

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



Gradace bekyně mnišky u Křivoklátu na základě dobových zápisů

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Žaneta Sahánková

Vedoucí práce: prof. Ing. Bc. Jaroslav Holuša, Ph.D.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Žaneta Sahánková

Lesní inženýrství

Název práce

Gradace bekyně mnišky u Křivoklátu na základě dobových záznamů

Název anglicky

Outbreak of Nun moth in the surroundings of town Křivoklát on historical script

Cíle práce

Na základě historických záznamů rekonstruovat gradaci bekyně mnišky ve 20. letech 20. století u Křivoklátu na tehdejší revíru Sv. Alžběty

Metodika

Bude přepsán deník Adolfa Bohma, který popisuje celé období gradace bekyně mnišky ve 20. letech 20. století v okolí Křivoklátu. Oblast gradace bude umístěna do krajiny a současné porosty budou zhodnoceny. Fakta budou rozříděna podle témat a faktů a budou komentována. Z vhodných údajů budou sestavy sloupcové či jiné grafy. Počty snůšek a počty vajíček budou analyzovány pomocí párových testů a vztahy k intenzitě letové aktivity a výslednému žíru budou zpracovány pomocí regresních analýz. Všechny analýzy budou provedeny v programu 12.0. všechny výsledky budou diskutovány jak s historickými, tak recentními pracemi.

Doporučený rozsah práce

40 s.

Klíčová slova

bekyně mniška, gradace, historie

Doporučené zdroje informací

- Fischer, H. 1942. Die Massenvermehrung der Nonne in den Staatforsten des Regierungsbezirkes Gumbinnen 1897–1902. In: G. Wellenstein, Die Nonne in Ostpreussen (1933–1937). Monogr. Z. ang. Ent., 15, 17–41.
- Głowacka, B. 1996: The nun moth (*Lymantria monacha*) as a pest of coniferous forests in Poland, 33–40. In: Głowacka, B., Malinowski, H.: Integrated management of forest Lymantriidae, Proceeding of the International conference, March 27–29, 1996. Instytut Badawczy Lesnictwa, 274, Poland.
- Karolewski, P., Grzebyta, J., Oleksyn, J., & Giertych, M. J. 2007. Effects of temperature on larval survival rate and duration of development of *Lymantria monacha* (L.) on needles of *Pinus silvestris* (L.) and of *L. dispar* (L.) on leaves of *Quercus robur* (L.). *Polish Journal of Ecology*, 55(3), 595.
- Komárek, J. 1931. Mnišková kalamita v letech 1917–1927. *Sborník Výzkumných ústavů zemědělských ČSR*, 78, 1–256.
- Liška, J., P. Šrůtka, 1998: Recent Outbreak of the Nun Moth (*Lymantria Monacha* L.) in the Czech Republic. *Proceedings: Population Dynamics, Impacts, and Integrated Management of Forest Defoliating Insects*, 351–352.
- Uhlíková, H., Nakládal, O., Jakubcová, P., Turčáni, M. 2011. Outbreaks of the nun moth (*Lymantria monacha*) and historical risk regions in the Czech Republic. *Šumarski list*, 135, 477–486.
- Uhlíková, H., Nakládal, O. 2010. Historické gradace bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) na území vojenského újezdu Brdy. *Historical outbreaks of Lymantria monacha* (L.) in the territory of Brdy mountains. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55(1), 54–58.
- Withers, T.M., Keena, M.A. 2001. *Lymantria monacha* (nun moth) and *L. dispar* (gypsy moth) survival and development on improved *Pinus radiata*. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 3(1), 66–77.
-

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 26. 1. 2019

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2019

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Gradace bekyně mnišky u Křivoklátu na základě dobových zápisů“ vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Bc. Jaroslava Holuši, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V..... dne.....

Žaneta Sahánková

Poděkování

Děkuji prof. Ing. Bc. Jaroslavu Holušovi, Ph.D. za odborné vedení práce, čas, zkušenosti a cenné rady, které mi pomohly při zpracování diplomové práce.

Ing. Michalu Svatošovi děkuji za pomoc s umístěním historické mapy. Poděkování patří také mé rodině za morální podporu při studiích.

Abstrakt

Tato diplomová práce na téma „Gradace bekyně mnišky u Křivoklátu na základě dobových zápisů“ se zabývá rekonstrukcí gradace bekyně mnišky ve 20. letech 20. století, která počínala rokem 1914 a končila roku 1922 u Křivoklátu na tehdejším revíru Sv. Alžběty. Součástí práce je také literární přehled zabývající se danou problematikou. Pomocí historických zápisů z deníku Adolfa Böhma, který popisuje období této gradace, byly získány důležité informace, které byly zpracovány, roztržiděny a byla také identifikována místa gradace. Některé údaje jsou obohaceny o grafy, tabulky, obrázky. Byly provedeny analýzy a důležitá fakta byla komentována. Výsledky diskutovány jak s historickými, tak recentními pracemi. Na základě výsledků byla rekonstruována gradace bekyně mnišky a byla provedena konečná rekapitulace výsledků.

Klíčová slova: bekyně mniška, gradace, historie

Abstract

This diploma thesis on the topic of „Gradation of the nun moth at Krivoklat on the basis of contemporary records“ deals with the reconstruction of the gradation of the nun moth in the 1920 s, which began in 1914 and ended in 1922 at Krivoklat, in the former St. Elisabeth district. The thesis also includes a literature review dealing with this issue. Using the historical records of Adolf Böhm diary, which describes the period of this gradation, important information was obtained that was processed and categorized and also places of gradation were identified. Some data is enriched with graphs, tables and figures. Analyses were made and important facts were commented. The results are discussed both with historical and recent works. Based on the results, the gradation of the nun moth was reconstructed and a final recapitulation of the results was made.

Keywords: nun moth, gradation, history

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíle práce	11
3. Literární přehled – <i>Lymantria monacha</i>	12
3.1 Charakteristika druhu	12
3.2 Rozšíření.....	15
3.3 Hostitelské dřeviny	16
3.4 Přirození nepřátelé	17
3.5 Kontrolní metody	18
3.6 Obrana	23
3.7 Gradace.....	25
3.8 Osobnosti zabývající se bekyní mniškou na Křivoklátsku.....	29
4. Metodika	31
4.1 Obecné zpracování.....	31
4.2 Identifikace místa.....	31
4.3 Statistické zpracování dat.....	34
5. Výsledky	35
6. Diskuse.....	49
7. Závěr	60
8. Použité zdroje	61
9. Seznam příloh.....	67
10. Přílohy	68
10. 1 Tabulka.....	68
10. 2 Deník	69
10. 3 Mapa.....	70

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Fáze gradace v letech.....	37
Tabulka č. 2: Síla letové aktivity.....	39
Tabulka č. 3: Popisné statistiky nakladených snůšek a vajíček.....	40
Tabulka č. 4: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro srovnání počtu vajíček nakladených do 3 a nad 3 m.....	43
Tabulka č. 5: Příklad platů dělníků 1919.....	48
Tabulka č. 6: Příklad mezd 1921/1922.....	48

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Adolf Böhm (vlevo)	29
Obrázek č. 2: Mapa – CHKO Křivoklátsko	32
<i>Dostupné na WWW:</i>	
https://mapy.cz/zakladni?x=14.1840584&y=50.0810642&z=10&source=area&id=70	
>	
Obrázek č. 3: Historická mapa mniškového žíru	33
Obrázek č. 4: Georeferencování v softwaru ArcMap [ESRI].....	35
Obrázek č. 5: Revír Sv. Alžběty v období mniškové kalamity.....	36
Obrázek č. 6: Revír Sv. Alžběty dnes	36
Obrázek č. 7: Nůžky přivezené od Dr. Komárka na vrškující housenky.....	44
Obrázek č. 8: Pruh smrkového porostu u Sv. Jana zachráněný mravenci.....	46

Obrázek č. 9: Přepis A. Böhma stvrzující příjem zprávy od L. Angera..... 47

Seznam grafů

Graf č. 1: Počty nakladených vajíček na smrku pokáceném 25.10. 1918 na revíru Sv. Alžběty	40
Graf č. 2: Závislost výsledného žíru v porostu na počtech snůšek na celém stromu zjištěných v roce 1919 a následného žíru ($y = 44,8791 + 0,2891*x$; $r = 0,5323$; $p = 0,0108$; $r^2 = 0,2834$)	41
Graf č. 3: Závislost výsledného žíru na počtech snůšek do 3 metrů zjištěných v roce 1919 a následného žíru ($y = 44,8791 + 0,2891*x$; $r = 0,5323$; $p = 0,0108$; $r^2 = 0,2834$)	41
Graf č. 4: Závislost výsledného žíru na počtech snůšek nad 3 metry zjištěných v roce 1919 a následného žíru ($y = 46,5439 + 0,4089*x$; $r = 0,4887$; $p = 0,0210$; $r^2 = 0,2389$)	42
Graf č. 5: Vztah početnosti motýlů na celkovém počtu snůšek ($y = 3,1844 + 0,0046*x$; $r = 0,2794$; $p = 0,2079$; $r^2 = 0,0781$)	42
Graf č. 6: Počty vajíček v jedné snůšce do výšky stromu do 3 m a nad 3 m	43
Graf č. 7: Současné zastoupení dřevin na revíru Sv. Alžběty ve věkových stupních	50

1. Úvod

Hmyz v lesních ekosystémech má velký význam. Plní důležitou funkci v potravních řetězcích. Řada hmyzích druhů se živí lesními dřevinami a poté svým žírem nebo sáním poškozují různá místa dřevin. Důsledkem některých napadení jsou kalamity, které často ohrožují existenci lesního hospodářství (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013).

Bekyně mniška – *Lymantria monacha* (Linnaeus 1758) v našich podmínkách je považována za jednoho z hlavních hmyzích škůdců, který dokáže při přemnožení úplně zlikvidovat les na velkých plochách. Z tohoto důvodu patří mezi tzv. kalamitní škůdce (ŠVESTKA, 1999). Jako kalamitní škůdce je součástí obsahu vyhlášky č. 76/2018 Sb.

B. mniška v minulosti již vícekrát způsobila závažné hospodářské škody až katastrofálního rozsahu, z nichž největší proběhla v českých zemích v letech 1917–1927 (KUDLER, 1954).

V období této mniškové kalamity vznikl také ručně psaný deník Adolfa Böhma, starý dokument plný domněnek, poznatků a původních dat o b. mnišce. Zápisy jsou zajímavé nejen svou historií, ale i obsahem, který se stal zdrojem práce.

2. Cíle práce

Cílem mé práce je podle ručně psaného historického a velmi podrobného deníku lesníka Adolfa Böhma rekonstruovat gradaci bekyně mnišky ve 20. letech 20. století u Křivokláta na tehdejších plesích Sv. Alžběty.

3. Literární přehled – *Lymantria monacha*

3.1 Charakteristika druhu

Bekyně mniška – *L. monacha* je noční motýl, kde tělo pokrývají šupiny a chlupy. Přední křídla obou pohlaví mají charakteristickou kresbu, která je tvořená nepravidelně zubatými příčnými liniemi (REICHHOLF, 2004). Rozpětí předních křídel se pohybuje od 30 do 50 mm (ZAHRADNÍK, 1997). Tělo samičky je silnější než samečka a plocha křídel je též větší. Samičky mají černé, převážně zubaté příčky na bílé základní barvě křídel a sameček silně hřebenitá tykadla (REICHHOLF, 2004). Samice má tykadla nitkovitá (ZAHRADNÍK, 1997).

Můžeme se setkat s tmavou až skoro černou formou, pokud je charakteristická kresba patrná, jedná se o formu *eremita*, jestliže je kresba již potlačena, pak se jedná o formu *atra* (REICHHOLF, 2004). Tyto formy se vyskytují poměrně často, ale hlavně při silném rozmnožení (ZAHRADNÍK, 1997).

Patří do třídy hmyz (Insecta), řádu motýli (Lepidoptera) (LAŠTŮVKA, 1996). Dnes se b. mniška řadí do čeledi Erebidae a podčeledi Lymantriinae (LEE *et al.*, 2015).

Hmyz

Hmyz je, co se týče druhů, nejrozmanitější skupina živočichů. Na světě je popsáno přes milion druhů. Hmyz obývá různá prostředí – od otevřeného moře až po vrcholky hor (BELLMANN, 2006). Má jeden z nejúspěšnějších způsobů života na zemi. Jedním z hlavních a důležitých faktorů jejich úspěchu je, že hmyz se přizpůsobil velké rozmanitosti (BOURTZIS *et* MILLER, 2003). Hmyz jsou živočichové, kteří mají vliv na mnoho aspektů našeho života, a to i přes jejich malou velikost (GULLAN *et* CRANSTON, 2010). Hmyz se pohybuje ve velikosti od 0,2 mm až po délku 35 cm. Hmyz je převážně suchozemský, ale existuje také značný počet vodních druhů. Nejméně 25 % druhů hmyzu je parazity, anebo predátory jiných druhů hmyzu (CHAPMAN, 2013). Účinky hmyzu na nás, naše plodiny a hmyzí aktivita mohou být upraveny a kontrolovány (GULLAN *et* CRANSTON, 2010).

Hmyz je zdrojem potravy pro mnoho jiných zvířat. Bez hmyzu by země byla velice odlišné místo, protože by neměl kdo plnit základní ekosystémové služby a mnoho obratlovců by přišlo o důležitý zdroj potravy (CHAPMAN, 2013).

Vývoj motýlů

Vajíčko je prvním vývojovým stadiem. V podstatě se jedná o oplodněnou zárodečnou buňku, kde začíná vývoj všech pohlavně se rozmnožujících živočichů. U některých živočišných skupin a také u člověka představuje toto stadium pouze krátké počáteční stadium, ale u motýlů tvoří samostatný úsek životního cyklu. Z vajíček se líhnou housenky, které představují charakteristické stadium vývoje motýlů. Rozhodující proměna probíhá prostřednictvím následujícího stadia, což je kukla. Jedná se o klidové stadium, kdy dochází k tělní přestavbě. Příjem potravy je pozastaven a pohyblivost omezena. Poté následuje líhnutí motýla. Při líhnutí se motýl musí uvolnit z obalu kukly. Po vylíhnutí ještě nejsou křídla připravena na vzletnutí, musí nejprve během několika hodin ztuhnout, až poté je dospělec připraven ke vzletnutí (REICHHOLF, 2004).

Stručně popsáno celý vývoj jedince představují čtyři samostatné etapy: vajíčko – housenka – kukla – dospělý motýl (imago) (REICHHOLF, 2004).

Bekyňoviti

Do podčeledi bekyňovitých patří motýli, kteří se hodně podobají můrám, ale jsou chlupatější. Jsou nenápadně zbarveni, ale tropické druhy jsou i velmi pestré. Dospělci nemají sosák, proto nemůžou přijímat potravu (McGAVIN, 2005). Některé druhy starších housenek mají žahavé chlupy, ty vyvolávají alergické reakce (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Nebezpečnými škůdci stromů a keřů na severní polokouli, jejichž výskyt může napáchat obrovské škody, odlesnění, uhynutí stromů jsou bekyně velkohlavá – *Lymantria dispar* (Linnaeus 1758) a b. mniška (*L. monacha*) (McGAVIN, 2005).

Bekyně mniška

B. mniška patřila především v dřívějších dobách k obávaným škůdcům. Housenky zničily statisíce hektarů lesa (ZAHRADNÍK, 1997). Je významným škůdcem smrkových a borových lesů (hlavně monokultur), kde dochází v určitých časových odstupech k obrovskému výskytu a holožírům (REICHHOLF, 2004). I když se vyskytuje především na smrku, borovici, modřínu, ale pokud dojde ke kalamitnímu přemnožení napadá také většinu ostatních dřevin a dokáže způsobit holožíry. I když se b. mniška jeví jako závažný lesní škůdce nejen v České republice, existuje velice málo studií, které by v dlouhodobém časovém horizontu hodnotily její gradace (UHLÍKOVÁ *et* NAKLÁDAL, 2010).

Nejstarší psaný záznam o b. mnišce je z roku 1784. K největší kalamitě b. mnišky v českých zemích došlo v letech 1917–1927 (UHLÍKOVÁ *et al.*, 2011). B. mniška má výrazný pohlavní dimorfismus, je polyfágní, ale v preferuje smrk (HUDEC, 2007). B. mniška má pouze jednu generaci do roka (BELLMANN, 2006).

Vajíčka jsou kladena pod šupiny kůry jehličnatých stromů, popřípadě i na listnaté stromy (FELIX *et* TOMAN, 1978). Vývoj zárodku ve vajíčku (embryogeneze) je hodně rychlý, už po několika týdnech se ve vajíčku líhnou malé housenky, které prochází diapauzou a ve vajíčku přezimují (ŠVESTKA, 1999; HUDEC, 2007).

Líhnutí housenek probíhá na jaře, většinou koncem dubna nebo začátkem května. Po dobu 2–14 dnů setrvávají housenky pohromadě (v zrcátkách), podle teploty. Když je teplé počasí vylézají do korun stromů a hledají čerstvé jehlice smrku, modřínu. Housenky ožirají hlavně jehlice smrku a borovice, někdy i dubové listí. Pokud jsou silně rozmnoženy požirají i různé byliny. Největší žír housenek probíhá v květnu a červnu především v korunách stromů (ZAHRADNÍK, 1997). Škody, které způsobují housenky na smrku a borovici jsou odlišné. Vylíhlé housenky ožirají na smrku nejdříve jehlice nově vyrašených výhonků. U borovice požirají nejdříve staré jehličí (ŠVESTKA, 1999). Teprve starší housenky, které jsou ve 3 vrůstovém stupni ožirají jehlice starších ročníků. U borovic jsou vylíhlé housenky donuceny ožírat staré jehlice, protože nové ještě nejsou vyrašeny nebo mohou ožírat rašící pupeny. U starších housenek je plýtvavý žír, což škody zvyšuje. Housenky se za pomoci větru nechávají unášet i na okolní stromy (ŠVESTKA, 1999). Kritickým počtem, při kterém může vzniknout holožír byl

v minulosti stanoven počet 1000–6000 housenek na jeden smrk (ŠVESTKA, 1998). Housenky se 4–6 x svlékají, dorůstání je nerovnoměrné. Přibližně od začátku července lezou dorostlé housenky na kmen, najdou si místa mezi šupinami kůry a zakuklí se, při gradaci se kuklí i na větvích (ŠVESTKA, 1999).

Stadium kukly trvá asi 2 až 3 týdny, a poté se začnou líhnout motýli (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Nejprve se líhnou samečci až poté samičky. Líhnutí, rojení motýlů probíhá od poloviny července až do konce srpna, popřípadě začátku září. Vyvrcholení rojení je závislé na počasí, závisí především na teplotě (ŠVESTKA, 1999).

Motýli přes den sedí na kmenech, samečci jsou pohyblivější než samičky. Samečci při vyrušení přeletují. Samičky létají pomaleji. Motýli jsou světlomilní, létají ke světlu. Samečci rychle poletují a hledají samičky uvolňující feromon. K pohlavnímu spojení jedinců dochází ve večerních a nočních hodinách (ŠVESTKA, 1999). Převaha samiček je oplodněna už během prvních dvou nocí (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Samička naklade asi 150–200 vajíček za šupiny kůry, nejčastěji do 1 metru nad zemí. Život motýlů je krátký, trvá přibližně 9–14 dní (ŠVESTKA, 1999).

3.2 Rozšíření

Rozšíření bekyně mnišky je ve velké části Euroasie, od Portugalska až po Japonsko. Výskyt je zhruba ohraničen 40. – 60. rovnoběžkou, na jižní části zasahuje na Balkán, na východní Sibiři až po Vladivostok. V jižních částech se vyskytuje ve vyšších polohách a na severu i v nížinách (ŠVESTKA, 1999).

Ve střední Evropě dochází k mniškovým útokům nejvíce a nejčastěji v 40–80letých uměle založených smrkových nebo borových porostech v nadmořské výšce 400 až 700 m n. m. (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Nejvíce nebezpečné je přemnožení ve smrkových porostech (ŠVESTKA, 1999). Po srovnání nejrizikovějších oblastí České republiky v historii a dnes je zřejmé, že b. mniška se přesunula z nižších poloh do vyšších nadmořských výšek. To ukazuje, že změna klimatu ovlivní i b. mnišku, a tudíž oblast jejího rozšíření (UHLÍKOVÁ *et al.*, 2011).

Změna klimatu je v současné době považována za jednu z největších výzev pro lidstvo, životní prostředí a hospodářství. Nabízí nám rizika, ale i příležitosti. Důležité

je pochopení přizpůsobivosti a zranitelnosti vůči změně klimatu v Evropské unii (EU), protože evropské lesy nejsou dobře rozvinuté a potřebují větší zaměření na výzkum (LINDNER *et al.*, 2010).

Změny klimatu umožňují hmyzím škůdcům rozšířit oblast výskytu a přesunout se z nižších poloh do vyšších nadmořských výšek. B. mniška s rozsáhlými ohnisky výskytu ve střední Evropě, se v severní Evropě vyskytovala vzácně. V poslední době se však např. ve Finsku rozšiřuje i se zvyšuje její početnost (MELIN *et al.*, 2020).

V případě zavlečení do nových oblastí b. mniška představuje velkou hrozbu. K zavlékání dochází s dřevem, na kterém jsou do prasklin v kůře nakladena vajíčka, jak k tomu opakovaně došlo v ruských přístavech (MUNSON *et al.*, 1995).

3.3 Hostitelské dřeviny

Do 80. let 19. století u nás byla bekyně mniška především škůdcem napadajícím borovice, změna nastala od kalamity v letech 1888–1891, kdy poškozují hlavně smrk (ŠVESTKA, 1998). Je jedním z nejobávanějších škůdců našich smrkových a borových porostů (KUDLER, 1954).

B. mniška se vyskytuje na jehličnatých a listnatých dřevinách (UHLÍKOVÁ *et al.*, 2011). Mezi hlavní hostitelské dřeviny patří smrk, borovice, modřín, jedle a buk. Pokud je přemnožena vyskytuje se například na habru, bříze, javoru, dubu, jilmu, lípě, lísce, vrbě a topolu (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013).

Její žír se pohybuje od světlostního až po holožír podle hustoty škůdce. Defoliace způsobená b. mniškou snižuje růst postižených dřevin, což znamená finanční ztráty pro producenty dřeva, negativní dopady na životní prostředí, náklady spojené s kontrolou dříví a eradikací (PRESTEMON *et al.*, 2006).

Při silném žíru s defoliacemi nad 70 % odumírají stromy i celé porosty (ŠVESTKA, 1998). Stromy, které jsou oslabeny žírem jsou náchylnější k napadení dalšími škůdci, hlavně kůrovci (ŠVESTKA, 1999). Poškození lépe snáší borovice a modřín se dokonce dokáže regenerovat i po úplných holožírech (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013).

3.4 Přirození nepřátelé

Při vývoji bekyně mnišky se také namnožují její nepřátelé a společně s abiotickými vlivy potlačují množení b. mnišky. Přemnožení b. mnišky někdy končí pouze světlostními žíry s menšími kotlíkovými holožíry, aniž by vznikla kalamita (KUDLER, 1954).

Ze savců je predátorem netopýr, z ptáků intenzivně sbírají vajíčka sýkory a pěnkavy. Kukačka – *Cuculus canorus* (Linnaeus 1758) hubí housenky (KUDLER, 1954). Kukačce nevadí housenčí chlupy (ZAHRADNÍK, 1997). Uplatňují se i jiní ptáci například – šoupálek, brhlík, žluva a dlask. Avšak jejich význam je příležitostný, protože nejsou vázáni na smrkové a borové porosty. Divocí holubi, kavky a špačci mají spíše negativní dopad, protože jejich hejna v b. mniškou napadených porostech vyklovávají z housenek larvy kuklic a zdravé housenky zanechají. Ptáci nemají na hubení b. mnišky značný vliv (KUDLER, 1954).

Z dravého hmyzu vyniká zejména krajník pižmový – *Calosoma sycophanta* (Linnaeus 1758), různé druhy střevlíků – *Carabus glabratus* (Paykull 1790), *Carabus violaceus* (Linnaeus 1758), *Carabus silvestris* (Panzer 1793), *Carabus auronitens* (Fabricius 1792), housenkář čtverotečný – *Xylodrepa quadripunctata* (Scopoli 1772), ploštice – *Troilus luridus* (Fabricius 1775), *Picromerus bidens* (Linnaeus 1758). Velmi užiteční jsou mravenci, nejvíce mravenec lesní – *Formica rufa* (Linnaeus 1758), který pohubí housenky v blízkosti svých hnízd (KUDLER, 1954). Mravenec lesní dokáže zabránit i silnému žíru v okolí 30 m kolem mraveniště (ŠVESTKA, 1999). Ještě větší význam má cizopasný hmyz (parasitoidi). Na b. mnišce cizopasí více než 100 druhů hmyzu, především mouchy kuklice (Tachinoidea), lesknatky (Chalcidoidea) a vejřitky (Proctotrupoidea). Jsou to endoparasité, kteří část života, hlavně larvy, tráví uvnitř těla hostitele. Kuklice jsou mouchy střední velikosti, které kladou vajíčka buď na potravu, kterou pak housenky pozřou, anebo převážně přímo na tělo hostitele. To provádí *Parasetigena silvestris* (Robineau-Desvoidy 1863), která klade bílá vajíčka na housenky b. mnišky. Po vylíhnutí se bílé larvičky prokoušou do těla housenky a živí se jejich haemolymfou. Tělo hostitele opouštějí před zakuklením a hostitel umírá. Bohužel hodně kuklic je zničeno při přezimování ve stadiu kukly, protože jako potravu je vyhledává v zemi hraboš, myš a kos. Na b. mnišce dále cizopasí lumci a lumčici

(Ichneumonoidea). Je to především lumčík (*Apanteles solitarius*), lumek (*Ichneumon disparis*) a několik druhů rodu *Pimpla* (KUDLER, 1954).

Přirození nepřátelé nestačí většinou zabránit gradaci b. mnišky. Virus jaderné polyedrie – NPV (Nuclear polyedrosis virus) neboli polyedróza je považován za hlavní faktor mortality populace (ILYINYKH, 2011). NPV mají infekční viriony uloženy ve skupinách v matici z krystalické bílkoviny (polyedrin). V jednom polyedru je vždy více membránových obalů opouzdřujících jednu nebo více DNA – obsahujících virových částic. Polyedry jsou formovány v jádře buněk napadených tkání a v jednom polyedru může být až několik set virionů (LANDA, 2002). Začátek této nemoci se ukáže ve 3. stadiu u housenek rozrušováním jádra buněk. Nejprve jsou zachváceny buňky v pokožce, jádra buněk zduří a chromatinový obsah se mění v průhledná tělíska podobná krystalkům. Nakonec jádro praskne a polyedry vplavou do lymfy. Mezitím se začnou tvořit polyedry i v buňkách vzdušnic, pochvy nervové soustavy a ve svalstvu. Nemocné housenky šplhají nahoru do korun stromů (KUDLER, 1954). Housenky se shromažďují na konci výhonků dřevin (neboli vrškují), hlavami přepadají dolů a zavěšené za panožky umírají (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Celé tělo pak podléhá bakteriálnímu rozkladu a má nepříjemný zápach (KUDLER, 1954). Někdy je průběh nemoci rozvleklý, kdy ještě dojde i k zakuklení a někdy velmi rychlý (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Pokud se nemocné housenky zakuklí, líhnou se z kukly motýli nenormálního vzhledu. Polyedry z rozpadlých housenek dál pak roznáší vítr. Přirození nepřátelé se dostavují až tehdy, když b. mniška dosáhne kalamitního rozsahu a způsobí velké škody, proto je potřeba b. mnišku neustále sledovat, abychom se případně mohli připravit na včasnou obranu (KUDLER, 1954).

3.5 Kontrolní metody

Hlavní škůdci poškozující borovice v Evropě jsou *Dendrolimus pini* (Linnaeus 1758), *Panolis flammea* (Denis & Schiffermüller 1775), *Diprion pini* (Linnaeus 1758), *Neodiprion sertifer* (Geoffroy in Fourcroy 1785) a *L. monacha*. Tyto defoliátory je důležité sledovat, aby bylo možné předpovědět budoucí ohniska a dobře načasovat kontrolní opatření (JOHANSSON *et al.*, 2002).

Nejdůležitějším ochranným opatřením je pravidelná kontrola početního stavu b. mnišky v porostech. Kontrolní metody, které se správně používají nám můžou

pomocí lokalizovat vznikající ohniska škůdce a zamezit, tak velkým škodám (ŠVESTKA, 1999).

V období základního stavu se využívá kontrola opadu trusu, feromonové pasti a pochůzková kontrola. Při zvýšeném stavu a období vrcholu gradace se kontrola rozrůstá o Wellensteinovu metodu, lepování stromů (popřípadě kontrolní hraně např. Sigmondovy metry nebo kontrolu kukel). Kontrola vajíček a vzorníková metoda se kvůli své pracnosti skoro nepoužívají. U vrcholu gradace se zanechává pochůzkové a feromonové metody, hlavním cílem kontroly je zjištění rozsahu, hranic přemnožení a potřebného rozsahu obrany (ŠVESTKA, 1999).

Kontrola lepování stromů

Pro zjištění alespoň přibližného počtu housenek, které stoupají do korun za účelem žíru se provádí lepování, především v 30–60letých porostech, než se housenky začnou líhnout, tudíž nejpozději do druhé třetiny dubna. Lepují se skupinky stromů (3–5) lepovými pásky ve výšce 1,50 m od paty kmene (výšce očí) nebo jednotlivé kmeny v linii napříč porostem. Pokud kmen nemá příliš rozbrázděnou kůru otře se nejdříve drátěným kartáčkem dokola v místě budoucího lepu. Lep se nanáší v pásku širokém přibližně 3 cm. Důležité jsou však časté kontroly a opravy pásů (WEBB et al., 1995). V dnešní době se vyrábí na ochranu proti škůdcům mnoho moderních lepových pásů (BIO PLANTELLA, 2019).

Výskyt housenek se sleduje denně od konce dubna do poloviny května, počítáme nalepené jedince a odstraňujeme. Je-li 1 nalezená housenka na 3–5 stromech můžeme hovořit o železné zásobě. Více housenek pod každým lepovým pásem nám ukazuje zvýšenou zásobu, u 50 housenek můžeme už očekávat světlostní žír, u 100 hrozí silný žír. Pod lepovými páskami se často i nachází housenky lišejníkovců (*Oeonistisquadra*, *Lithosiadeplana*), ty jsou b. mnišce hodně podobné, tak je potřeba dát pozor na případnou záměnu. Tato metoda je málo citlivá, hlavně při nižším stavu b. mnišky. Používá se ovšem v každém případě, protože nám ukazuje 2 základní údaje, to 1. neškodný stav a 2. přemnožení, tím nás upozorní na nebezpečí žíru (KUDLER, 1954).

Sigmondovy pokusné metry

Metoda využívá neodkorněné smrkové, borové dříví a sestavuje ho do prostorových metrů, postranní opěrné kůly ponecháme vyšší, popřípadě je stáhneme nahore ostrouhanou tyčí. Vylíhlé housenky vylézají nahoru a shromažďují se na opěrách metru nebo na příčné tyči, kde je pak lehce zkontrolujeme. Metoda nahrazuje těžké hledání vajíček na počátku gradace b. mnišky a je vhodným doplněním kontroly lepování stromů (KUDLER, 1954).

Trusníková metoda

Tato metoda pomocí opadu trusu se uplatňuje pro zjištění výskytu b. mnišky v období základního stavu v porostech potenciálně ohrožených nebo také pro zjištění přesného stavu populační hustoty škůdce nebo k posouzení účinku obranného zásahu (ŠVESTKA *et al.*, 1996). Ty nejjednodušší trusníky jsou z tužšího balicího papíru. Dávají se do mniškového porostu na uhrabanou půdu pod nejhustší vrstvu větví koruny, na místě rohů jsou zatěžovány kameny proti větru. Jsou také trusníky látkové, ty jsou upevněné nad hrabankou na kolíčkách. Předpokládá se, že b. mniška za den vyprodukuje 35 kusů trusu (KUDLER, 1954). Podle plošek 10 x 10 cm nebo 50 x 50 cm se počítá množství trusinek a přepočítá se průměrný počet trusinek na 1 dm². Volíme 3–5 kontrolních stromů na 15 ha ohrožených porostů. Kalamitním stavem je více jak 20 trusinek na 1 dm². Pomocí látkových trusníků se volí 1–2 trusníky na 20 ha kontrolovaných porostů. Počet housenek je podle počtu odvržených trusinek v dalších 24 hodinách. Při malém množství se trusinky počítají a při větším se stanoví objemovým měřením, podle počtu trusinek obsažených v 1 cm³. Počet se přepočítává na plochu průměrné koruny a výsledný počet trusinek na strom se dělí 35 (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Dykova metoda – historická

Uplatňuje se v době rojení motýlů, což je od poloviny července do konce srpna, kontroluje nám počty b. mnišky v porostech. Používá se zde přitažlivost neoplozené samičky, která pachem vábí samečky. Neoplozenou samičku dáme do klícky (dřevěné krabičky nejlíp o velikosti 8 x 5 x 4 cm, víčko je drátěné pletivo nebo organtin) a zavěšíme doprostřed desky připevněné na dosah ruky na kmenu nebo mezi stromy,

které vedle sebe stojí. Potřeme ji na jedné nebo obou stranách lepem. Samečci díky samičce jsou vábeni. Večer ke klíčce přilétají a přilepují se na olepené plochy. Jedna samička stačí asi na 1,5–2 ha. Nalepené samečky denně spočítáme a odstraníme. Podle počtů samečků, odhadujeme asi stejný počet samiček a přibližného počtu kmenů usoudíme stupeň nebezpečí (KUDLER, 1954).

Za nejvýznamnější nový poznatek můžeme považovat identifikování a syntetizování sexuálního feromonu b. mnišky a následnou produkci feromonových odparníků (ŠVESTKA, 1998).

Kontrola pochůzková

Pokud je nižší stav nedává nám sama spolehlivé výsledky. Využíváme ji při nedostatku kukel pro Dykovu metodu (KUDLER, 1954). Kontrolu provádíme nejméně 1x týdně v době rojení motýlů. Zaznamenáváme samičky i samečky. Při zjištění vzestupu zavádíme Wellensteinovu metodu (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Wellensteinova metoda

Metoda se provádí v době letu motýlů, většinou od 20. července do 20. srpna (ŠVESTKA *et al.*, 1996). Zjišťuje se u ní počet sedících samiček na kmeni na zvolených kmenech do výšky 3 m po celou dobu rojení. Zvolíme si 2–3 skupiny po 3–5 stromech, v členitém terénu víc, napříč kontrolovanými porosty. Počet motýlů je kontrolován denně, přibližně ve stejnou hodinu (KUDLER, 1954). Zaznamenané motýli odstraňujeme. Při jedné samičce na pět stromů je základní stav, při počtu pět na jeden strom je již nebezpečí přemnožení (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Feromonové pasti

Feromonové pasti se využívají v době letu motýlů a spočívají v lákání samečků na samičí feromon. Lze je využít pro detekční účely, tak i jako prostředek k narušení páření (HUMPHREYS *et ALLEN*, 2002). Tato metoda bohužel neposkytuje spolehlivé údaje, které by ukázaly pravděpodobnou intenzitu napadení porostů v příštím období. Jedná se o leповé desky nebo suché pasti, které se dávají do porostů do 10. července. Kontrola leповých desek je v týdenních až dvoutýdenních intervalech. U suchých pastí dokonce i v delších časových úsecích dle množství, které je odchyceno (ŠVESTKA *et*

al., 1996). Podle HIELSCHERA et ENGELMANNA (2012) by časové intervaly kontrol u feromonových pastí měly být krátké.

Dnes se uplatňuje na b. mnišku například feromonový odparník LMD Etokap (RIDEX, 2020).

Vzorníková metoda

Metoda na základě velkého počtu systematických sběrů. Pokud je nižší stav b. mnišky, tak pro malý počet materiálu k rozboru nepoužíváme. Doporučuje se využívat u většího škodlivého množství b. mnišky. V tomto případě zajišťuje spolehlivé podklady pro zjištění stupně ohrožení b. mniškou v dalším roce. Z pokácených stromů (vzorníků) důkladně sbíráme veškerý mniškový materiál (zahynulé housenky, praepupy, kukly a jejich exuvie, vajíčka). Materiál ukládáme do krabiček i s příslušnými údaji o vzorku a taxačními údaji o vzorníku, procenta ožírání koruny a okolního porostu. Počet se volí dle terénu. V rovinatém je alespoň 1 vzorník na 1 ha. Veškerý materiál putuje do laboratoře, kde jej vyhodnocujeme. Důležitá u vzorníkové metody je její pečlivost a užití včas (nejlíp hned po ukončení rojení) (KUDLER, 1954).

Prognostická metoda

S úspěchem byla využita pro prognostické závěry mniškové kalamity v r. 1948. Mniškový materiál se sbírá do výše 2 m na skupinkách stromů v určitém směru, tento materiál se poté podrobí laboratornímu rozboru. Tato metoda je rychlejší než vzorníková, ale méně přesná (KUDLER, 1954).

Kontrola kukel

Tuto metodu lze využít pro zpřesnění populační hustoty v období rojení i později. Je založená na hledání a počítání exuvií kukel na 20 až 25 kmenech v jednom porostu do výšky přibližně 2 m. Mimo počet exuvií na jeden strom, můžeme i hodnotit poměr pohlaví, procento parazitace, predace. V případě jedné zdravé vylíhlé kukly na jeden strom nám to poukazuje na zvýšený stav (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Kontrola vajíček

Zjišťování počtu vajíček je velmi pracné, zdlouhavé a hodně nepřesné. Je zde velká pravděpodobnost přehlédnutí části vajíček. Prováděná je od podzimu do jara (KUDLER, 1954).

Výsledky kontrol nám poté slouží pro určení nebezpečí v příštím roce nebo přímo na jejím základě určujeme ohrožené porosty, které potřebují ošetření. Více kontrolních údajů pro nás znamená správnější rozhodnutí (KUDLER, 1954).

3.6 Obrana

V minulosti se proti b. mnišce bojovalo sběrem vajíček, housenek a kukel. Pálením ohňů, chytáním a spalováním motýlů a lepováním stromů (KOMÁREK, 1931). Bohužel pokud byl silný hromadný vzestup b. mnišky, tyto metody nestačily. U menších ploch se využívalo pozemního poprašování, u velkých ploch se používalo leteckého ošetření za pomoci chemických prostředků (KUDLER, 1954).

V dnešní době počítáme hlavně s přímou obranou, s chemickým bojem. Insekticidy a jejich množství jsou v Seznamu registrovaných přípravků. Při nepřilíš vysoké populační hustotě je nejlepší použít inhibitory syntézy chitinu. Jejich aplikací se zabráni tvorbě kutikuly po svlékání housenek mezi jednotlivými instary. Tyto insekticidy působí poněkud pomaleji, a proto se používají proti nejmladšímu vzrůstovému stupni housenek, tj. v době, kdy začne rašit smrk a líhnou se housenky. Jejich výhodou je velmi nízká toxicita pro teplokrevné živočichy, selektivní účinek na larvální stádia fytofágního hmyzu a relativně dlouhodobý účinek, takže se mohou aplikovat v době, kdy se část populace škůdce ještě nevylihla. Jestliže podmínky nedovolí přípravky použít (pro nepříznivé počasí, velké početní stavy) pak se doporučují nějaké kontaktní přípravky. Tyto insekticidy mají rychlý účinek. Aplikují se proti 1. a 2. vzrůstovému stupni housenek. Při pozdějším zásahu je ohrožen parazitický hmyz a stromy mohou být již poškozeny žírem. K aplikaci se většinou využívají letadla a helikoptéry, pro doplnění lze použít pozemní postřikování (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Biologické metody boje proti přemnoženému škůdci nemusí být vždy spolehlivé vzhledem k nižší účinnosti prostředků. O použití biologických metod lze proto zatím

uvažovat jen za okolností, které vylučují aplikaci chemických prostředků nebo v počáteční fázi gradace a při jejím ústupu. V takových případech lze použít přípravky obsahující spory a toxiny bakterie *Bacillus thuringiensis* v dávkách a aplikační formě určené pro tyto přípravky. Lze uvažovat i o využití suspenzí viru *L. monacha* NPV, který způsobuje polyedrózy housenek (GANI *et al.*, 2017).

Letecké postřiky

Starší obvyklé metody boje proti přemnožení na velkých plochách nestačily, a proto zavedl u nás prof. Komárek v roce 1926 moderní způsob leteckého boje proti b. mnišce, tímto se Československá republika přiřadila mezi první státy s vyspělou ochranou rostlin (KUDLER, 1954).

Ve smrkových porostech je potřeba použít vyšší objemové dávky, protože mají podstatně hlubší a hustější koruny než borové porosty. Pro aplikaci postřikem, úsporným postřikem nebo ultranízkoobjemovým postřikem (ULV) se většinou využívají letadla a helikoptéry (ŠVESTKA *et al.*, 1996). Porosty, které jsou určené k ošetření musíme již dopředu sestavit na mapě do leteckých polí. Neprovádí se za špatného povětrnostního počasí a nebo deště (KUDLER, 1954).

Letecké aplikace postřiků povoluje dnes Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) (ÚKZÚZ, 2009).

Pozemní postřikování

S letadlem se vhodně doplňují, dobře se s ním dodělávají nezasažené mezery. Nevýhodou je větší spotřeba a potřeba většího množství pracovních sil (KUDLER, 1954). Pro doplňkové ošetření je využíván například pozemní zmlžovač LECO HD (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Pěstební opatření

Je evidentní, že nejúčinnějším a trvalým způsobem, jak omezit vznik gradací b. mnišky, je uplatňovat pěstební opatření, která by při zachování očekávané produkční schopnosti porostů podstatně zhoršila životní podmínky škůdce. Jde především o volbu zastoupení dřevin s ohledem na stanovištní podmínky a dodržování systému

výchovných zásahů (KOLK *et* STARZYK, 1996, ŠVESTKA, 1999). Zastoupení smrku a borovic by nemělo přesáhnout 40 % (HEIERMANN *et* FÜLDNER 2006).

Využití přirozených nepřátel

Jejich využívání je stále otázkou budoucnosti. Lesníci mohou zvýšit stav nepřátel například zachraňováním přirozených hnízdišť ptáků, podporou a chráněním mravenišť, především v porostech ohrožených b. mniškou (KUDLER, 1954). Přirození nepřátelé nedokážou zabránit gradaci b. mnišky (ŠVESTKA, 1999). K velkému prospěchu pro les a vývoji přirozených nepřátel by bylo zakládání smíšených porostů (KUDLER, 1954).

3.7 Gradace

Pojem gradace je obecné stupňování, u živočichů přemnožení, nadměrná početnost populace určitého druhu, která se může více nebo méně pravidelně opakovat, což je známo především u lesních škůdců (JAKRLOVÁ *et* PELIKÁN, 1999).

Průběh gradace sestává z několika fází. 1. utajenost (latence), kdy je škůdce v malém, skoro nezjistitelném množství. 2. zvýšení početnosti (akrescence) až k normálnímu stavu. 3. rychlý vzrůst početnosti až do maxima (progrese), zde je počátek škod. 4. vrchol početnosti (kulminace) ta je s kalamitními škodami. 5. pokles početnosti až k normálnímu stavu (regrese), hodně často prudký populační zlom. 6. opět pokles početnosti z normálního stavu do minima (dekrescence). Vzrůst početnosti škůdce k maximu (progradace) je zapříčiněn kladnými činiteli (např. dostatek potravy, úkrytu, zdraví jedinců, vhodné meteorologické podmínky atd.). Pokles početnosti od maxima do minima (retrogradace) je naopak zapříčiněn (např. nedostatkem potravy, prostoru, nemocemi jedinců atd.) (JAKRLOVÁ *et* PELIKÁN, 1999).

Průběh množení mnišky

Za normálního stavu se b. mniška v lese vyskytuje v nepatrném množství v tzv. železné zásobě (latence). Je to období mniškového klidu z lesnického hlediska. Po několika, 5 a více letech (za podmínek neprobádaných) dochází většinou ke kolísavým zvýšením výskytů b. mnišky (gradace), někdy končí bez větších škod. Pokud nastávají příznivé ekologické poměry po více letech, pak může nastat rychlý

vzestup rozmnožení b. mnišky (progradace), které mohou způsobit rozsáhlé holožírny a katastrofu obvykle dříve, než jednotliví činitelé odporu prostředí (nepříznivé klima, nedostatek potravy, zvýšený stav přirozených nepřátel a podobně), nabudou také převahy, aby uspíšili opad mniškové záplavy (retrogradace) do neškodného stavu. Škodlivé přemnožení b. mnišky je epidemie a závažná epidemie je kalamitou (KUDLER, 1954).

Průběh gradace b. mnišky

Gradace b. mnišky se vyznačuje eruptivním charakterem. Pokud činitelé, kteří podporují její přemnožení jsou ve vzájemné souhře, pak populace b. mnišky se může rok od roku zvyšovat. Poté může následovat vznik ohnisek, která se při příznivých podmínkách v dalších letech rychle šíří, proto gradace může dosáhnout i katastrofálních rozměrů (ŠVESTKA *et al.*, 1996). Průběh mniškové kalamity ve smrkových porostech trvá několik roků. V prvních čtyřech letech se počítá se stoupaním počtu přemnožení škůdce a tím pádem i s většími hospodářskými škodami. V pátém roce vlivem stále sílícího odporu prostředí dochází ke zlomu epidemie. V šestém roce dochází k zániku kalamity. V borových porostech se můžeme setkat s kratším a rychlejším průběhem (KUDLER, 1954).

Podivuhodný je průběh gradace b. mnišky v České republice. Přemnožení nejprve začíná ve středočeské oblasti, poté se rozšiřuje na jih, sever a východ přes Českomoravskou vysočinu na Moravu a do Slezska (ŠVESTKA, 1998).

Příčiny přemnožení

Za příčiny vzniku mniškových kalamit byl vždy považován způsob pěstování, kde nebyl brán ohled na požadavek vytvoření přirozeně smíšených porostů a udržování bonity půdy (ŠVESTKA, 1998). Původní smíšené lesy na našem území byly postupně káceny a na velkých plochách vysazován smrk, který znamenal budoucí zkázu v podobě přemnožení hmyzích škůdců (ZAHRADNÍK, 1997). Za další příčinu vzniku kalamit byly považovány příznivé klimatické podmínky (ŠVESTKA, 1998). Podnětem vzniku masových přemnožení b. mnišky bývá teplé, suché počasí. Dochází k němu v oblastech, které jsou srážkově suché (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Podle KOMÁRKA (1931) bylo dokázáno, že pro b. mnišku je škodlivé i trvalejší suché ovzduší.

K příčinám vzniku kalamit díky příznivým klimatickým podmínkám přispěly také poznatky např. o žírech z Ruska, kde lesníci hledali různé souvislosti mezi vznikem mniškových kalamit, dlouhodobými klimatickými podmínkami a intenzitou sluneční činnosti. Je možno říct, že až do současné doby se nepovedlo příčiny vzniku mniškových kalamit spolehlivě vysvětlit a není žádná spolehlivá metoda pro dlouhodobé prognózy, díky které by se dalo podle konkrétních klimatických, stanovištních nebo jiných ukazatelů stanovit dobu, místo přemnožení. Ovšem spolehlivé metody ochrany na počátku gradace z praktického pohledu snížily význam dlouhodobé prognózy (ŠVESTKA, 1998).

Dopady gradací

B. mniška je kalamitním škůdcem, který způsobuje holožírny a tím vážné škody na našem hospodářství. Nejvíce žírem b. mnišky trpí smrky. Jestliže jsou napadeny silnějším žírem dostavují se vážnější důsledky. Nejhorším případem jsou holožírny. Pokud smrk přijde o většinu nebo všechno svoje jehličí dochází k usmrcení. Holožír je smrtivý o to víc, pokud je strom starší (KUDLER, 1954). Silnými žíry až holožírny trpí nejvíce smrk a jedle, tzv. dřeviny, které mají minimální regenerační schopnost. Poškození škůdcem líp snáší borovice a hlavně modřín, který se dokáže regenerovat i po úplných holožírech (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Pokud je deštivé, chladnější, mlhavé počasí probíhá regenerace stromů snadno, hlavně ve vyšších polohách. Podle poškození stromů se poté řídí kalamitní těžba. Vybrané stromy nebo skupiny, které jsou dohola ožrané je potřeba co nejrychleji vytěžit, aby nedošlo k rozšíření jiných škůdců, například kůrovců (KUDLER, 1954).

Gradační oblasti

B. mniška se vyskytuje po celé Evropě, ale velké škody způsobuje ve střední Evropě (KOLK *et* STARZYK, 1996). Hlavní oblastí gradace je tedy střední Evropa, kde se b. mniška svým výskytem přemnožuje hlavně ve smrkových porostech. Dále oblasti zahrnující Polsko, Německo, Bělorusko a Pobaltské republiky. B. mniška se zde přemnožuje především v borových porostech, popřípadě na některých smrcích (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

V České republice jsou typickými gradačními oblastmi okraje plzeňské kotliny, Rakovnicko, Křivoklátsko, jižní okraje Brd, Českomoravská vrchovina, Písecko, Posázaví, Jindřichohradecko a Jemnicko (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

B. mniška se dlouhá léta v rozsáhlém množství na našem území nepřemnožila, poslední velké gradace byly na severu Polska a Německa v 80. letech (asi 8. mil. ha) (ŠVESTKA, 2005).

Lesy byly b. mniškou napadeny již ve všech krajích České republiky s výjimkou jižní Moravy a kolem Labe v Čechách (NAKLÁDAL *et* BRINKEOVÁ, 2015).

Největší kalamity v České republice

Nejstarší psaný záznam o b. mnišce v České republice pochází z roku 1784. Bylo zaznamenáno mnoho napadení b. mniškou, ale k největším ohniskům došlo v letech 1917–1927 (UHLÍKOVÁ *et al.*, 2011). Dřívější kalamity byly například roku 1907 (téměř celé Čechy a především severní), roku 1909 (Křivoklát, Hořovice, Chomutov, Most, Třeboň, Petrohrad, Praha), roku 1910 (Podbrdsko, Hluboká, Jindřichův Hradec), roku 1911 (Slezsko, Čáslav, Frýdek, Bělá, Třeboň), roku 1913 (Zákupy, Bělá). Tyto mniškové kalamity měly místní charakter, anebo způsobily kalamitu maximálně v rámci kraje, ovšem kalamita v letech 1917–1927 měla hlavně v Čechách takový rozsah, že se stala největší kalamitou českých lesů (KOMÁREK, 1931).

Nejrozsáhlejší dílo zabývající se b. mniškou je publikace Komárka (1931), která se týká právě největší mniškové kalamity v letech 1917–1927 v České republice (UHLÍKOVÁ *et* NAKLÁDAL, 2010). Tato mnišková kalamita v roce 1917 zaznamenává na řadě lokalit zvýšení početnosti b. mnišky. B. mniška se v letech 1917, 1918, 1919 začíná množit v Čechách, částečně na Moravě a Slezsku. Kalamita od roku 1917 až do roku 1927 neměla současné dějství, vše se dostavovalo postupně. Někde teprve začínala a někde postupně končila (například na Křivoklátsku b. mniška zanikla v roce 1921, v Milevsku roku 1922, ve Slezsku až roku 1927) (KOMÁREK, 1931).

Poslední ohniska b. mnišky byla zaznamenána v letech 1993–1996 a od roku 1996 nedošlo k žádným závažným ohniskům. Jsou však známé tradiční oblasti výskytu s vyšší populační hustotou b. mnišky (například Brdy, Českomoravská vrchovina) (UHLÍKOVÁ *et al.*, 2011).

V České republice najdeme také oblasti, kde b. mniška nezpůsobila škody. Například na jižní Moravě, Šumavě a horní části Krkonoš (UHLÍKOVÁ *et al.*, 2011).

3.8 Osobnosti zabývající se bekyní mniškou na Křivoklátsku

Adolf Böhm byl lesníkem na polesí Svaté Alžběty v období největší mniškové kalamity, která zasáhla tento revír. O existenci tohoto lesníka se bohužel nedochovaly žádné spisy. V deníku zmiňuje pan Adolf Böhm několikrát prof. Komárka a lesního radu Leopolda Angera.



Obrázek č. 1: Adolf Böhm (vlevo) (Zdroj: deník Adolfa Böhma)

Prof. Dr. Julius Komárek se narodil 15. srpna 1892 v Železné Rudě. Byl profesorem na Karlově univerzitě, docentem na České zemědělské univerzitě a stal se vedoucím Výzkumného ústavu pro ochranu lesů, kde se věnoval studiu nejrozsáhlejší kalamity b. mnišky. Své letité zkušenosti a znalosti o b. mnišce publikoval v knize *Mnišková kalamita v letech 1917–1927* (VAVROUŠEK, 1938).

Pan Leopold Anger se narodil do rodiny známého lesníka dne 23. dubna 1875 v Pelešanech u Turnova. Měl tři sourozence – staršího bratra Jindřicha a sestry – Marii a Hermínu (NOVOTNÝ, 1999).

Jeho otec Leopold Anger starší vystudoval reálku a účastnil se ve školním roce 1855/1856 deseti přednášek u proslulého lesníka Christoha Liebicha. Pracoval na velkostatku Zbraslav a Sychrov a od 1. 1. 1858 na velkostatku Hrubá Skála, po sobě jako adjunkt, nadlesní, přednosta lesní správy, lesmistr a ředitel. Zabýval se také botanikou, pěstováním lesů, cizokrajnými dřevinami, lesní estetikou, myslivostí. Je zakladatelem dvou parků v Doksanech a nejspíše také v roce 1860 založil arboretum převážně cizokrajných dřevin na Bukovině. Toto místo se stalo jeho živým pomníkem. Prarodič Josef Anger se v letech 1813 až 1815 učil na myslivce a byl revírník na velkostatku Pardubice a Zbraslav (NOVOTNÝ, 1999).

Leopold Anger mladší studoval nižší reálku v Jičíně, poté vyšší reálku v České Lípě, tu však opustil a zanechal studia. Anger odešel na dvouletou lesnickou praxi na nám neznámé místo (nejspíše na Hrubou Skálu) a po ní do vyššího lesnického ústavu v Bělé pod Bezdězem, tímto šel ve stopách svého rodu stejně jako jeho bratr Jindřich. V roce 1895 studia ukončil a pracoval krátkodobě jako adjunkt u lesního úřadu v Kyšperku, dále působil od 1. 1. 1897 jako lesní asistent na lesním majetku Hořovice. Na velkostatku působil téměř 25 let. V roce 1899 vykonal zkoušku pro samostatné lesní hospodáře. Dne 1. 4. 1900 byl jmenován lesním geometrem a na podzim 1901 ve funkci revírního správce převzal polesí Podluhy. Zde založil rodinu a v červenci 1902 se stal lesním kontrolorem. Od 1. 10. 1907 byl lesním inspektorem a s titulem lesmistr se ujal vedení lesního úřadu v Jincích. Do dnešní doby se po Angerovi dochovaly 3 hospodářské a 7 porostních map, které byly vytvořené v letech 1900 až 1910 technikou ručně kolorované litografie (NOVOTNÝ, 1999).

4. Metodika

4.1 Obecné zpracování

Pro vypracování diplomové práce byl hlavním podkladem historický deník Adolfa Böhma, který popisuje celé období gradace bekyně mnišky ve 20. letech 20. století v okolí Křivoklátku. Deník Adolfa Böhma byl přepsán, informace byly řádně roztrženy a sumarizovány. Byla přesně identifikovaná oblast gradace b. mnišky a zasazena do krajiny pro zhodnocení porostů dnes. Roztrženná témata a fakta byla komentována a z vhodných údajů sestaveny grafy. A. Böhm analyzoval počty snůšek, počty vajíček na pokáceném stromě dne 25. října 1918, vajíčka a další parametry populace b. mnišky byly studovány rovněž v roce 1919 v dalších také 22 porostech (obr. 1, příloha č. 2).

4.2 Identifikace místa

Charakteristika území

Tehdejší revír Sv. Alžběty se nachází v chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko ve Středočeském kraji. Chráněná krajinná oblast (zkratkou CHKO) je území s harmonicky utvářenou krajinou, charakteristickým reliéfem a s významným podílem přirozených ekosystémů lesních a trvalých travních porostů, popřípadě s historickými památkami osídlení (např. roubená stavení). CHKO jsou vyhlášeny nařízením vlády (RUBÍN, 2003).

Pojem Křivoklátsko je spojen se známým hradem Křivoklát, který je zde tradičním cílem turistů. CHKO Křivoklátsko byla vyhlášena v r. 1978. Význam Křivoklátska z hlediska ochrany přírody a krajiny je hlavně dendrologický a lesnický, protože tato oblast představuje nenahraditelnou banku lesních dřevin. Je zde 84 druhů stromů včetně keřů. Před 20 000 lety byla větší část středních Čech bezlesá. S oteplováním se začala šířit prvně bříza a borovice a později i líska a dub. Až asi před 10 000 lety vznikaly listnaté háje s habrem, javorem, jilmem, lípou a smrk se objevoval pouze v chladnějších lokalitách. Asi před 4 500 lety přichází především buk, jedle a také stínomilný tis. V sušších místech se uchovaly smíšené doubravy, borovice a břízy začaly se omezovat na polohy skalek a sutí. Tuto přirozenou skladbu pozměnil člověk

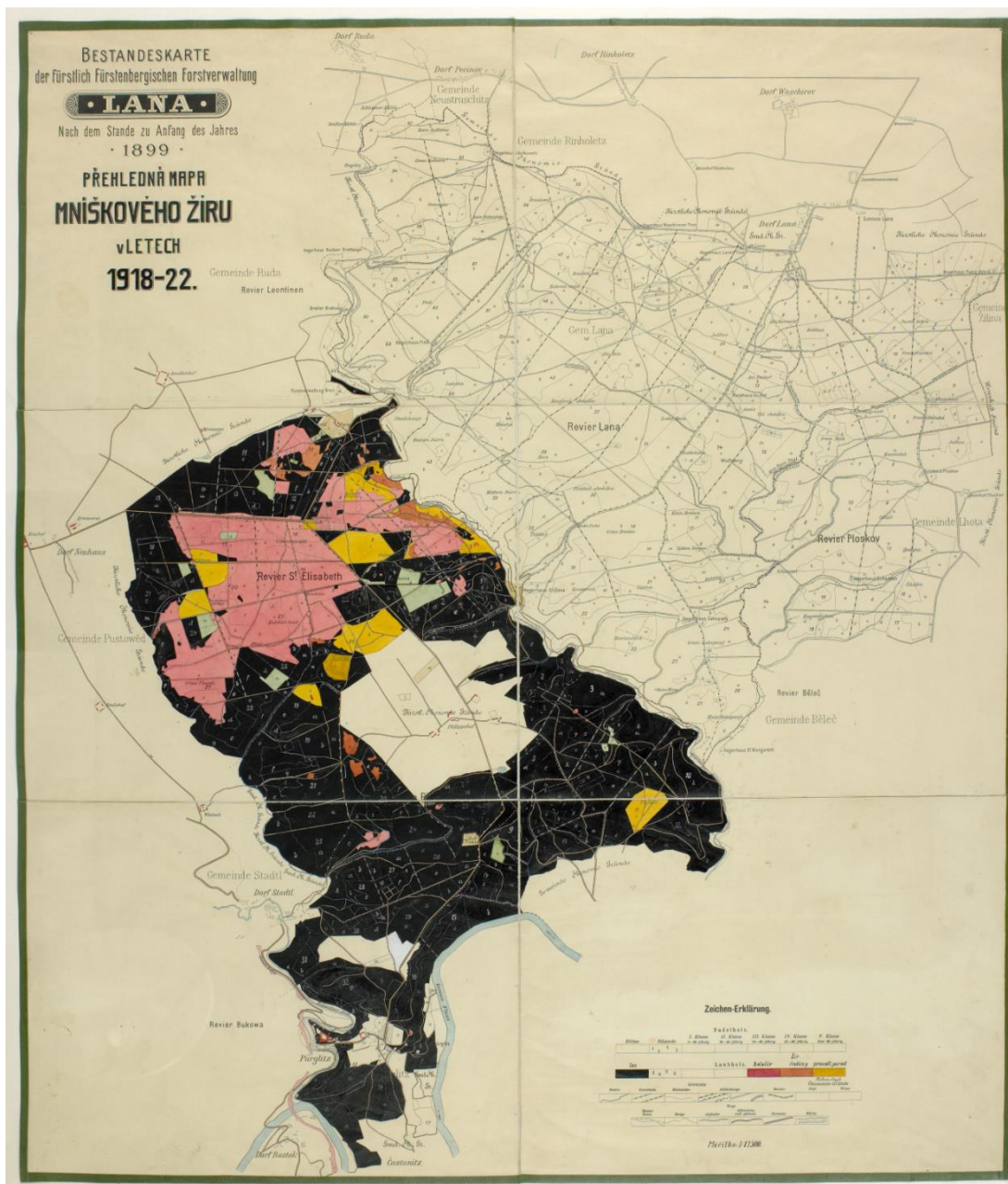
mýcením porostů a těžbou dřeva. Mýtiny v období 18. století se začaly osazovat smrkovými monokulturami, a to neodpovídalo stanovištním podmínkám. Dodnes se původní porosty zachovaly především na méně přístupných místech a v údolích potoků. Znamé jsou zde původní společenstva tisu, která jsou chráněna (RUBÍN, 2003).



Obrázek č. 2: Mapa – CHKO Křivoklátsko (Zdroj: <https://mapy.cz>)

Umístění gradace do krajiny

Od pana Ing. Robina Ambrože, Ph.D. (Colloredo-Mannsfeld spol. s r. o.) byla poskytnuta přehledná historická mapa mniškového žíru. Z mapy je zřejmé, kde přesně b. mniška v daném období způsobila škody.



Obrázek č. 3: Historická mapa mniškověho žíru (Zdroj:

<http://www.lesyzbiroh.cz/cs/kontakty>)

Pro potřebu přiřazení souřadnic je nutné vybrat správný vlíčovací podklad, do kterého bude umístována naše mapa mniškověho žíru. Pro tuto potřebu jsme vybrali základní mapu České republiky a ortofotomapu České republiky. Následně bylo potřeba vybrat vlíčovací body (body co se shodují, jak na staré mapě, tak na vlíčovací mapě). Tyto body musíme nalézt alespoň 3. Pro potřebu našeho georeferencování byly vybrány následující body: soutok Rakovnického potoka s Beroučkou, cíp lesního porostu

u Lánské obory a rozcestí Pařeziny. Následně jsme tyto vlíčovací body přiřadili k oběma mapám a spojili.

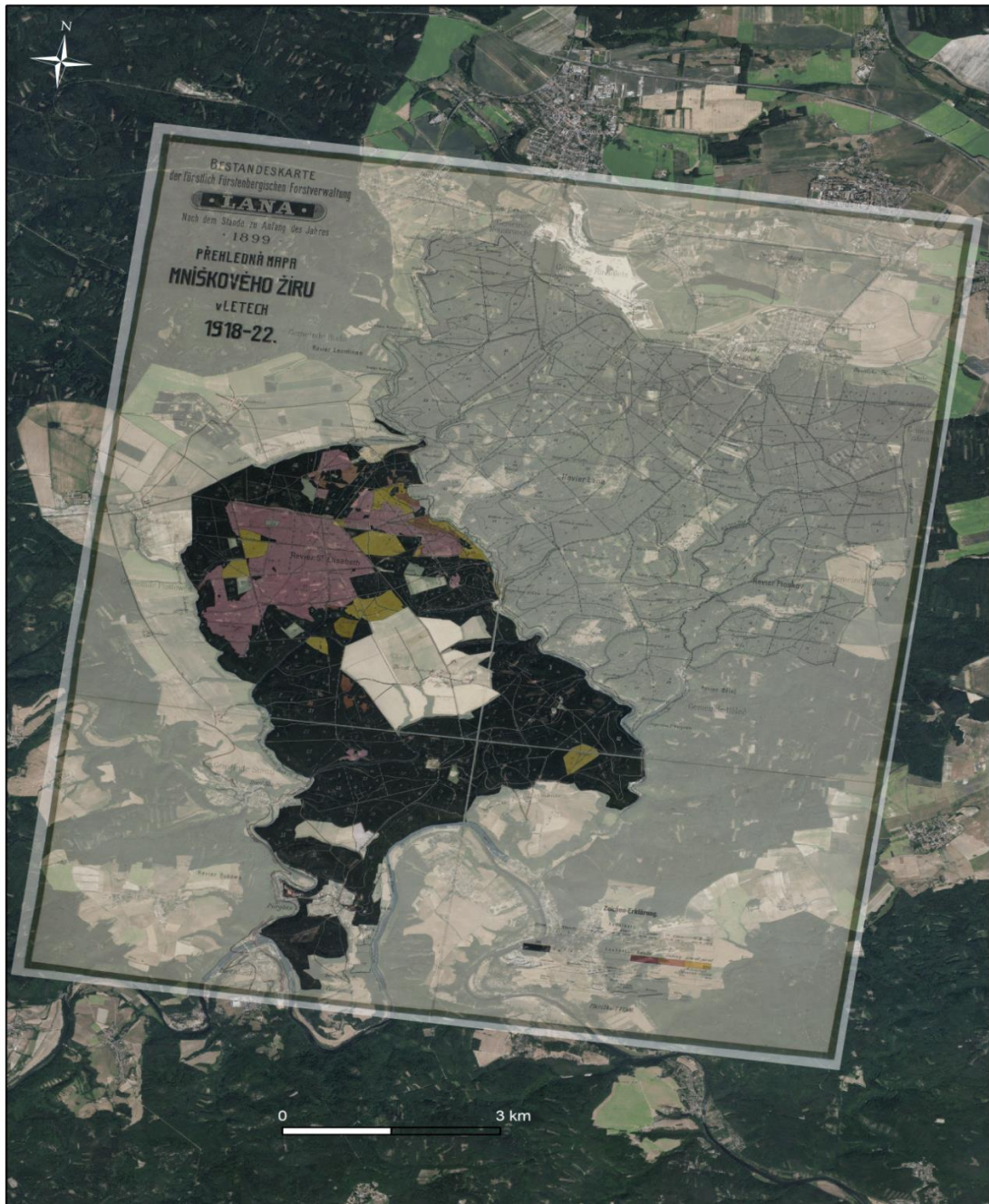
4.3 Statistické zpracování dat

V deníku Adolfa Böhma jsou prezentovány tabulky, ve kterých jsou data, která zjistili na základě počítání snůšek a vajíček na vzornících, odhad následného žíru v porostech a slovní charakteristika početnosti motýlů (viz. příloha č. 1). Subjektivnímu hodnocení letové aktivity jsme přiřadili hodnoty 1–4 (nepatrný, silnější, slabý, silný).

Pro závislost žíru a let motýlů byla použita regresní analýza. Počty vajíček nakladených do tří a nad tři metry byly testovány Wilcoxonových párových testem. Obě analýzy byly provedeny v programu Statistica 12.0.

5. Výsledky

Po přepsání deníku Adolfa Böhma a roztřídění veškerých informací byly zjištěny důležité výsledky, pomocí kterých lze rekonstruovat gradaci bekyně mnišky u Křivoklátku na tehdejším revíru Sv. Alžběty.



Obrázek č. 4: Georeferencování v softwaru ArcMap [ESRI](Zdroj: Michal Svatoš)



Obrázek č. 5: Revír Sv. Alžběty v období mniškové kalamity (Zdroj: <http://www.lesyzbiroh.cz/cs/kontakty>)



Obrázek č. 6: Revír Sv. Alžběty dnes (Zdroj: vlastní zpracování)

Gradace probíhala na úseku revíru Sv. Alžběty (obr. 3) od roku 1914 do roku 1922 (tab. 1). V roce 1914 nastal počátek gradace, byli pozorováni první motýli b. mnišky v 80 let starém porostu. V roce 1915 byly zjištěny již větší počty b. mnišky, ještě větší přírůstek byl pozorován v roce 1916. V roce 1917 početnost b. mnišky vystoupila do značných počtů. Trus housenek byl na zemi hodně viditelný, žír na stromech se stával již znatelný a byl viděn výhradně jen v korunách stromů. V roce 1918 se objevilo obrovské a nepočítatelné množství housenek. Početnost housenek byla v roce 1919 tak vysoká, že housenky lezly všude, po zemi, po stojatých i po pokácených kmenech, po klestu, po trávě, tak že zakrývaly půdu či vegetaci. V letech 1918 a 1919 probíhal vrchol gradace b. mnišky. V roce 1920 nastala na housenkách viditelná změna v životních projevech, housenky jevíly silnou zmalátnělost, byly vychrtlé a po většině zašlé. Byla u nich objevena virová nákaza LmNPV, v roce 1921 byla infekce vysoká. V roce 1922 početnosti výrazně poklesly a v roce 1923 byl úsek opět zkontrolován a b. mniška nebyla nalezena (tab. 1).

Tabulka č. 1: Fáze gradace v letech (Zdroj: vlastní zpracování)

Rok	Fáze gradace
1914	Počátek gradace
1915	Progradace
1916	Progradace
1917	Progradace
1918	Vrchol gradace
1919	Vrchol gradace
1920	Retrogradace
1921	Retrogradace
1922	Konec gradace

Lepování

V roce 1918 probíhaly diskuse o použití lepovací metody, především co se týče množství použitých lepových pásů. Předpokládalo se užití této metody jako obranné. Odpůrci navrhovali okamžité kácení postižených porostů či silné zásahy, eventuálně

vyčkat do dalšího roku. Hlavní námitky spočívaly v tom, že nebude k dispozici dostatečné množství lepu, a navíc byl cenově nákladný.

V roce 1919 bylo provedeno kontrolní lepování na rozkaz lesní inspekce, které bylo k dispozici z předválečných zásob. Velké množství housenek bylo pásy zachyceno, některé zemřely hladu, jiné sem přišplhaly a zapřádaly se přes již mrtvé housenky. To způsobilo, že státní inspekce nařídila a doporučovala lepování, podle domněnky, že se tímto způsobem zneškodní velké množství housenek a přinutí housenky onemocnět.

Poškozené dřeviny

V roce 1914 byli první motýli pozorováni v dospělém 80letém smrkovém porostu. Na ploše 45 ha zde bylo nalezeno 13 motýlů. V roce 1917 početnost b. mnišky vzrostla, výsledná defoliace byla pozorovatelná. Na řadě smrků byla zjištěna defoliace více než 60 %. V roce 1918 se holožírky vyskytly v porostech, kde byl v předchozím roce zaznamenán částečný žír. Oblast s holožírky se velice rychle rozšiřovala, takže každý týden přibývalo několik ha porostů postižených holožírem. V roce 1919 se žír rychle rozšiřoval na větší sousední porosty. Toto šíření probíhalo plošně na řadě míst. Housenky konzumovaly rovněž borovice, u kterých však nebyla pozorována mortalita. Modřín byl postižen holožírem, ale opětovně vyrašil, silně byly defoliovány duby a buky. Méně defoliované byly břízy a habry. Nebyly napadeny jasan ztepilý, javor klen a ostatní javory.

Vzhledem k tomu, že z vytěžených stromů se prodával obyvatelům klest, lidé si klest uskladnili na dvorcích a ovocných, zelinářských zahradách. Na jaře vylíhlé housenky lezly na veškeré dostupné ovocné stromy (třešně, švestky, angrešty, rybíz).

Místa kladení

Motýli nakladli v roce 1918 a 1919 množství vajíček do míst, kde probíhal silný žír a holožír. Motýli kladli vajíčka všude, nakladená vajíčka nebyla ukryvána, kladli je povrchově. Vajíčka byla nakladena i na jmelí, jak bylo zjištěno na poráženém smrku. Chumáč suků jmelí byl plný mrtvých housenek, prázdných vajíček a nevyvíklých vajíček. Vajíčka byla pohromadě, což značilo, že více samiček nakladlo vajíčka na jedno místo. V roce 1920 byla opět nalezena vajíčka, která byla nakladená povrchově a na mnoha místech, dokonce i na kamení. Což byl důkaz, že samičky onemocněly

a neměly sílu, aby vajíčka řádně snesly, ukryly a bylo jim jedno jak a kam vajíčka snesou.

Letová aktivita

V roce 1918 byla intenzita letu motýlů b. mnišky vysoká (tab. 2). Místa holožírů se stávala vzhledem k množství poletujících motýlů neprostupná. Samci byli lákáni experimentálně na samičky, ti je však ignorovali a rozlétli se do různých směrů. Tato zkouška byla provedena vícekrát, ale bez odezvy samečků. Předpokládalo se, že samečkové jsou mladí, vylíhnutí a poletováním se cvičili v létání a zespu se dráždili k předcházejícímu oplozování. Mrtví motýli byli nalezeni na více místech. Docházelo k záletu celých rojů motýlů b. mnišky. Do Hořovic přiletěl roj motýlů na světla na náměstí, která byla motýly ihned obalena. Stavění, která neměla zavřena okna, byla plná b. mnišky.

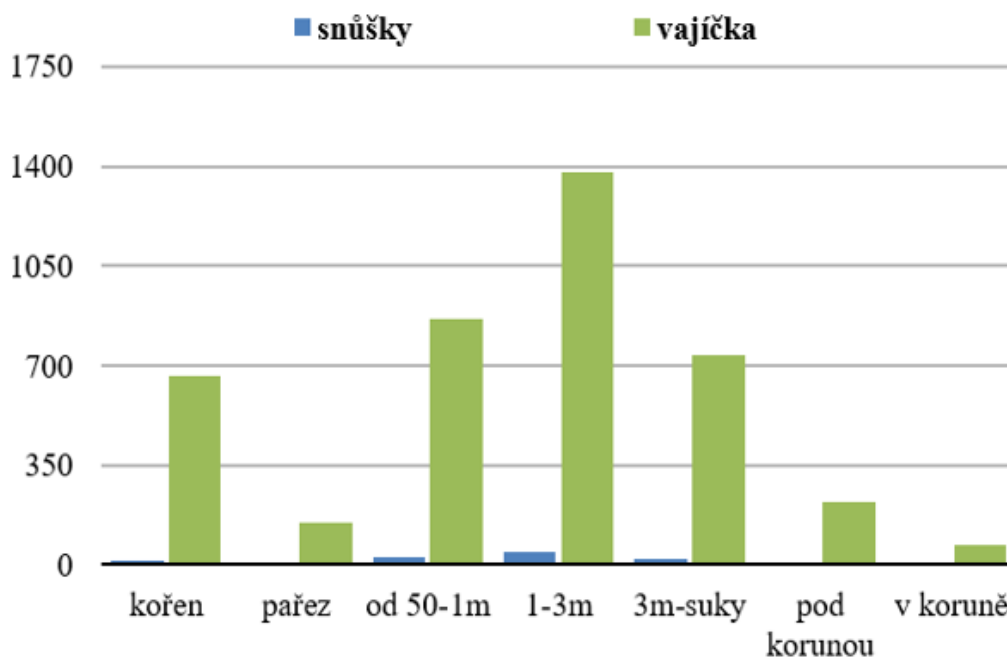
V roce 1919 byl již let motýlů v místech holožírů slabší, ale v jiných porostech, hlavně mladších a od většího žíru nepoškozených, byl let intenzivní. V roce 1920 byla letová aktivita silná, v roce 1921 již bylo pozorováno velmi málo motýlů (tab. 2).

Tabulka č. 2: Intenzita letové aktivity (Zdroj: vlastní zpracování)

Rok	Intenzita
1918	Hodně silná
1919	Hodně silná
1920	Silná
1921	Nepatrná

Vajíčka a korelace se žírem a motýli

Dne 25. října 1918 byl v místech holožírů poražen silný smrk k zjištění počtu nakladených vajíček. Byly zjištěny následovné počty – celkem 123 snůšek a 4 086 vajíček (graf č. 1).

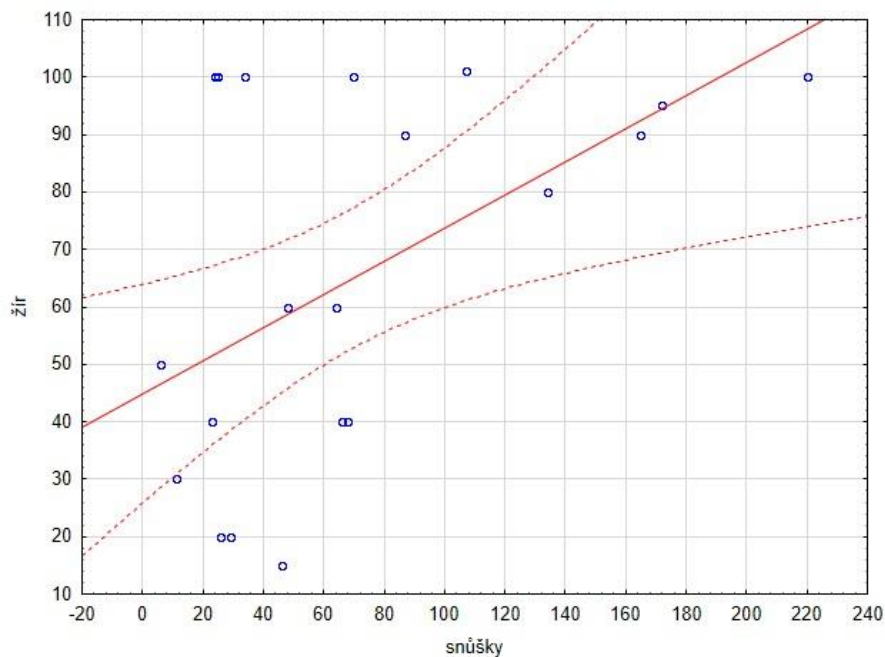


Graf č. 1: Počty nakladených vajíček na smrku pokáceném 25.10. 1918 na revíru Sv. Alžběty (Zdroj: vlastní zpracování)

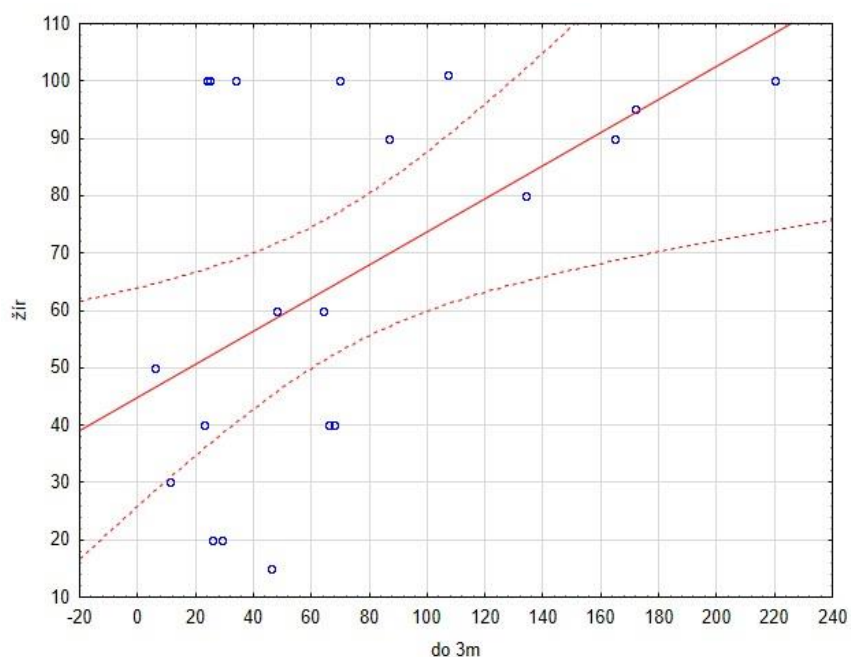
Počty sněšek zjišťované celkem ve 22 porostech se pohybovaly mezi 6 až 220 (tab. 3).

Tabulka č. 3: Popisné statistiky nakladených sněšek a vajíček (Zdroj: vlastní zpracování)

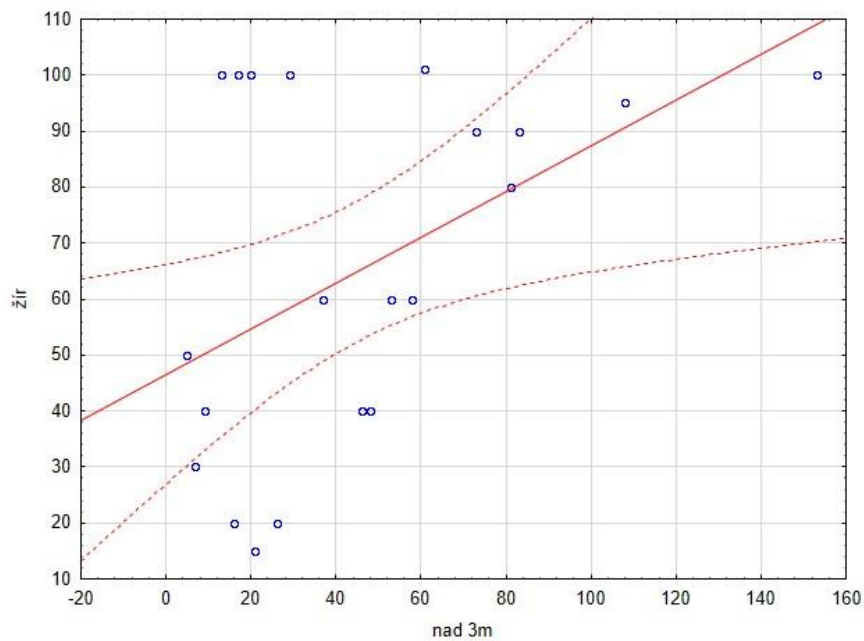
Proměnná	N platných	Průměr	Minimum	Maximum	SD
sněšky	22	68,18182	6,00000	220,0000	58,18005
celkem	22	44,90711	12,64000	165,3103	32,59671
do 3	22	49,55498	10,84615	191,3014	38,59683
nad 3	22	29,89162	14,00000	56,4776	12,48590



Graf č. 2: Závislost výsledného žíru v porostu na počtech snůšek na celém stromu zjištěných v roce 1919 a následného žíru ($y = 44,8791 + 0,2891 \cdot x$; $r = 0,5323$; $p = 0,0108$; $r^2 = 0,2834$) (Zdroj: vlastní zpracování)

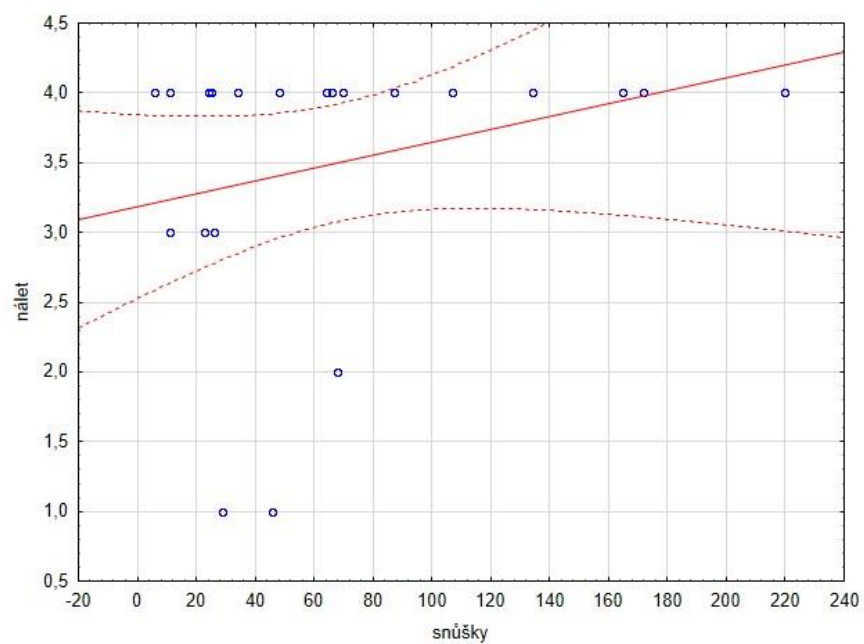


Graf č. 3: Závislost výsledného žíru na počtech snůšek do 3 metrů zjištěných v roce 1919 a následného žíru ($y = 44,8791 + 0,2891 \cdot x$; $r = 0,5323$; $p = 0,0108$; $r^2 = 0,2834$) (Zdroj: vlastní zpracování)



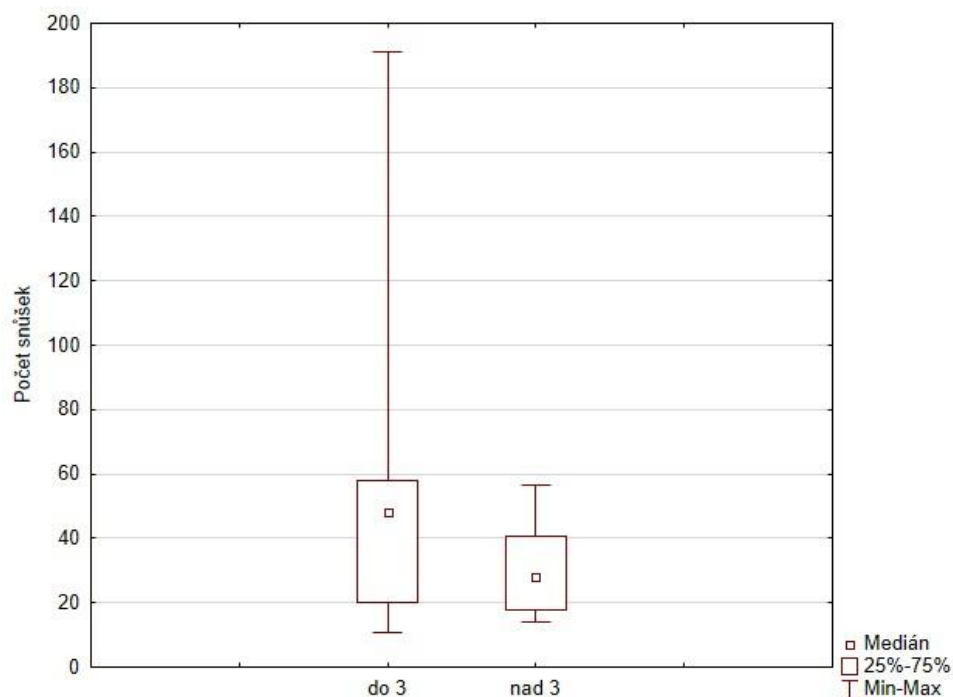
Graf č. 4: Závislost výsledného žíru na počtech snůšek nad 3 metry zjištěných v roce 1919 a následného žíru ($y = 46,5439 + 0,4089 \cdot x$; $r = 0,4887$; $p = 0,0210$; $r^2 = 0,2389$) (Zdroj: vlastní zpracování)

Mezi početností snůšek a následným žírem byla zjištěna signifikantní lineární korelace ve všech případech, u celkového počtu snůšek (graf č. 2), nakladených do tří metrů (graf č. 3) i nad tři metry (graf č. 4).



Graf č. 5: Vztah početnosti motýlů na celkovém počtu snůšek ($y = 3,1844 + 0,0046 \cdot x$; $r = 0,2794$; $p = 0,2079$; $r^2 = 0,0781$) (Zdroj: vlastní zpracování)

Mezi početností snůšek a odhadem početnosti motýlů při rojení nebyla zjištěna signifikantní závislost (graf č. 5).



Graf č. 6: Počty vajíček v jedné snůšce do výšky stromu do 3 m a nad 3 m (Zdroj: vlastní zpracování)

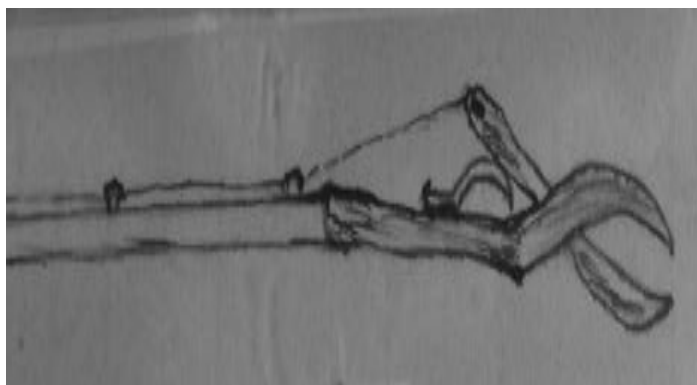
Do tří metrů je nakladeno více vajíček než nad tři metry (graf. č. 6). Rozdíly byly signifikantní (tab. 4).

Tabulka č. 4: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro srovnání počtu vajíček nakladených do 3 a nad 3 m (Zdroj: vlastní zpracování)

Dvojice proměnných	Počet platných	T	Z	p
do 3 a nad 3	22	26,00000	3,262798	0,001103

Vrškování

V roce 1919 byly pozorovány pod každým stromem v žirovišti miliony mrtvých housenek, které velmi zapáchaly. V roce 1920 byly na housenkách pozorovány viditelné změny. Housenky se slézaly do menších a větších chumáčků a zároveň vyhledávaly ty nejhornější výhonky stromů. Na housenkách bylo možno pozorovat, že se přímo nutí ke šplhání, jsou silně zmalátnělé, vychrtlé, bylo jich hodně mrtvých. To značilo očekávanou nemoc vrškování. Aby se dalo vrškování lépe poznat daly se pokácet ve 35letém porostu smrky, které byly ovinuty vrškujícími housenkami. Jeden smrk byl defoliován asi na 30 % a druhý na 50 %. Na obou smrcích housenky, které se nalézaly níž, jevíly ještě dobré známky života. Pan Dr. profesor Komárek nařídil sbírání vrškujících housenek, aby se daly do nějaké nádoby, posléze rozprostřely na tabuli a nechaly uschnout na slunci. Tato housenčí hmota se měla poté poslat do jeho laboratoře. Vykonaly se rozkazy pana Komárka a začaly se kácet smrky s vrškujícími housenkami, jakmile byl strom na zemi, tak se vrškující housenky posbíraly do nosící truhličky a pro lepší uschnutí housenek byla udělána z prken tabule, na kterou se vrškující housenky dávaly. Z 50 poražených smrků se sebralo pouze 18 litrů vrškujících housenek, a tak pan Komárek přišel na nápad a z Prahy přivezl takové nůžky, které se nasadily na dlouhou tyč a pomocí šňůry (obr. 7) se ovládaly a ustříhl se vrcholek smrku, který byl určen, tyto nůžky se neosvědčily, protože bylo těžké dobře vršek ustříhnout a pokud se dobře ustříhl tak, než spadl na zem nebyla na něm skoro žádná vrškující housenka.



Obrázek č. 7: Nůžky přivezené od Dr. Komárka na vrškující housenky (Zdroj: deník Adolfa Böhma)

Byl ještě proveden pokus umístit pod nůžky košík nebo pytlík. Nakonec nezbylo nic jiného než porážet stromy a sbírat vrškující housenky dřívějším způsobem. Celkem se sebralo ca 23 litrů housenek.

Šíření větrem

Dne 21. dubna 1919 byl pozorován důkaz, že housenky b. mnišky jsou intenzivně roznášeny větrem. Pradleny pověsily prádlo k uschnutí, prádlo se pověsilo v 10 hodin, po poledni se prádlo sbíralo. Za 3 hodiny bylo poseto několika sty housenek b. mnišky. Každá vlekla za sebou pavučinku, takže pomocí větru a jejich pavučinek se housenky dostaly na visící prádlo. Za tak krátký čas bylo nemožné, aby se housenky mohly na prádlo vyšplhat. Rozestup místa pověšeného prádla a b. mniškou napadeného lesa byl asi 150 kroků vzdálen a místo pověšení a les dělil ještě pruh polí, bylo tedy dokázáno, že vítr housenky na prádlo přenesl.

Obrana – sběr dětí, kácení

V roce 1915 bylo přikročeno ke sbírání housenek dětmi. Bohužel jejich využití nebylo snadné, protože úřady nařizovaly, aby se sbíralo pro „válečné účely“ různé listí jako jahodové, kopřivy apod. Sběr probíhal, ale práce byla neúplná. Podobné problémy byly i v roce 1916 a v roce 1917, kdy již nebylo umožněno dětem pracovat v lese, ze strany rodičů, kterým se platy zdály nízké. Očividně sbírání nemělo vliv na populaci b. mnišky, i když byl sebrán velký počet housenek i motýlů.

V roce 1918 byl již sběr nemožný, housenek bylo vidět na miliony. Státní inspekce nařídila v doposud živých porostech sbírání b. mnišky. Bylo sebráno za krátký čas půl milionu kusů b. mnišky. Později bylo od práce upuštěno, protože práce byla bezúčelná z důvodu obrovského množství b. mnišky.

Byla změněna strategie a přišlo rozhodnutí, že se mají kácet všechny stromy, kde nastal holožír, aby se předešlo napadením kůrovců. Rozhodnutí bylo správné. Kmen před odvozem se musel klestem nebo slámou utřít, aby na něm nebyla jediná housenka. Některé byly i přesto plné.

V roce 1921 Státní lesní inspekce nařídila sběr, ten probíhal ve všech mladých, nejvíce b. mniškou napadených porostech. Děti sbíraly 78 dnů a nasbíralo se celkem 12 040 kusů. Sbírání dětí stálo 464, 40 Kč.

V roce 1922 děti sbíraly na místech, kde se z jara vyskytlo nejvíce housenek. Výsledek byl překvapující; za 24 dnů bylo sebráno jen 176 motýlů, to byl důkaz, že b. mniška polesí opustila.

Biologická ochrana – ptáci, mraveniště

V roce 1918 lesní ptáci opustili napadené porosty. Při tahu navštěvovali tyto porosty jen velmi zřídka. V roce 1919 se potvrdilo, že ptactvo se vyhýbá porostům, které jsou zaplaveny b. mniškou. Ptactvo bylo pozorováno jen v porostech, které byly žírem b. mnišky ušetřeny.

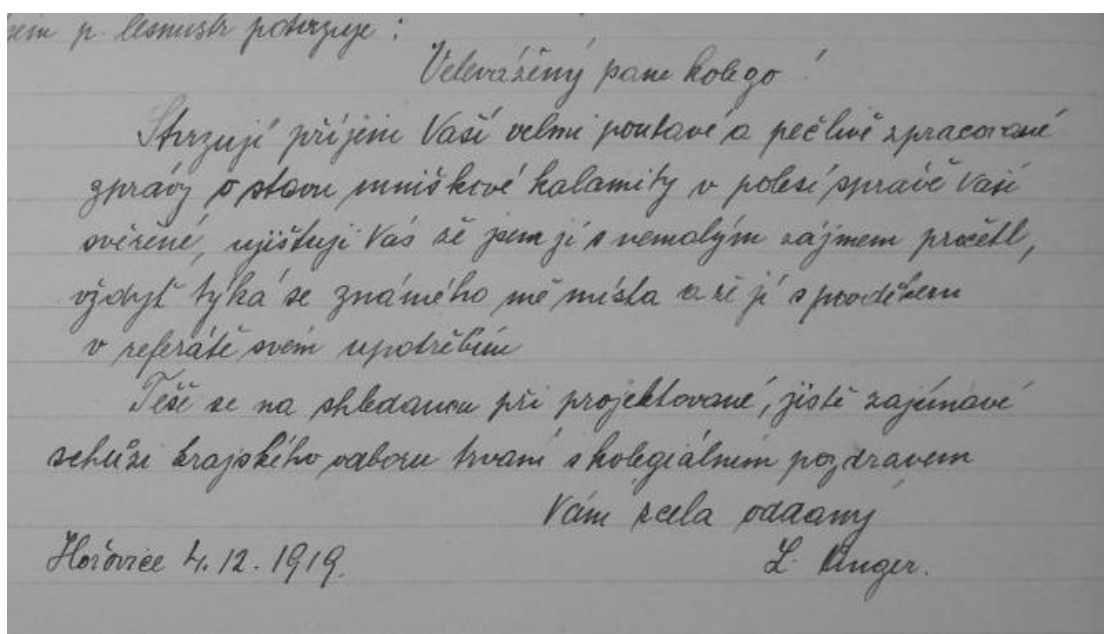
Vedle svatojánského průseku (50°05'14.7"N 13°51'20.6"E) zůstal až 60 m široký a přibližně 200 m dlouhý pruh asi 40letého smrkového porostu táhnoucí se podél tohoto úseku (obr. 8). Tento pruh byl ušetřen žíru b. mnišky, i když sousedící smrčiny podlehly holožiru úplně za oběť. V tomto pruhu smrků podél svatojánského průseku se vyskytovalo množství mravenčích kup.



Obrázek č. 8: Pruh smrkového porostu u Sv. Jana zachráněný mravenci (Zdroj: <http://www.lesyzbiroh.cz/cs/kontakty>)

Společenské dění

V roce 1918 polesí navštívili členové komise státní lesní inspekce, různí odborníci, ale jejich názory se lišily. Někteří tvrdili, že již bude gradace b. mnišky ukončena, že bude napadena virózou nebo naopak, dojde k nárůstu populačních hustot. V roce 1919 pan Anger z Hořovic nařídil, aby každá správa polesí, která prodělává b. mnišku zaslala veškerá zaznamenaná a učiněná pozorování na jeho adresu, což se provedlo (obr. 9).



um p. členů inspekce :
Vělebohlavý pane kolego
Stvrzuji příjem Vaší velmi poutavé a pečlivě zpracované
zprávy o stavu mniškové kalamity v polesí správě Vaší
svěřené, ujišťuji Vás se jsem jí s nemalým zájmem pročítal,
vždyť byla se známého mojí mišla a je jí s povděkem
v referátě svém upotřebím
Těš se na shledanou při projektování, jistě zajímavé
schůzi krajského odboru tvamí s kolegiálním pozdravem
Vám peča odasmy
Hořovice 4. 12. 1919. L. Anger.

Obrázek č. 9: Přepis A. Böhma stvrzující příjem zprávy od L. Angera (Zdroj: deník Adolfa Böhma)

Rok 1919 byl velmi bohatý na různé návštěvy. Jednalo se především o návštěvy různých úředníků, posluchačů škol, odborníků z různých velkostatků a výletníků. Neuplynul ani jeden týden, ani neděle, svátek, aby nedošlo k návštěvě. Každý z účastníků vyslovoval své názory, jak se mělo či nemělo s b. mniškou postupovat. Návštěvy značně zatěžovaly lesnický personál, především nekončícím kladením otázek.

V roce 1923 na schůzi krajského odboru v Hořovicích pan Anger pogratuloval Böhmovi za sestavení poutavé a pečlivě zpracované zprávy o stavu b. mnišky v polesí Sv. Alžběty a dodal, že jeho zpráva byla jedna z nejlepších.

Platy

V roce 1919 brejlští a novodomští lesní dělníci pracující za plat (tab. 5) na velkostatku celoročně (káceli a zpracovávali dříví) dostávali příděly pro sebe, ale také pro všechny členy své rodiny. Avšak dělníci ze všech jiných obcí dostali příděly potravin pouze pro sebe a členové rodiny dostávali příděly od svých obcí. Každý dělník se u své obce musel o příděl potravin nahlásit.

Tabulka č. 5: Příklad platů dělníků 1919 (Zdroj: vlastní zpracování)

Platy dělníků - 1919	
Od 1 pl. m. měkkých výřezů	2K
Loupání	1K
Od 1 pr. m. brusného	4K
Od 1 pr. m. kuloušů zdravých	2,10K
Od 1 pr. m. nahnilých otýpek	2K
Od 1 hromady klestu	0,50K

Na jaře 1919 mzda narostla a smlouvou od 29. července 1919 byly ustanoveny mzdy se zpětnou platností od května 1919. Dalšími výhodami dělníků bylo, že (I) každý dělník pracující v lese bez přestání obdrží 1 travní díl, dále, že (II) každá pila obdrží zdarma hromadu tvrdé nebo měkké klesti, a že (III) dělníci pracující v pasekách i probírkách obdrží odpadky, kůry a slabé konce vrchů smrků do 7 cm a všechny suché větve bez rozdílu síly. Tyto benefity k platu přilákaly dělníky tak, že na jaře roku 1919 pracovalo v revíru 70 dělníků. Mzdy dělníků se postupem času zvyšovaly (tab. 6), takže mnoho z nich pracovalo až do zimy.

Tabulka č. 6: Příklad mezd 1921/1922 (Zdroj: vlastní zpracování)

Mzdy	
Statní muži za hodinu	2,00 - 2,50K
Staří a mladí	1,30 - 1,90K
Ženy a dospělá děvčata	1,00 - 1,20K
Děvčata a chlapci do 16 let	0,70 - 1,00K

6. Diskuse

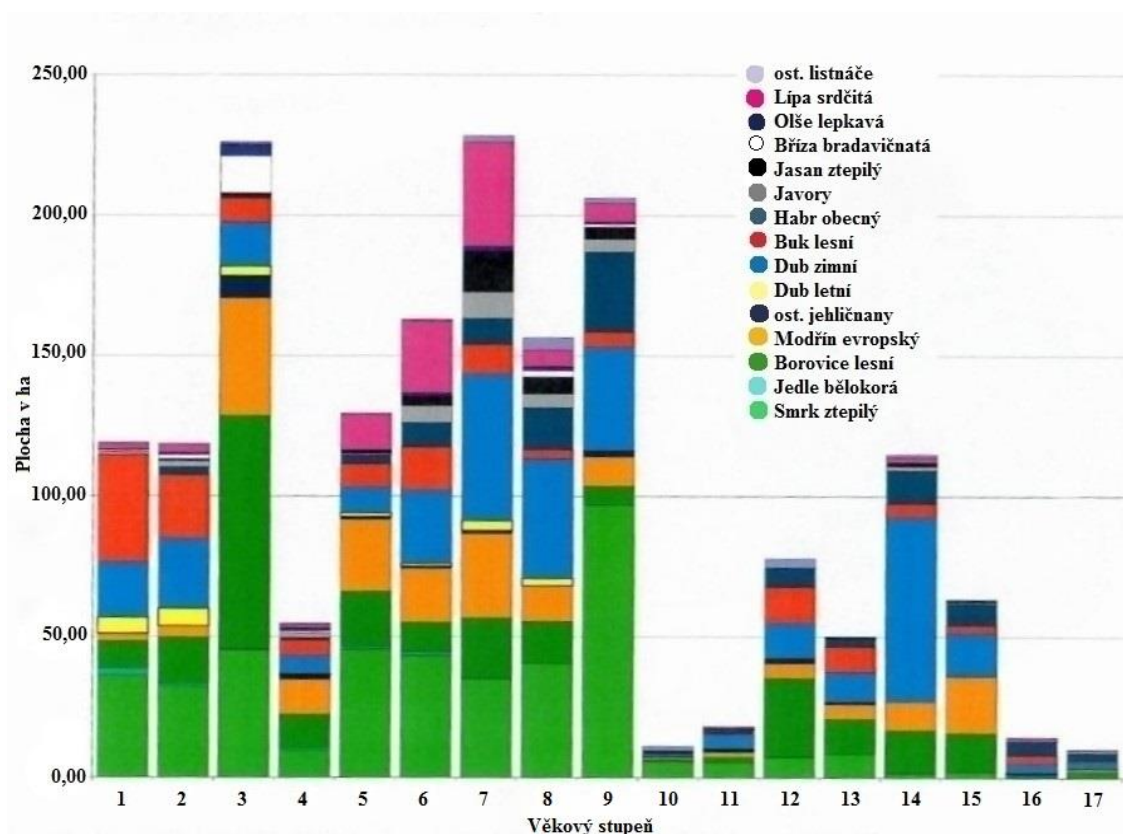
Gradace bekyně mnišky na polesí Svaté Alžběty počínala roku 1914 a končila rokem 1922.

Z historické mapy mniškového žíru (obr. 3), lze spolehlivě identifikovat místa, kde dříve b. mniška způsobila závažné hospodářské škody. Tehdejší oblast gradace byla umístěna do dnešní krajiny (obr. 4) pomocí softwaru ArcMap [ESRI], kde pro tuto potřebu byla vybrána základní mapa a ortofotomapa České republiky. Po umístění bylo zjištěno, jak přesně byla mapa ztotožněna se současnými hranicemi porostů.

Tuto oblast v období mniškové kalamity tvořily především smrkové monokultury. Z celkové výměry polesí 1 040,28 ha zaujímaly smrčiny 750 ha (přes 72 %), byly zde převážně statné 60leté až 90leté porosty. Zbylé procento zastoupení dřevin tvořily borovice, modříny, jedle, duby, buky, břízy, habry, jasany a javory.

Pro zhodnocení stavu stávajících porostů na místech žíru byl proveden průzkum za pomoci lesnických dat. Bylo zjištěno, že procento smrku ztepilého (*Picea abies*) rapidně kleslo přibližně na 25 %, zastoupení smrku na polesí je ve všech věkových stupních, největší procento zastoupení je v 9. věkovém stupni na ploše 90 ha, nicméně ve vyšších věkových stupních je zastoupení pouze minimální. Zastoupení borovice lesní (*Pinus sylvestris*) je přibližně na 14 % výměry a nejvíce je zastoupena v 3. věkovém stupni, takže stávající zastoupení smrků a borovic splňuje doporučení podle HEIERMANNNA et FÜLDNERA (2006), že by nemělo přesáhnout 40 %. Převažující listnatou dřevinou v dané oblasti je dub zimní (*Quercus petraea*), který má přibližně 22 % výměry a je zastoupen hlavně v 7. a 14. věkovém stupni. Je evidentní, že nejnižší zastoupení dřevin je v 10. věkovém stupni (graf č. 7), což je dopad těžeb v důsledku přemnožení b. mnišky a pravděpodobně v prodlevě založení nového porostu. Celkově se druhová skladba v polesí procentuálně obohatila o více listnatých dřevin, některé dokonce přibily, jako například lípa srdčitá (*Tilia cordata*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*). Lze formulovat, že procento zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin je rovnoměrné, tudíž podíl jehličnatých dřevin podstatně klesl. Je patrné, že v oblasti došlo po období mniškové kalamity k značné přestavbě skladby dřevin, ta je dnes přeměňována na skladbu přirozenou s menším procentem smrku a větším podílem listnatých dřevin.

V dnešní době usilují o pestrou druhovou skladbu s větším podílem listnatých dřevin, která je pro toto území více typičtější a přirozenější. V minulém roce došlo na revíru k defoliaci b. velkohlavé v dubových porostech, výskyt b. mnišky byl v základním stavu, ale prostor pro její gradaci na revíru je možný. Aktuálně je na revíru problém s lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) a celkově s kůrovci, ostatní kalamitní škůdci jsou v základním stavu (HLADÍK, pers.comm.).



Graf č. 7: Současné zastoupení dřevin na revíru Sv. Alžběty ve věkových stupních (Zdroj: Vojtěch Hladík)

Předpokládá se, že rok 1915 byl v Alžbětinském revíru neobyčejně příznivý pro b. mnišku a housenky se vylíhly z velkého počtu vajíček nakladených v roce 1916. V roce 1917 byla b. mniška pozorována ve větším množství na 5 velkostatech (Křivoklát, Orlík, Plánice, Ledec, Hluboká) a na Moravě (Brtnice u Jihlavy). Hlavně Křivoklát byl tenkrát hodně zamořen. Nechleba (1921) udává, že v Alžbětinském revíru bylo průměrně 90 000 housenek na 1 ha. V roce 1917 na Křivoklátě již hrozí holožír. V roce 1918 vzniká první holožír na velkostatku Křivoklát – v Alžbětinském revíru.

V některých krajích řádění b. mnišky začínalo a někde končilo. Na Krivoklátsku byly v roce 1920 dokončeny holožiry a b. mniška zanikla roku 1921 (KOMÁREK, 1931).

Gradace skončila přirozeně virovou nákazou.

Lepování

Lesnictvo se dle deníku v názoru na lep dělilo na dva tábory. Jedni lep absolutně zavrhli a druzí hájili. Někteří zastánci lepu považovali tento prostředek spíše za kontrolní a jiní nad ním uvažovali jako nad metodou celkovým odchytem. Velkou závadou lepu byla jeho cena. Lepování naplno byl prostředek velmi nákladný. Podle Ing. Růžičky bude možno za 500 Kč 1 ha lesa olepovat a ošetřovat. Podle pokusů s lepem na vojenském statku v Hořovicích, prováděné panem správcem Müllerem ukázala se cena plného olepování 1 ha dobrým lepem přesahující 1 000 Kč, z čehož polovina nákladů je na mzdy (KOMÁREK, 1931). Používalo se lepování, které se používá běžně pro kontrolu líhnoucích se housenek, jedná se o tradiční kontrolní metodu, která se využívá i dnes (ŠVESTKA, 1999).

Dříve převládalo domnění převzaté ze zkušeností a to, že hlad činí živočicha náchylným k nemoci. To se pokusili lesníci aplikovat na vrškování a jeho vyvolání. Mysleli si, že nemoc rychle propukne a bude se šířit tam, kde housenka nebude mít dostatek potravy. Aby se toho docílilo bylo využito lepu. To zklamalo, jelikož polyedrie se díky uvěznění housenek nemohla šířit (KOMÁREK, 1931).

Metoda lepování je málo citlivá, především pokud je nižší stav b. mnišky. Slouží nám pro ukázání základních údajů, zdali se jedná o neškodný stav či přemnožení, na které nás včas upozorní (KUDLER, 1954). V průběhu vegetačního období uplatňujeme jako jednu z prvních kontrolu pomocí lepování. Vzorníkových stromů v porostech mladších 40 let má být nejméně 10 a ve starších aspoň 20 na 1 ha (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Lepové pásy jsou používány dodnes, jejich množství se rozšířilo a lze zakoupit spoustu variant od moderních oboustranných pásů, které se jednoduše upevňují a zároveň zamezují přesunu hmyzu přes vnější i vnitřní stranu po kmeni stromu (BIO PLANTELLA, 2019) až po klasické pásky a lepy na hmyz, které se nanášejí na podklad nebo přímo na kůru stromů (CHEMSTOP, 2019).

Poškozené dřeviny

Podle zápisů pana Adolfa Böhma byly ve studovaném území holožirem postiženy převážně smrkové a modřínové porosty, borovice nebyly holožirem postiženy, silně byly ožrány duby, buky, méně břízy a habry. Nebyl napaden jasan, klen a javor. Z klestu, který si lidé nanosili domů se vylíhly následující rok housenky, ty napadaly třešně, švestky, srstky a rybízy.

Je zřejmé, že b. mniška má v preferenci smrk a hlavním epicentrem ohnisek jsou smrkové porosty (KEENA, 2014). Odpovídá to tomu, že kalamitně se b. mniška vyskytuje pouze v smrkových nebo borových monokulturách, popřípadě ve smíšených porostech obou těchto dřevin (ŠVESTKA et al., 1996). Jestliže se b. mniška vyskytuje ve smíšených lesích, pak jsou přednostně napadány duby (ČECHMÁNEK, 2006). Jako důležitou vlastnost b. mnišky je možná vhodné poznamenat, že samička nelétá a z tohoto důvodu se vyhýbá otevřeným místům s prudkým prouděním vzduchu. Pokud je vyrušena při okraji lesa, hledá úkryt uvnitř lesa. Proto nemá ráda lesy příliš řídké nebo větrné polohy (KOMÁREK, 1931).

Téměř 90 % napadených porostů patří do jehličnatých porostů, pouze asi desetina patří do smíšených lesů. I přes to, že ve vyšších polohách se vyskytují čistě jehličnaté porosty, b. mniška se vyskytuje v jehličnatých porostech především ve středních výškách České republiky (NAKLÁDAL et BRINKEOVÁ, 2015). Žír b. mnišky nebyl dosud pozorován na jasanu, akátu, vlašském ořechu, kaštanu, javoru a kleny (KOMÁREK, 1931).

Celkově poškození lépe snáší borovice, u níž je pozorována nižší mortalita než u smrku a modřín se dokonce dokáže vzpamatovat i po úplných holožirech (KŘÍSTEK et URBAN, 2013). Javor nebyl dotknut, ale podle KŘÍSTEKA et URBANA (2013) patří mezi dřeviny, které b. mniška při přemnožení nebo za jiných okolností napadá. Jako vysvětlení se nabízí dle textu ČECHMÁNEK (2006), že další hostitelskou dřevinou pro b. mnišku může být také buk, habr, bříza, dub, lípa, líska, osika, olše a javor mléč, který by byl tedy jediným druhem javoru, který napadá b. mniška. A podle UHLÍKOVÉ et al. (2011) se potvrzuje, že je jasan dřevinou, kde se b. mniška nevyskytuje.

Místa kladení

Böhm zjistil, že motýli kladli vajíčka, kam mohli, vajíčka byla kladena povrchově, na kamení, dokonce i na jmelí. Což byl správně identifikovaný důkaz, že samičky onemocněly a neměly sílu vajíčka řádně snést, ukryt.

Samičky snášejí vajíčka ve větších skupinkách, slepují je dohromady v klubíčka, anebo hromádky, často pokrývají vajíčka setřenými chloupky z těla. Vajíčka jsou snášena na kůry stromů nebo keřů, kde žije housenka. Samička nikdy neklade svá vajíčka volně na povrch nebo na jehlice. Instinkt dávat vajíčka do úkrytu je velmi silný. Proto většinou bývají vajíčka umístěna na dolní a střední části kmene, kde je drsná borka. Ale při velkém množství motýlů dostávají se odchýlení od obecného jevu. V takových dobách je umístování velmi variabilní a bylo pozorováno kladení vajíček i do půdy, mechu, skulin kamenů (KOMÁREK, 1931). Bylo prokázáno, že stromy, které jsou napadeny jmelím, mohly být již v minulosti ovlivněny biotickými stresory, včetně hmyzu, jako je b. mniška (CAMARERO *et al.*, 2019).

Polyedrická nemoc je jednou z nejvýznamnějších onemocnění řady motýlích škůdců a její výskyt je zřetelný především při jejich gradaci (ČECHMÁNEK, 2006). Po více než století jsou přírodní viry polyedrózy vnímány jako hlavní faktor, který způsobuje onemocnění ohnisek b. mnišky (KEENA, 2014). Zdravotní stav b. mnišky zřetelně ovlivňuje zejména právě polyedrie. Je jejím nepřítelem v době přemnožení. Průměrně dochází k vykladení asi 20 % samiček. Tento virus pravděpodobně proniká i do vajíček, takže většinou nejpozději šestým rokem končí hromadné rozmnožení tím, že housenky se z vajíček nelíhnou (KUDLER, 1954). Virus se ve skryté podobě vyskytuje ve všech stádiích škůdce. Na další pokolení se přenáší vajíčky (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013).

Letová aktivita

Poletující roj samečků a ignoraci vůči samičkám si Böhm vysvětloval tak, že samečci byli mladí, čerstvě vylíhnutí a poletováním nahoru a dolů se cvičili v létání, a zespodu se dráždili k předcházejícímu oplozování, toto chování by bylo možné odůvodnit podle publikace Komárka (1931) tím, že samičky mohly být úplně vykladené, a proto byly samečky ignorovány. Důkazem o stěhování mnišcích rojů, byl

roj motýlů, který přiletěl do Hořovic na světla náměstí, která byla motýly okamžitě obalena. Domy, které neměly zavřená okna, byly plné b. mnišky. V roce 1921 byl let motýlů již nepatrný.

Dospělé samičky žijí přibližně 10 dní, zatímco samečci mohou žít až 24 dní. Samičky po vylíhnutí sedí na kmeni, jsou velmi málo pohyblivé (WALLNER, 2000b). Oproti tomu samečci poletují přes celý den, a hlavně v noci, kdy vyhledávají sedící samičky, aby je oplodnili. Pokud v době kopulace je velké množství motýlů blízko sebe upadají do zvláštního, rozrušeného stavu. Při velkém nashromáždění motýlů dochází k utvoření velkých rojů, které se potom dávají v let a přelétají i na jiná místa. Je to výjimka, která se u b. mnišky vyskytuje pouze při vysokých populačních hustotách, když se právě v době kopulace nashromáždí velké množství na jednom místě. Pohlavní život b. mnišky začíná se západem slunce, přelety jsou proto většinou pouze v noci. Byly pozorovány případy, kdy ráno byly nalezeny roje motýlů na jiném místě (KOMÁREK, 1931).

Vajíčka a korelace se žírem a motýli

V roce 1918 byl v holožiríšti poražen smrk pro zjištění počtu nakladených vajíček, celkem bylo 123 snůšek a 4 086 vajíček. Nejvíce vajíček bylo nakladeno ve výšce 1–3 m. Byla zjištěna závislost výsledného žíru na počtu snůšek v roce 1919 (graf č. 2). Nebyla nalezena závislost mezi snůškami a náletem (graf č. 5). Bylo zjištěno, že do tří metrů bylo nakladeno více vajíček než nad tři metry. Na počty nakladených vajíček do tří a nad tři metry byl proveden Wilcoxonův párový test (tab. 4).

Zjišťování počtu vajíček je velmi pracné, zdlouhavé a zároveň i hodně nepřesné. Bývá zde přehlédnutí části vajíček (KUDLER, 1954). Samička klade v několika skupinkách průměrně 150–200 vajíček, ty umísťuje za šupinky kůry, nejčastěji do 1 m nad zemí (ŠVESTKA, 1999). Podle KOLKA et STARZYKA (1996) klade samice průměrně až okolo 200–250 vajec. Výška umístění vajíček na kmeni je závislá na rozbrázdění borky a na osídlení kmene lišejníky. Asi 50 % vajíček je lokalizováno do výšky 4 m (KŘÍSTEK et URBAN, 2013).

Podle výsledků a literatury je ověřeno, že největší počet nakladených vajíček bývá ve spodních částech stromů.

Vrškování

V roce 1919 Böhm pozoroval pod každým stromem v žirovišti miliony mrtvých housenek, které velmi zapáchaly. V roce 1920 byly na housenkách viditelné změny, slézaly se dohromady a hledaly si ty nejvyšší výhonky dřevin. Správně usoudil, že u nich nastala nemoc zvaná vrškování.

Pan profesor Komárek přikázal sbírání vrškujících housenek, aby se daly do nádoby, poté rozprostřely na tabuli a nechaly uschnout na slunci. Tato housenčí hmota se měla poté poslat do jeho laboratoře. Vrškující housenky byly v této době hojně sbírány jako infekční látka, která se používala buď v suchém stavu většinou rozemletá nebo smíchaná s vodou. Suchá látka byla rozmetána po zemi, vyvěšována v sáčcích, vyfukována, vystřelována do korun stromů (KOMÁREK, 1931).

Housenky postižené vrškováním se často ve větším počtu shromažďují na koncích výhonků dřevin – tzv. vrškují, hlavou přepadají dolů a zavěšené hynou. Tkáň se jim v těle rozpadají a mění se ve velmi páchnoucí hmotu (KŘÍSTEK *et* URBAN, 2013). Vrškování se šíří epidemicky, někdy abnormálně rychle, jindy má zase průběh vleklý, ale nakonec se rozmnoží tak, že housenky úplně vyhubí a dojde tak k náhlému konci kalamity. Tato nemoc je známá již dlouho, housenka propadá tzv. polyedrii. Nákaza zdravých housenek se děje buď přímo s potravou na stromech, kam se s deštěm nebo rosou dostaly zbytky ze zahynulých housenek nebo náhodou při lezení a ohledávání půdy kusadly. V každém zamořeném polesí lesník vždy očekává začátek polyedrie. Pan Anger byl jeden z prvních, kdo se pokusil o vstříkování polyedrické jichy do korun porostů, čímž chtěl uměle vyvolat vrškování. Velkou závadou těchto pokusů byla doba jednání, kdy již polyedrické onemocnění bylo spontánně skoro všude rozšířeno (KOMÁREK, 1931).

B. mniška má řadu přirozených nepřátel včetně nemocí, nicméně tato nákaza způsobuje kolaps populace (WALLNER, 2000b).

Šíření větrem

V roce 1919 se Böhm přesvědčil, že b. mnišku roznáší vítr, když pradleny pověsily prádlo a to skončilo pokryto housenkami.

Housenky mají na těle chloupky, kterým byl dán název aerophory v domnění, že pomáhají housenkám při přenášení větrem. Později bylo dokázáno, že chloupky nejsou žádnými aerophory, jejich komůrka neobsahuje vzduch, ale tekutinu. Jsou považovány za chloupky žláznaté, které se hojně vyskytují u chlupatých housenek. Housenky jsou lehounké, neustále předou a neučiní skoro krok bez vlákna. Tyto vlákna jsou něco jako babí léto pro mladé pavoučky. Dlouhé vlákno a lehká housenka na konci vlákna jsou větrem unášeny na neuvěřitelné vzdálenosti (KOMÁREK, 1931; KOLK *et* STARZYK, 1996). Bylo dokázáno, že housenky se pomocí zapředených vláken mohou rychle šířit větrem na dosti velké vzdálenosti (KEENA, 2014).

Obrana – sběr dětmi a kácení

Pan Böhm se od roku 1915 snažil za pomoci dětí sbírat housenky b. mnišky, bohužel sběr i přes veškerou snahu byl nepatrný vůči množství škůdce.

Metody obrany se od počátku století postupně vyvíjely. Některé metody byly velmi pracné a neúčinné. Patřil k nim například sběr housenek, kukel, motýlů a vajíček (ŠVESTKA, 1998). V minulosti se proti b. mnišce snažili bojovat sběrem, ale sběr je obtížný, neúčinný, proto se dnes již tato metoda nevyužívá.

V roce 1919 přišlo na polesí Sv. Alžběty ke změně strategie a rozhodnutí, že se mají kácet všechny stromy, kde nastal holožír, aby se předešlo napadením kůrovců. Hlavním důvodem kácení a zpracování zničených lesů byly obavy, že odkladem by mohlo být způsobeno ještě větší neštěstí. A to napadení dřeva houbami a rozmnožení kůrovců. Výsledek byl, že se okamžitě přikročilo ke kácení. Veškeré poražené dřevo bylo ihned loupáno, aby se zabránilo množení kůrovců, nemělo bohužel plný úspěch, protože se současně s loupáním neodvážel klest a dřevo odpadkové (KOMÁREK, 1931). Rozhodnutí bylo správné, jako pomoc pro snadnější odvoz dřeva zde vznikla i lesní železnice, její mapa (příloha č. 3), ale bohužel se neodvážel z lesa dřevní odpad.

Abychom včas zaznamenali nebezpečí b. mnišky je potřeba kontrolovat její výskyt. Podle výskytu následně volíme způsob a rozsah kontrol (KUDLER, 1954). Dnes se hojně používá kontrola feromonovými pastmi. Díky ní lze odchyťávat i více druhů škůdců najednou (JOHANSSON *et al.*, 2002). Monitoring feromonovou pastí spočívá v lákání sameček na samičí feromon, kdy jsou následně zachyceni na lepidivé desky. Také se dnes uplatňuje trusníková metoda neboli metoda opadu trusu, která se uplatňuje pomocí trusníku pro sběr exkrementů (BEXA *et al.*, 2013).

Důležité je tohoto škůdce sledovat a správně načasovat obranný zásah (BEXA *et al.*, 2013). Při pozdějším zásahu stromy mohou být již poškozeny žírem. V současné době se počítá s přímou obranou, hlavně s chemickým bojem (ŠVESTKA *et al.*, 1996).

Biologická ochrana – ptáci, mraveniště

Böhm konstatoval, že porosty b. mniškou nejvíce postižené byly od ptactva převážně úplně opuštěny. Ptáci jsou u b. mnišky považováni za hlavní predátory vajíček a larev (KEENA, 2014). Bohužel se, ale neživí chlupatými housenkami. Jako skvělým hubitelem v holožirech se ukázala pěnkava (*Fringilla coelebs*), která se opravdu do žirovišť nastěhovala a podle žaludku i mniškové housenky pojedla (KOMÁREK, 1931). Uplatnění má také kukačka, které nevadí housenčí chlupy (ZAHRADNÍK, 1997). Někteří ptáci nejsou vázání na smrkové, borové porosty a z tohoto důvodu je jejich význam příležitostný. Divocí holubi, kavky a špačci vyklouvávají z housenek larvy kuklic a zdravé housenky zanechávají, proto nejsou považováni za pozitivní ptactvo. Vcelku vliv ptactva na b. mnišku není příliš velký (KUDLER, 1954). Významné preventivní opatření v zahradách, sadech a lesním hospodářství je vyvěšování ptačích budek, díky kterým usnadníme hnízdění hmyzožravým ptákům, kteří jsou predátory hmyzích škůdců (ČECHMÁNEK, 2006).

Böhmem bylo zjištěno, že pruh smrků podél svatojánského průseku zůstal od b. mnišky nedotknutý zásluhou mravenišť, která se tady vyskytovaly. K preventivním opatřením patří aktivní ochrana pomocí ptáků, mravenců v primárních ohniscích (KOLK *et* STARZYK, 1996). Z mravenců má značný význam mravenec lesní (*Formica rufa*), který žije v smrkových lesích hojně a vytváří kolonie poblíž cest a lesních okrajů. Jde o mravence velmi dravé, masožravé, kteří loví v dalekém okruhu svého hnízda. Potravou mu je vše živé, co může zabít a odvléct do hnízda. Proto tam, kde b. mniškou napadené stromy stojí v sousedství mravenčí kolonie jsou záhy od housenek očištěny

a zůstávají zelené uprostřed holožirů (KOMÁREK, 1931). Mravenci dokážou ochránit stromy v určitém okruhu v jinak defoliováném lese (BERRYMAN, 1988). Vztahuje se to jen na stromy v nejbližším sousedství. Proto význam mravence jako škůdce b. mnišky je jen lokální a nelze na něho v rozsáhlých holožirech spoléhat, navíc kolonií není nikdy tolik, aby ochránili větší část lesa. Bylo, ale i konstatováno, že mravenec podporuje b. mnišku a to tím, že často a ve velkém množství hubí larvy tachin, to bylo potvrzeno i zastánci mravenců a o správnosti nejde pochybovat. Je tedy otázkou, zda záchrana několika stromů v kolonii je vyvážena škodou požívání tachin (KOMÁREK, 1931).

Významným způsobem biologické ochrany lesa je ochrana pomocí mravenců rodu *Formica*, hlavně jejich mravenišť. Mraveniště je potřeba chránit sítí, aby je neponičila zvířata, například lišky, prasata (ŠVESTKA, 2005). V Polsku je ochrana mravenišť stanovena zákonem, lesníci ochraňují většinou mraveniště konstrukcemi z tyčí. Dříve byly pokusy s umělým rozšiřováním mravenců, ti uchránili stromy před žírem v okruhu 15–18 m, i přes to se dnes od umělého rozšiřování upouští a důraz je dán na ochranu stávajících mravenišť (WIŚNIEWSKI 1956, 1978 in ČAPEK 1985).

Společenské dění

V období této mniškové kalamity na polesí Sv. Alžběty neexistovala ještě účinná obrana proti b. mnišce, a tak vznikaly různé rozpory mezi odborníky, jak proti škůdci bojovat. Na chování veřejnosti bylo vidět, jak zasahovala a kritizovala lesníky a jejich práci již dříve. Je zřejmé, že situace ve společnosti je stále stejná a veřejnost se vyslovuje k problémům, kterým nerozumí. Viz. publikace problematika na Šumavě od KINDLMANNA (2012), kde například existují různé názory na vytvoření národního parku, že si nejprve máme zbudovat park jaký chceme, a teprve poté jej můžeme ponechat bez zásahu.

Platy

Podle zápisů z deníku se mzda v letech 1921/1922 pro statné muže za hodinu pohybovala – 2,00–2,50K, pro staré a mladé muže 1,30–1,90K, pro ženy a dospělá děvčata – 1,00–1,20 K, pro děvčata a chlapce do 16 let – 0,70–1,00K (tab. 6). Rakousko-uherská koruna nesla oficiální zkratku K. Cenové a mzdové poměry byly v Rakousko-Uhersku stabilní až do vypuknutí 1. světové války v létě roku 1914. Postupně se vše

stávalo drahým. Pro porovnání třeba 1 kg brambor stál v roce 1913 6 haléřů, v roce 1915 stál 18 haléřů a v polovině roku 1918 již 1,20K. Zejména maso se stalo pro velkou většinu lidí díky ceně nedostupnou potravinou – v polovině roku 1918 se za kilogram takového jídla zaplatilo asi 46K. Máslo též se stalo nedostupným – v roce 1918 se kilogram prodával za 64K, tak ho nahradil podstatně levnější margarín (VONDRA, 2012).

Dne 14. 11. 1918 byl zvolen prvním ministrem financí samostatného československého státu Alois Rašín, který se zasloužil o stáhnutí rakousko – uherské měny a zavedl československou měnu – Kč. Vláda se snažila o snížení cen. V roce 1919 stál 1 kg hovězího 26Kč, vepřového 22Kč, kilo chleba 3,50Kč, kilo pražené kávy od 45Kč. Mezi luxusnější zboží patřila třeba kráva nebo auto, které v roce 1919/1920 stálo asi 11 000Kč (VONDRA, 2012).

Za období války bylo velmi draho a platy nízké, postupně s nástupem Aloise Rašína se to začalo měnit k lepšímu. Ceny šly postupně dolů a výplaty se o něco navýšily. S lepším platovým ohodnocením se zvyšoval také počet lesních dělníků.

7. Závěr

Z historického deníku pana lesníka Adolfa Böhma byly zjištěny důležité výsledky, pomocí kterých se zrekonstruovala gradace bekyně mnišky, která začínala v roce 1914 a končila v roce 1922 (tab. 1). Mnišková kalamita v tomto období byla zaznamenána na řadě lokalit tehdejšího Československa. Na polesí Sv. Alžběty skončila dříve než někde jinde, její průběh ve své publikaci potvrzuje pan Komárek, který měl možnost osobně revír navštívit.

Komárek (1931) ve své publikaci uvádí i myšlenky, názory a poznatky L. Angera, ze kterých mnohdy vychází. Pokusy vykonané Komárkem přispěly k potvrzení některých poznatků a roku 1926 u nás zavedl moderní způsob leteckého boje proti b. mnišce, který se využívá dodnes. Mniškové kalamity, které proběhly v letech 1917–1927 ponaučily lesníky a veřejnost o způsobu pěstování lesů. Tedy, že je potřeba zakládat smíšené a přirozené lesy, aby se předcházelo dalšímu nebezpečí vzniku kalamit.

Z období této mniškové gradace od Böhma a jiných pochází zjištění, že mravenci dokážou zachránit stromy v určitém okruhu před nebezpečným žírem.

Před sto lety nám zdevastovala lesy b. mniška, která ničila porosty po milionech a dnes na místech, kde se znovu vysadily jehličnany je ničící kůrovec (ČT24 – Česká televize, 2019).

8. Použité zdroje

BELLMANN, H. 2006. *Encyklopedie hmyzu*. 1. Vydání. Praha: Dobrovský-BETA, 253 s. ISBN 80-7306-256-9.

BERRYMAN, A., ed. 1988. *Dynamics of forest insect populations: patterns, causes, implications*. Plenum, New York.

BEXA, A., OLTEAN, I., FLORIAN, T., MICU, L. M., VARGA, M. 2013. Monitorizarea speciei *Lymantria monacha* prin metoda captării excrementelor în o.s. *Lunca bradului*, 5. 17.

BIO PLANTELLA lepící pás na stromy. *levnepostriky.cz – všechno pro ochranu a růst Vaši zahrady* [online]. Copyright © 2019 [cit. 10.05.2020]. Dostupné z: <https://www.levnepostriky.cz/e/5479?VariantID=5480>

BOURTZIS, K., MILLER, T.A, ed. 2003. *Insect symbiosis*. Boca Raton: CRC Press, 347 s. ISBN 0-8493-1286-8.

CAMARERO, J. J., GONZÁLEZ DE ANDRÉS E., SANGÜESA-BARRERA G., RITA A. & COLANGELO M. 2019. Long – and short-term impacts of a defoliating moth plus mistletoe on tree growth, wood anatomy and water-use efficiency. *Dendrochronologia*, 56. doi: 10.1016/j.dendro.2019.05.002.

ČAPEK, M. 1985. Využitie nepriateľských organizmov v biologickom boji proti živočíšným škodcom: 374-389. In: Stolina M. (ed.): *Ochrana lesa*. Príroda, Bratislava, 480 s.

ČECHMÁNEK, Z. 2006. *Život motýlů střední Evropy: populace, ekosystémy, význam*. 1. vydání. Praha: Granit, 136 s. ISBN 80-7296-048-2.

FELIX, J., TOMAN, J. 1978. *Přírodou krok za krokem*. Praha: Artia, 423 s.

GANI, M., GUPTA, R. K., ZARGAR, S. M., KOUR, G., MONOBRULLAH, M., KANDASAMY, T., & MOHANASUNDARAM, A. 2017. Molecular identification and phylogenetic analyses of multiple nucleopolyhedrovirus isolated from *Lymantria*

obfusca (Lepidoptera: Lymantriidae) in India. *Applied Entomology and Zoology*, 52. 389-399.

GULLAN, P.J., CRANSTON, P.S. 2010. *The insects: an outline of entomology*. 4th edition. Oxford: Wiley – Blackwell, 565 s. ISBN 978-1-4443-3036-6.

HEIERMANN, J., FÜLDNER, K. 2006. Mixed forests in comparison to monocultures: guarantee for a better forest conservation and higher species diversity? Macroheterocera (Lepidoptera) in forests of European beech and Norway spruce. *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.* 15. 195-199.

HIELSCHER, K., ENGELMANN, A. 2012. Operational monitoring of the nun moth *Lymantria monacha* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) using pheromone-baited traps – a rationalization proposal. *Journal of forest science*, 58. 225-233.

HUDEC, K. 2007. *Příroda České republiky: průvodce faunou*. 1. vydání. Praha: Academia, 439 s. ISBN 978-80-200-1569-3.

HUMPHREYS, N., ALLEN, E. 2002. Nun moth – *Lymantria monacha*. Exotic Forest Pest Advisory 6, Victoria, BC, NRC, CFS, Pacific Forestry Centre, 4.

CHAPMAN, R.F. 2013. *The insects: structure and function*. Fifth edition. Cambridge: Cambridge university Press, 929 s. ISBN 978-0-521-11389-2.

CHEMSTOP. levnepostriky.cz – všechno pro ochranu a růst Vaši zahrady [online]. Copyright © 2019 [cit. 15.05.2020]. Dostupné z: <https://www.levnepostriky.cz/pripravky.proti.skudcum/biologicke/chemstop>

ILYINYKH, A. 2011. Analysis of the causes of declines in Western Siberian outbreaks of the nun moth *Lymantria monacha*. *BioControl*, 56. 123–131.

JAKRLOVÁ, J., PELIKÁN, J. 1999. *Ekologický slovník terminologický a výkladový*. 1. vydání. Praha: Fortuna, 144 s. ISBN 80-7168-644-1.

JOHANSSON, B.G., ANDERBRANT, O., SIERPINSKI, A. 2002. Multispecies trapping of six pests of scots pine in Sweden and Poland. *Journal of Applied Entomology*, 126. 212–216. ISSN 0931-2048.

KEENA, M. 2014. Nun moth. Chp. XXXV, 367-381 in Van Driesche, Roy and Reardon, Richard eds., The Use of Classical Biological Control to Preserve Forests in North America. USDA Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team, FHTET-2013-2.

KINDLMANN, P. 2012. *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody*. 1. vydání. Praha: Karolinum, 325 s. ISBN 978-80-246-2155-5.

KOLK, A., STARZYK, J. R. 1996. Nun moth (*Lymantria monacha* L.). *The Atlas of Forest Insect Pests. The Polish Forest Research Institute*. Multico Warszawa, 705.

KOMÁREK, J. 1931. *Mnišková kalamita v letech 1917-1927: Die Nonnen - Katastrofe in den Jahren 1917-1927*. Sborník výzkumných ústavů zemědělských ČSR. Praha: Nákladem ministerstva zemědělství republiky Československé, 256 s. + 4 mapy.

KŘÍSTEK, J., URBAN, J. 2013. *Lesnická entomologie*. Praha: Academia, 445 s. ISBN 978-80-200-2237-0.

KUDLER, J. 1954. *Mniška a boj proti ní*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 50 s.

LANDA, Z. 2002. Biologická ochrana zahradních rostlin proti chorobám a škůdcům v polních plodinách, ve sklenících a fóliovnících. In: Demo M., Hričovský I. (eds): Trvalo udržatelné technológie v záhradníctve. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 225–280.

LAŠTŮVKA, Z. 1996. *Zoologie pro zemědělce a lesníky*. 1. vydání. Brno: Konvoj, 266 s. ISBN 80-85615-50-9.

LEE, K. S., KANG, T. H., JEONG, J. W., RYU, D. P., LEE, H. S. 2015. Taxonomic review of the genus *Lymantria* (Lepidoptera: Erebidae: Lymantriinae) in Korea. *Entomological Research*, 45. 225-234. ISSN: 17382297.

Letecká aplikace (ÚKZÚZ). [online]. Copyright © 2009 [cit. 26.03.2020]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/pripravky-na-or/povolovani-pripravku-slozka/letecka-aplikace/>

LINDNER, M., MAROSCHEK, M., NETHERER, S. et al. 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259. 698-709.

LMD Etokap – bekyně mniška, bekyně velkohlavá (3ks) – Ridex s.r.o. – vše pro les...*Ridex s.r.o. – vše pro les...*[online]. Copyright © Ridex ... vše pro les [cit. 10.05.2020]. Dostupné z: <http://www.ridex.cz/cz/menu/237/produkty/ochrana-lesa-chemicka/feromonove-odparniky/clanek-337-lmd-etokap-bekyne-mniska-bekyne-velkohlava-3-ks/>

McGAVIN, G. 2005. *Hmyz: pavoukovci a jiní suchozemští členovci*. 1. vydání. Praha: Knižní klub, 256 s. ISBN 80-242-1340-0.

MELIN, M., VIIRI, H., TIKKANEN, O., ELFVING, R., NEUVONEN, S. 2020. From a rare inhabitant into a potential pest – status of the nun moth in Finland based on pheromone trapping. *Silva Fennica* vol. 54. 9.

MUNSON, A. S., LEONARD, D., MASTRO, V., McGOVERN, T., LEVY, J., KUCERA, D. 1995. *Russian Far East lymantrid monitoring project: project summary 1993-1994*. FPM Rep. 95-02. U.S. Dep. Agric. Forest Service, Intermountain Region, Ogden, UT.

NAKLÁDAL, O., BRINKEOVÁ, H. 2015. Review of historical outbreaks of the nun moth (*Lymantria monacha*) with respect to host tree species. *Journal of Forest Science*, 61. 18-26. ISSN: 1212-4834.

NOVOTNÝ, G. 1999. *Vrchní lesní rada Leopold Anger (1875-1947) a velkostatek Hrubá Skála*. 1. vydání. Praha: Státní okresní archiv Semily, 277 s.

PRESTEMON, J., ZHU, S., TURNER, J. A., BUONGIORNO, J., LI, R. 2006. Forest product trade impacts of an invasive species: modeling structure and intervention trade-offs. *Agricultural and resource Economics Review*, 35. 128–143.

Před sto lety ničila lesy bekyně mniška, dnes kůrovec. Příčina je stále stejná – ČT24 – Česká televize. ČT24 – *Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR – Česká televize* [online]. Copyright © 2019 [cit. 22.03.2020]. Dostupné z:

<https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/2837450-pred-sto-lety-nicila-lesy-bekyne-mniska-dnes-kurovec-privina-je-stale-stejna>

REICHHOLF, J. 2004. *Motýli*. 1.vydání. Čestlice: Rebo Productions, 239 s. ISBN 80-7234-310-6.

RUBÍN, J. 2003. *Národní parky a chráněné krajinné oblasti*. 1. vydání. Praha: Olympia, 204 s. ISBN 80-7033-808-3.

ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘÍK, V. 1996. *Praktické metody v ochraně lesa*. 2. vydání. Praha: Silva Regina, 309 s. ISBN 80-902033-1-0.

ŠVESTKA, M. 1998. Ohlédnutí za gradacemi bekyně mnišky. *Lesnická práce*, 12. 452-454.

ŠVESTKA, M. 1999. Bekyně mniška – Lymantria monacha /L./). *Lesnická práce*, 11 (příloha).

ŠVESTKA, M. 2005. Vývoj a využití letecké techniky v ochraně lesa ČR. In: Kapitola P., Baňař P., Holuša J. (eds): *Moderní metody ochrany lesa. Sborník referátů ze semináře 29. setkání lesníků tří generací. Kostelec nad Černými lesy. Zpravodaj ochrany lesa*, 11. 36-43.

UHLÍKOVÁ, H.; NAKLÁDAL, O. 2010. Historické gradace bekyně mnišky (*Lymantria monacha* L.) na území vojenského újezdu Brdy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55. 54–58. ISSN: 0322-9688.

UHLÍKOVÁ, H., NAKLÁDAL, O., JAKUBCOVÁ, P., TURČÁNI, M. 2011. Outbreaks of the nun moth (*Lymantria monacha*) and historical risk regions in the Czech Republic. Gradacije smrekovog prelca (*Lymantria monacha*) i područja njegove učestale pojave u českoj. *Šumarski list*, 135, 477-486. ISSN: 0373-1332.

VAVROUŠEK, B. 1938. *Literární atlas československý*. Díl 2. Praha: Prometheus.

VONDRA, R. 2012. *Peníze v moderních českých dějinách*. 1. vydání. Praha: Academia, 273 s. ISBN 978-80-200-2130-4.

WALLNER, W. E. 2000b. *Lymantria monacha*. NAFC-ExFor Pest Report. Created 1998, modified 2000.

WEBB, R. E., WHITE, G. B., & THORPE, K. W. 1995. Response of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) larvae to sticky barrier bands on simulated trees. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 97, 695-700.

ZAHRADNÍK, J. 1997. *Naši motýli*. Praha: Albatros, 457 s. ISBN 80-00-00524-7.

9. Seznam příloh

Příloha číslo 1: Tabulka počtu vajíček, snůšek, intenzita žíru a letu	68
Příloha číslo 2: Foto deníku	69
Příloha číslo 3: Mapa lesní železnice.....	70

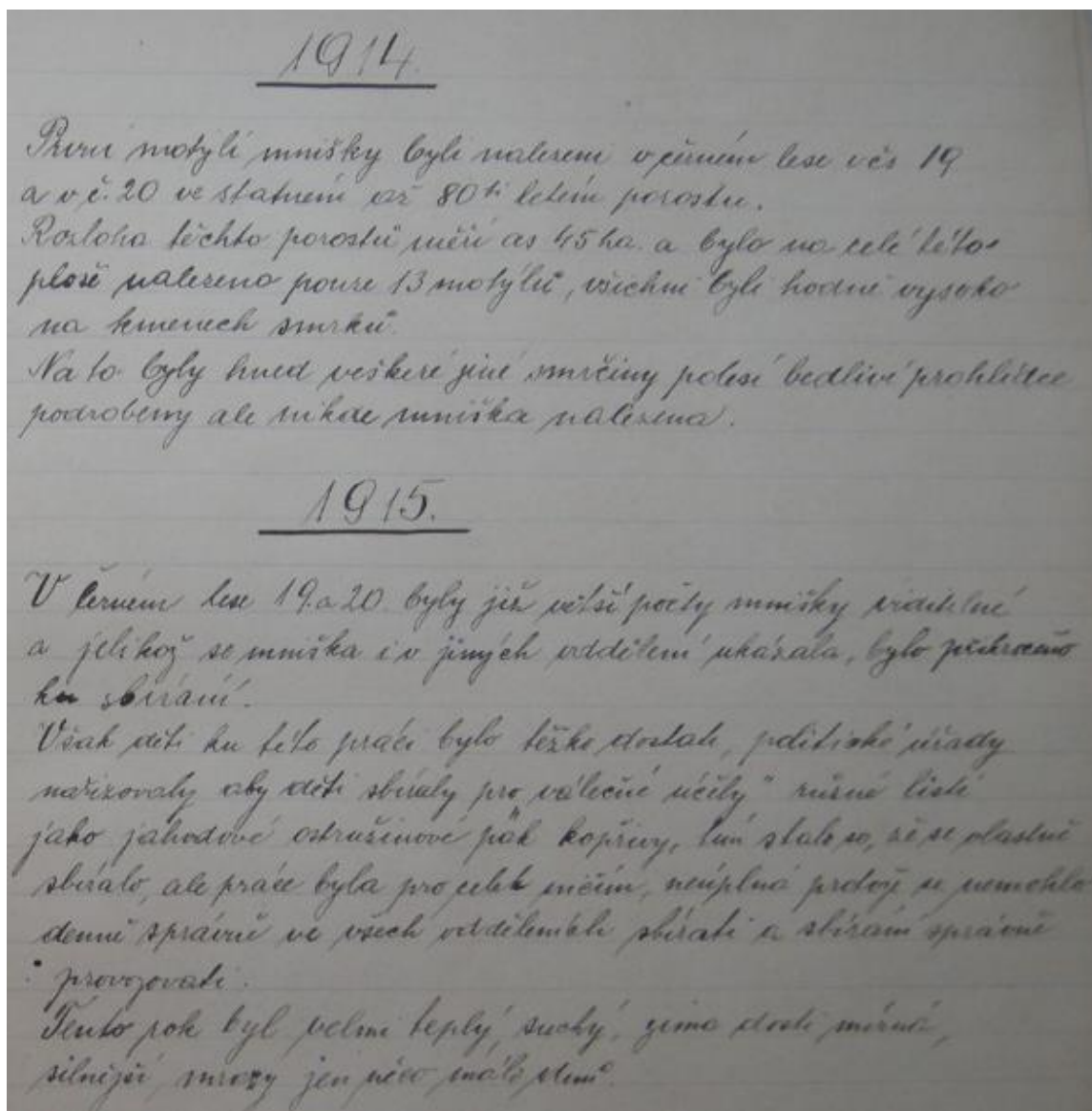
10. Přílohy

10. 1 Tabulka

Oddělení		Studovaný strom		Počet nalezených vajíček						Žír porostů (v %)	Intenzita letu
Číslo	Litr	Dřevina	Stáří	Úhrnem		Do 3 m		Nad 3 m			
				snůšky	vajíčka	snůšky	vajíčka	snůšky	vajíčka		
1	c	3 smrk	45	26	935	16	588	10	347	20	slabý nálet motýlů
2	e	3“	35	23	1050	9	432	14	618	40	“
3	a	1“	45	66	5396	46	4564	20	832	40	silný “
	c	1“	70	87	14382	73	13965	14	417	90	-II- “
5	b	1“	45	11	413	7	357	4	56	30	slabý “
8	c	1“	40	25	316	17	189	8	127	100	silný
	l	1“	50	6	295	5	269	1	26	50	“
10	f	1“	50	64	3922	58	3765	6	157	60	“ silně v r 17/18 probráno
	K	1“	40	48	2581	37	2114	11	567	60	“ až v konečné koruň 3 snůšky 78 vajíček
11	c	1“	40	29	1615	26	1512	3	103	20	nepatrný nálet
12	e	1“	40	64	3343	53	2876	11	467	60	silný
14	a	1“	35	11	207	7	136	4	71	30	“
17	c	1“	50	24	887	20	759	4	128	100	“
	l	1“	65	70	1166	29	588	41	578	100	“
18	b	1“	35	220	13647	153	9863	67	3784	100	“
21	b	1“	40	134	4036	81	2698	53	1338	80	“
22	e	1“	40	34	483	13	141	21	342	100	“
24	e	1“	50	165	7997	83	5332	82	2765	90	“
25	K	1“	70	46	790	21	326	25	464	15	nepatrný
26	a	1“	40	68	1025	48	704	20	321	40	silnější
27	a	1“	60	172	6874	108	5214	64	1660	95	silný
28	d	1“	40	107	4010	61	2170	45	1840	70	“

Příloha číslo 1: Tabulka počtu vajíček, snůšek, intenzita žíru a letu

10. 2 Deník



Příloha číslo 2: Foto deníku

10. 3 Mapa



Příloha číslo 3: Mapa lesní železnice