalamitách a s kůrovcovými kalamitami, protože na vzniklých holinách nachází klikoroh borový vhodné podmínky jak pro vývoj nové generace, tak pro dospělé jedince.

Z výsledků studie je zřejmé, že čím menší jsou vytěžené plochy, tím menší problém klikoroh borový způsobuje. Škodám lze také preventivně předejít snížením podílu jehličnatých dřevin a upravením druhové skladby.

7. Použitá literatura a zdroje

BJÖRKLUND, N.; NORDLANDER, G. & BYLUND, H., 2003: *Host-plant acceptance on mineral soil and humus by the pine weevil Hylobius abietis (L.)*. Agricultural and Forest Entomology 5: 61-65.

BREHM, A., 1904: *Brehmův život zvířat*. 4. díl. Praha: Otto. 890 s.

BUSINSKÝ, R.; VELEBIL, J., 2011: *Borovice v České republice: výsledky dlouhodobého hodnocení rodu Pinus L. v kultuře v České republice = Pines in the Czech Republic: results from the long-term evaluation of the genus Pinus L. cultivated in the Czech Republic*. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. 180 s. ISBN 978-80-85116-90-8.

BYLUND, H.; NORDLANDER, G. & NORDERNHEN, H. 2004: *Feeding and oviposition rates in the pine weevil Hylobius abietis (Coleoptera: Curculionidae)*. Bulletin of Entomological Research 94: 307-317.

Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 101 ze dne 28. března 1996, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže. In *Sbírka zákonů České republiky*. 1996, částka 33, s. 1124. Dostupné také z WWW: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_Vyhlaska-1996-101-lesnictvi.html

DAY, K.R.; LEATHER, S.R., 1997: *Threats to forestry by insect pests in Europe*. In *Forests and Insects*. A.D. Watt, N.E. Stork and M.D. Hunter (eds). Chapman and Hall, London, pp. 177–205.

DAY, K.R.; NORDLANDER, G.; KENIS, M.; HALLDÓRSSON, G., 2004: *General biology and life cycles of bark weevils*. Chapter 14 in: Lieutier F., Day K.R., Battisti A. Grégoire J.-C., Evans H.F. (eds.). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 331–349.

DILLON, A. & GRIFFIN, CH., 2008: *Controlling the large pine weevil, Hylobius abietis, using natural enemies*. COFORD Connects: Silviculture and Forest Management (15). pp. 1-8.

DILLON, A.B.; WARD, D.; DOWNES, M.J. & GRIFFIN, C.T., 2006: *Suppression of the large pine weevil Hylobius abietis (Coleoptera: Curculionidae) in pine stumps by entomopathogenic nematodes with different foraging strategies*. Biological Control 38, 217-226.

EIDMANN, H. H., 1974: HYLOBIUS Schönh, pp. 275–293, in W. Schwenke (ed.). *Die Forstschädlinge Europas*. 2 Käfer, Hamburg, Germany.

EIDMANN, H. H., 1979: *Integrated management of pine weevil (Hylobius abietis L.) populations in Sweden*. pp. 103–109 in *Current topics in forest entomology*. Forest Service General Technical Report WO-8. USDA.

ELTON, E. T. G., 1962: *De grote dennensnuitkever*. Nederlands Bosbouw tijdschrift, 34(6), 191-201.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2020: *Global Forest Resources Assessment 2020: Main report*. Rome.

HECKER, F.; HECKER, K., 2004: *Průvodce přírodou*. Frýdek-Místek: Alpress. 351 s. ISBN 978-80-7362-525-2.

HECKER, U., 2001: *Stromy a keře: klíč ke spolehlivému určování: 3 znaky*. 5. vydání. Přeložil Miroslav VOLF. Čestlice: Rebo International CZ. 238 s. ISBN 978-80-255-0969-2.

HEJNÝ, S.; SLAVÍK, B.; CHRTEK, J., 1988: *Květena České socialistické republiky 1*. Praha: Academia. 560 s.

HERITAGE, S. G.; COLLINS, S. & EVANS, H. F., 1989: *A survey of damage by Hylobius abietis and Hylastes spp. in Britain*. In R. I. Alfaro, & S. G. Glover (Eds.), *Insects affecting reforestation: Biology and damage* (pp. 28-33). Victoria, BC: Forestry Canada.

CHRISTIANSEN, E.; BAKKE, A., 1968: *Temperature Preference in Adults of Hylobius abietis L. (Coleoptera: Curculionidae) during Feeding and Oviposition*. Z. ang. Ent. 62: 83-89.

INWARD, D.J.G.; WAINHOUSE, D.; PEACE, A., 2012: *The effect on temperature on the development and life cycle regulation of the pine weevil Hylobius abietis and potential impacts of climate change*. Agricultural and Forest Entomology 14: 348–357.

KINDVALL, O.; NORDLANDER, G. & NORDENHEM, H., 2000: *Movement behaviour of pine weevil Hylobius abietis in relation to soil type: An arena experiment*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 95, 53-61.

KOLAŘÍK, J., 2010: *Péče o dřeviny rostoucí mimo les*. 3., dopl. vyd. Vlašim: ČSOP. 744 s. Metodika (Český svaz ochránců přírody). ISBN 978-80-86327-85-3.

KUČERA, T., 1999: *Reliktní bory, suťové a roklinové lesy*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 28 s. Ochrana biologické rozmanitosti. ISBN 80-86064-32-8.

KUDELA, M., 1970: *Atlas lesního hmyzu: škůdci na jehličnanech*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 288 s. Lesnická knihovna (Státní zemědělské nakladatelství).

LÅNGSTRÖM, B., 1982: *Abundance and seasonal activity of adult Hylobius-weevils in reforestation areas during first years following final felling*. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae, 106, 1-23.

LÅNGSTRÖM, B., 1985: *Damage caused by Hylobius abietis in the years 1970–1971*. Results from the Finnish part of a joint Nordic study. Folia Forestalia 612. 11 p. [In Finnish with English summary].

- LÅNGSTRÖM, B.; DAY, K.R., 2004: *Damage, control and management of weevil pests, especially Hylobius abietis*. Chapter 19. In: Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Grégoire J.-C., Evans H.F. (eds.). *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 415–444.
- LANGVALL, O.; NILSSON, U. & ÖRLANDER, G., 2000: *Frost damage to planted Norway spruce seedlings - Influence of site preparation and seedling type*. *Forest Ecology and Management*, 141, 225-237.
- LEATHER, S.R.; DAY, K.R. & SALISBURY, A.N., 1999: *The biology and ecology of the large pine weevil, Hylobius abietis (Coleoptera: Curculionidae): a problem of dispersal?* *Bulletin of Entomological Research* 89, 3-16.
- LEKANDER, B. & SÖDERSTRÖM, V., 1969: *Studies on damage caused by Hylobius abietis on coniferous plants*. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 67: 351–383.
- LINDNER, M.; GARCIA-GONZALO, J.; KOLSTRÖM, M.; GREEN, T.; REGUERA, R.; MAROSCHEK, M. et al., 2008: *Impacts of climate change on European forests and options for adaptation*. Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development, 173 p.
- LINDNER, M.; MAROSCHEK, M.; NETHERER, S.; KREMER, A.; BARBATI, A.; GARCIA-GONZALO, J. et al., 2010: *Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems*. *Forest Ecology and Management* 259, 698–709.
- LINDSTRÖM, A.; HELLQVIST, C.; GYLDBERG, B.; LÅNGSTRÖM, B. & MATTSSON, A., 1986: *Field performance of a protective collar against damage by Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1, 3-15.
- LIŠKA, J.; KNÍŽEK, M.; VÉLE, A., 2021: *Evaluation of insect pest occurrence in areas of calamitous mortality of Scots pine*. *Central European Forestry Journal* 67: 85-90.
- LÖF, M.; ISACSSON, G.; RYDBERG, D. & WELANDER, T.N., 2004: *Herbivory by the pine weevil (Hylobius abietis L.) and shortsnouted weevils (Strophosoma melanogrammum Forst. and Otiorhynchus scaber L.) during the conversion of a wind-thrown Norway spruce forest into a mixed-species plantation*. *Forest Ecology and Management*, 190, 281–290.
- MÅNSSON, P.E.; SCHLYTER, F., 2004: *Hylobius pine weevils adult host selection and antifeedants: feeding behaviour on host and non-host woody Scandinavian plants*. *Agricultural and Forest Entomology* 6: 165–171.
- MIKESKA, M.; VACEK, S., 2008: *Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 448 s. ISBN 978-80-87154-20-5.
- MODLINGER, R.; KNÍŽEK, M., 2009: *Klikoroh borový (Hylobius abietis L.)*. *Lesnická práce*, vol. 88, no. 10, s. 1-4. ISSN 0322-9254.

MUSIL, I.; HAMERNÍK, J., 2003: *Lesnická dendrologie 1: jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin*. Praha: Česká zemědělská univerzita. 177 s. ISBN 80-213-0992-X.

NILSSON, U. & ÖRLANDER, G., 1995: *Effects of regeneration methods on drought damage to newly planted Norway spruce seedlings*. Canadian Journal of Forest Research 25(5):790-802.

NILSSON, U.; LUORANEN, J.; KOLSTRÖM, T.; ÖRLANDER, G. & PUTTONEN, P., 2010: *Reforestation with planting in northern Europe*, Scandinavian Journal of Forest Research, 25:4, 283-294.

NILSSON, U.; ÖRLANDER, G.; 1999: *Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden*, Can. J. For. Res. 29, 1015–1026.

NORDBORG, F. & NILSSON, U., 2003: *Growth, damage and net nitrogen uptake in Picea abies (L.) Karst. seedlings, effects of site preparation and fertilisation*. Annals of Forest Science, 60, 657-666.

NORDENHEM, H., 1989: *Age, sexual development, and seasonal occurrence of the pine weevil Hylobius abietis (L.)*. Journal of Applied Entomology, 108, 260–270.

NORDLANDER, G., 1991: *Host finding in the pine weevil Hylobius abietis: effects of conifer volatiles and added limonene*. Entomologia Experimentalis et Applicata 59:229-237.

NORDLANDER, G.; BYLUND, H., & BJÖRKLUND, N., 2005: *Soil type and microtopography influencing feeding above and below ground by the pine weevil Hylobius abietis (L.)*. Agric. For. Entomol. 7:107-113.

NORDLANDER, G.; HELLQVIST, C.; JOHANSSON, K.; NORDENHEM, H., 2011: *Regeneration of European boreal forests: effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil Hylobius abietis*. Forest Ecology and Management 262(12): 2354–2363.

NORDLANDER, G.; MASON, E.G.; HJELM, K.; NORDENHEM, H.; HELLQVIST, C., 2017: *Influence of climate and forest management on damage risk by the pine weevil Hylobius abietis in northern Sweden*. Silva Fennica vol. 51 no. 5 article id 7751. 20 p.

NORDLANDER, G.; NORDENHEM, H. & BYLUND, H., 1997: *Oviposition patterns of the pine weevil Hylobius abietis*. Entomologia Experimentalis et Applicata 85, 1-9.

Oblastní plány rozvoje lesů. 17 Polabí. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem. Pobočka Hradec Králové, 2001.

ÖRLANDER, G. & KARLSSON, C., 2000: *Influence of shelterwood density on survival and height increment of Picea abies advance growth*. Scandinavian Journal of Forest Research , 15, 20-29.

- ÖRLANDER, G.; NILSSON, U., 1999: *Effect of reforestation methods on pine weevil (Hylobius abietis) damage and seedling survival*. Scandinavian Journal of Forest Research 14: 341–354.
- ÖRLANDER, G.; NILSSON, U.; NORDLANDER, G., 1997: *Pine weevil abundance on clear-cuttings of different ages: a 6-year study using pitfall traps*. Scandinavian Journal of Forest Research, vol. 12, no. 3, s. 225-240.
- ÖRLANDER, G.; NORDLANDER, G., 2003: *Effects of field vegetation control on pine weevil (Hylobius abietis) damage to newly planted Norway spruce seedlings*. Ann. For. Sci. 60: 667–671.
- ÖRLANDER, G.; NORDLANDER, G.; WALLERTZ, K. & NORDENHEM, H., 2000: *Feeding in the crowns of Scots pine trees by the pine weevil Hylobius abietis*. Scandinavian Journal of Forest Research, 15, 194–201.
- PETERSSON, M. & ÖRLANDER, G., 2003: *Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage*. Canadian Journal of Forest Research, 33, 64-73.
- PETERSSON, M., 2004: *Regeneration methods to reduce pine weevil damage to conifer seedlings*. Swedish University of Agricultural Sciences. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria, 330, 1-34.
- PETŘÍK, Z., 2000: *Obecní a soukromé lesy: Městské lesy Hradec Králové*. Lesnická práce: časopis vydávaný Čes.maticí lesnickou a věnovaný lesnické vědě a praxi. Kostelec nad Černými lesy, vol. 79, no. 5, 222–223 s. ISSN 0322-9254.
- PHILLIPS, M.A.; CROTEAU, R.B., 1999: *Resin-based defenses in conifers*. Trends in Plant Science 4: 184–190.
- POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V., 2009: *Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 952 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- SETTELE, J.; SCHOLE, R.; BETTS, R. et al., 2014: *Terrestrial and inland water systems*. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change, pp. 271–359. Cambridge University Press, Cambridge (GB) and New York (US).
- SIBUL, I.; MERIVEE, E. & LUIK, A., 1999: *On diurnal locomotor activity of Hylobius abietis L. (Coleoptera, Curculionidae)*. Proceedings of the XXIV Nordic Congress of Entomology, 8–11 August 1997, pp. 163–166. University of Tartu, Estonia.
- SITENSKÝ, F., 1905: *Hospodářský slovník naučný: ilustrovaná encyklopedie veškerého hospodářství polního, zahradního i lesního, jakož i průmyslu hospodářského*. V Praze: F. Šimáček. 1256 s.

SOLBRECK, C. & GYLDBERG, B., 1979: *Temporal flight pattern of the large pine weevil, Hylobius abietis L. (Coleoptera, Curculionidae), with special reference to the influence of weather.* Zeitschrift für Angewandte Entomologie 88, 532–536.

SOLBRECK, C., 1980: *Dispersal distances of migrating pine weevils, Hylobius abietis, Coleoptera: Curculionidae.* Entomologia Experimentalis et Applicata 28, 123–131.

ŠVESTKA, M.; JANČAŘÍK, V.; HOCHNUT, R., 1996: *Praktické metody v ochraně lesa.* 2. dopl. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR. 309 s. ISBN 80-902033-1-0.

TANEČEK, D.: *Do hradeckých lesů se po předložské vichřici vrací stromky.* ČT24: Česká televize [online]. 03.03.2014 [cit. 22.03.2021]. Dostupné z WWW: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1045665-do-hradeckych-lesu-se-po-predlonske-vichrici-vraci-stromky>

THORSÉN, Å.; MATTSON, S.; WESLIEN, J., 2001: *Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by pine weevils (Hylobius spp.)* Scandinavian Journal of Forest Research 16: 54–66.

TOIVONEN, R.; VIIRI, H., 2006: *Adult large pine weevils Hylobius abietis feed on silver birch Betula pendula even in the presence of conifer seedlings.* Agricultural and Forest Entomology 8(2): 121–128.

TRAPP, S.; CROTEAU, R., 2001: *Defensive resin biosynthesis in conifers.* Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology 52: 689–724.

URBAN, J., 2003: *Lesnická entomologie – textová část.* Vyd. 2. nezměn. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 182 s. ISBN 80-7157-678-6.

VACEK, S., 2006: *Pěstování lesů: pěstební výkladový slovník.* Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální. 72 s. ISBN 80-213-1573-3.

VACEK, S.; VACEK, Z.; SCHWARZ, O., 2009: *Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš: Regeneration of forest stands on research plots in the Krkonoše national parks.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 288 s. Folia forestalia Bohemica. ISBN 978-80-87154-87-8.

VALÁŠKOVÁ, L.: *Klikoroh borový zkomplikoval obnovu hradeckých městských lesů po předložské kalamitě.* Český rozhlas: Český rozhlas Hradec Králové [online]. 08.07. 2014 [cit. 22.03.2021]. Dostupné z WWW: <https://hradec.rozhlas.cz/klikoroh-borovy-zkomplikoval-obnovu-hradeckych-mestskych-lesu-po-predlonske-6150962>

VEGA, F.E.; HOFSTETTER, R.W., 2015: *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species.* Academic Press. 640 s. ISBN 978-0-12-417156-5.

VIIRI, H.; MIETTINEN, O., 2013: *Feeding preferences of Hylobius pinastri Gyll.* Baltic Forestry 19: 161–164.

von SYDOW, F., 1997: *Abundance of pine weevils (Hylobius abietis) and damage to conifer seedlings in relation to silvicultural practices*. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 157–167.

Výroční zprávy Městských lesů Hradec Králové a.s. Dostupné z WWW: <http://www.mestske-lesy.cz/vyrocní-zpravy/>

WAINHOUSE, D.; INWARD, D.J.G.; MORGAN, G., 2014: *Modelling geographical variation in voltinism of Hylobius abietis under climate change and implications for management*. Agricultural and Forest Entomology 16: 136–146.

WAINHOUSE, D.; JINKS, R.; MORGAN, G., 2009: *Growth and defence in young pine and spruce and the expression of resistance to a stem-feeding weevil*. Oecologia 158: 641–650.

WALLERTZ, K.; HANSSSEN, K.H.; HJELM, K.; FLOISTAD, I.S., 2016: *Effects of planting time on pine weevil (Hylobius abietis) damage to Norway spruce seedlings*. Scandinavian Journal of Forest Research, vol. 31, no. 3, s. 262–270.

WALLERTZ, K.; NORDLANDER, G.; ÖRLANDER, G., 2006: *Feeding on roots in the humus layer by adult pine weevil, Hylobius abietis*. Agricultural and Forest Entomology 8: 273–279.

WALLERTZ, K.; ÖRLANDER, G. & JAANA LUORANEN, J., 2005: *Damage by pine weevil Hylobius abietis to conifer seedlings after shelterwood removal*. Scandinavian Journal of Forest Research, 20:5, 412–420.

WILSON, W.L.; DAY, K.R. & HART, E.A., 1996: *Predicting the extent of damage to conifer seedlings by the pine weevil (Hylobius abietis L.): a preliminary risk model by multiple logistic regression*. New Forest 12, 203–222.

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

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2019, Ministerstvo zemědělství. 2020. 124 s. ISBN 978-80-7434-571-5.

ZPRAVODAJ OCHRANY LESA (ZOL). Jiloviště-Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (VÚLHM) [ročníky 2002–2020].

ZUMR, V., 1989: *Reakce klikoroha borového na různá potravní atraktanta*. Lesnictví 35 (7): 607–620 s.