

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

OBOR: Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu



FENOLOGIE SYPAVKY BOROVÉ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor : Stanislav Jiřikovský

Vedoucí práce : RNDr. Dana Čížková, CSc.



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce:	Stanislav Jiříkovský
Studijní program:	Dřevařství
Obor:	Podnikání ve dřevozpracujícím a nábytkářském průmyslu
Vedoucí práce:	RNDr. Dana Čížková, CSc.
Garantující pracoviště:	Katedra ochrany lesa a entomologie
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Fenologie sypavky borové (<i>Lophodermium pinastri</i>)
Název anglicky:	Phenology of pine needle cast (<i>Lophodermium pinastri</i>)
Cíle práce:	Cílem práce je zachytit vývoj pohlavních plodnic sypavky borové (<i>Lophodermium pinastri</i>) v závislosti na průběhu klimatických podmínek (teplota a vlhkost vzduchu).
Metodika:	V oblasti Řevnic a Mníšku pod Brdy budou vytypovány porosty borovice lesní mladších věkových kategorií, kde bude od dubna do října 2019 pravidelně sledován vývoj plodnic sypavky borové <i>Lophodermium pinastri</i> (tvorba plodnic, otevírání plodnic, uvolňování askospor). Současně bude zaznamenán stav okolní bylinné vegetace, teplota a vlhkost vzduchu. Výsledky by měly sloužit k orientačnímu stanovení vhodné doby postřiku proti sypavce. Z pozorování bude průběžně pořizována fotodokumentace, na konci pozorování vypracován graf zachycující vývoj pohlavních plodnic.
Doporučený rozsah práce:	30-40 stran
Klíčová slova:	sypavka borová, <i>Lophodermium pinastri</i> , bylinná vegetace borových lesů
Doporučené zdroje informací:	<ol style="list-style-type: none">1. Butin H. Tree diseases and disorders. Causes, biology and control in forest and amenity trees. Oxford University Press, New York, Tokyo, 1995. 252 s.2. Černý A. Lesnická fytopatologie. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1976. 347 s.3. Čížková D., Švecová M., Bílý J. Využití mikroskopických znaků při determinaci druhů rodu <i>Lophodermium</i>. Zprávy lesnického výzkumu, svazek 53, Special 2008, s. 36-40.4. Hanlin R. T. Illustrated Genera of Ascomycetes Volume II – druhé vydání, APS Press, 2000. 258 s.5. Hanlin R. T. Illustrated Genera of Ascomycetes Volume I – páté vydání, APS Press, 2001. 263 s.6. Kubát K a kol. Klíč ke květeně České republiky: Akademia, 2002. 928 s.7. Tomiczek Ch. et al. Atlas chorob a škůdců okrasných dřevin - první vydání. Biocont Laboratory, spol. s. r. o., 2005. 219 s.8. Uhlířová H. et al. Symptomy poškození lesních dřevin. Ministerstvo zemědělství a VÚLHM Jíloviště-Strnady, 1996. 244 s.
Předběžný termín obhajoby:	2019/20 LS - FLD

Elektronicky schváleno: 10. 12. 2019
prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 22. 2. 2020
prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.
Děkan

Poděkování:

Velice bych rád poděkovat vedoucí práce RNDr. Daně Čížkové, CSc. za její cenné rady a informace, které mi byly nápomocny k vypracování této bakalářské práci a především i za trpělivost, kterou se mnou měla po celou dobu.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Fenologie sypavky borové" vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si vědom že, na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Řevnicích dne _____

Podpis autora:

(Stanislav Jiřikovský)

Abstrakt:

Závěrečná práce je zaměřena na časový průběh choroby borových jehlic houbovým onemocněním sypavkou borovou (*Lophodermius pinastri*) v brdských lesích mezi Řevnicemi a Mníškem pod Brdy, celkem na 4 plochách o rozloze jedné plochy cca 5-12 000 m² a nadmořské výšce od 220 m.n.m. do 450 m.n.m. Sledovány byly hlavně opadané jehlice pod stromy, kde byl zjišťován výskyt sypavky, a následně zkoumán stav a vývoj plodnic na jehlicích. Po celou dobu sledování byla zaznamenávána teplota a vlhkost vzduchu. Tato práce má zejména pomoci určit vhodnou dobu postřiku proti tomuto typu onemocněním.

Klíčová slova: sypavka borová, časový průběh vývoje plodnic, klimatické údaje, houbové onemocnění jehlic, ochranný postřik

Abstract:

The final work is focused on the time course of the disease of pine needles by the fungal disease needle cast *Lophodermius pinastri* in the Brdy forests between Řevnice and Mníšek pod Brdy up to 450 m.n.m. Especially the fallen needles under the trees were monitored, where the occurrence of needle cast was searched, which was subsequently examined the condition and development of the fruiting bodies on the needles. Air temperature and humidity was recorded throughout the observation period. This work is mainly to help determine the appropriate spraying time against this type of disease.

Key words: time course of the development of fruiting bodies, fungal diseases of needles, needle cast of Pine, chemical protection

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce	9
3	Literární přehled	10
3.1	Co jsou sypavky	10
3.2	Sypavka borová (<i>Lophodermium pinastri</i>)	11
3.2.1	Hostitele sypavky borové	12
3.3	Ostatní druhy sypavek na našem území	13
3.3.1	Sypavka borovicová (<i>Lophodermium seditiosum</i>)	13
3.3.2	Hnědá sypavka (<i>Mycosphaerella dearnessii</i>)	13
3.3.3	Červená sypavka borovice (<i>Mycosphaerella pini</i>)	13
3.3.4	Sypavka sněžná (<i>Phacidium infestans</i>)	14
3.3.5	Mramorová sypavka borovice (<i>Cyclaneusma minus</i>)	14
3.3.6	Sypavka kosodřeviny (<i>Hypodermella sulcigena</i>)	14
3.3.7	Sypavka vejmutovková (<i>Meloderma desmazieri</i>)	15
3.3.8	Sypavka smrková (<i>Lophodermium piceae</i>)	15
3.3.9	Sypavka smrku (<i>Lirula macrospora</i>)	16

3.3.10	Sypavka modřínu (<i>Mycosphaerella laricina</i>)	16
3.3.11	Skotská sypavka douglasky (<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>)	17
3.3.12	Švýcarská sypavka douglasky (<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>)	17
3.4	Rzi borovic	17
3.5	Ochrana proti sypavce borové	20
4	Metodika práce	21
4.1	Praktická část sledování	21
4.2	Okolní byliny v místě sledování sypavky	26
4.2.1	černýš luční (<i>Melampyrum pratense</i>)	26
4.2.2	černohlávek obecný (<i>Prunella vulgaris</i>)	28
4.2.3	vrtič obecný (<i>Tanacetum vulgare</i>)	30
4.2.4	chrpa luční (<i>Centaurea jacea</i>)	32
4.2.5	zvonek okrouhlostý (<i>Campanula rotundifolia</i>)	34
4.3	Laboratorní práce	35
4.4	Měření meteorologických prvků	36
5	Výsledky a diskuse	37
6	Závěr a doporučení	42
7	Reference	45

8	Seznam obrázků.....	47
9	Seznam tabulek a grafů	49

1 Úvod

V poslední době se stále častěji řeší problematika klimatických změn. Největším problémem je znečišťování ovzduší skleníkovými plyny, které způsobují globální oteplování. Úzce spjat s touto problematikou je ekosystém lesa, kterého bychom si měli nejenom vážit, ale hlavně ho chránit. Proto bychom se neměli soustředit pouze na současné problémy ohledně snižování škodlivých látek, ale také se zabírat problematikou škodlivých činitelů lesa.

Tyto činitele rozdělené na biotické a abiotické v zásadě vypovídají o celkovém stavu lesa. Zatímco abiotické nemůžeme přímo ovlivnit, jelikož se v tomto případě jedná o vítr, déšť, sních či suché období s požáry, tak s biotickými činiteli můžeme pracovat v aktuálním čase. Mezi biotické činitele se řadí například lesní zvěř, hlodavci, hmyz či houbová onemocnění. Je ale potřebné si uvědomit, že někteří tito činitelé žijí ve vzájemné symbióze a proto bychom měli být opatrní v jejich případném vymýcení, které by mohlo mít v budoucnu daleko horší následky, než v současnosti.

V této práci se budu věnovat houbovému patogenu, který napadá jehličnaté dřeviny, konkrétně v největší míře borovice, ale tento typ onemocnění můžeme najít hojně i na smrku a jiných jehličnatých dřevinách. Sledování se konkrétně týká sypavky borové (*Lophodermium pinastri*). Napadení touto houbou má za následek opadávání jehlic, kterému předchází jejich zežloutnutí. Tento druh houbového onemocnění se běžně vyskytuje ve větší míře, a byl zjištěn takřka pod každým stromem borovice. Jedná se o mikroskopickou houbu a tak je obtížné ji pouhým okem zaznamenat natož zdokumentovat klasickým fotoaparátem, proto byly fotografie pro tuto práci pořízeny mobilním telefonem Microsoft Lumia 950.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo sledování časového průběhu vývoje sypavky borové, zachycení doby zrání plodnic a doby největšího infekčního tlaku pro určení vhodného období ochranného postřiku. Součástí výzkumu bylo sledování okolní vegetace jako jednoduchého indikátoru pro dobu postřiku, a měření teploty vzduchu. Hlavním přínosem a tedy i cílem je ochrana nových sazenic před napadením touto mikroskopickou houbou a tím znemožnění dalšího rozšiřování na ostatní borovice, včetně snížení nákladů i práce s jejich nahrazováním dalšími výsadbami nových stromků.

Tato bakalářská práce byla spíše praktického charakteru, jelikož má za cíl pomoci lesníkům s ochranou a zlepšení zdravotního stavu lesa, s čímž souvisí i ekonomický charakter v podobě snížení nákladů na souše či další nové výsadby, jelikož se tyto nemalé částky peněz mohou využít jinde včetně času, který je na to vynaložen.

3 Literární přehled

3.1 Co jsou sypavky

Jako „sypavka“ označujeme onemocnění asimilačních orgánů, tedy jehlic jehličnatých dřevin, která má za následek úhyn a opadávání jehlic se kterým souvisí následná snížená odolnost stromu a může dojít k jeho částečnému či úplnému úhynu (Palovčíková, 2017).

Důvod opadu jehlic může být fyziologický, abiotický, nebo biotický vlivem napadení právě již zmíněnými parazitickými houbami (Šrůtka, 2003).

Mezi první příznaky infikovaného jehličnatého stromu patří drobné žluté skvrny na jehlicích, které se vyskytují od září až do počátku zimy. Následuje hnědnutí jehlic, indikuje, že se jedná právě o sypavku. Zpravidla toto hnědnutí nebývá pouze lokální (Kopřiva, 2013).

Napadení borovice lesní sypavkou může mít za příčinu hned několik druhů hub, ačkoliv je velmi pravděpodobné, že se bude jednat právě o nejčastěji vyskytovanou vřeckatou houbu sypavku borovou (*Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall.), označovanou taktéž jako skulinatec borový. Vzhledem k možným záměnám a obtížnému vizuálnímu rozeznání si ji můžeme splést s dalším druhem vřeckaté houby *Lophodermium seditiosum*, která se u nás také vyskytuje, ačkoliv její výskyt bývá nižší, ale účinky bývají agresivnější než u prvně zmíněného druhu. Průběh onemocnění se liší dle druhu sypavky, ačkoliv pro všechny má stejný důsledek kterým je opad jehlicí a tím znemožnění normálního růstu stromu. Občas dojde i k celému odumření větve či celého stromu. Prvotním zjištěním, že je strom infikován sypavkou je zbarvení jehlic do žluta/oranžova s drobnými tečkami ze kterých následující rok na jaře začínají růst tmavě hnědé či černé plodnice. Vyvrálé plodnice se následně otevírají a uvolňují výtrusy do okolí, které následně celý tento proces spustí znovu a znovu infikují další jehlice. Proto je důležité určit dobu otevírání plodnice, kdy je nejvhodnější začít s postřikem proti sypavce a tím zamezit její plošné šíření mezi ostatní stromy (Šrůtka, 2003).

Sypavky se vyskytují vždy v plantážích výsadby borovic, tedy nezáleží na poloze či specifickém místě. Napadají různé druhy borovice – borovici černou, b. kleč, b. blatku, limbu

a ostatní cizokrajné druhy borovic u nás pěstované, dále také ostatní jehličnaté stromy – smrk a jedli (Šrůtka, 2003).

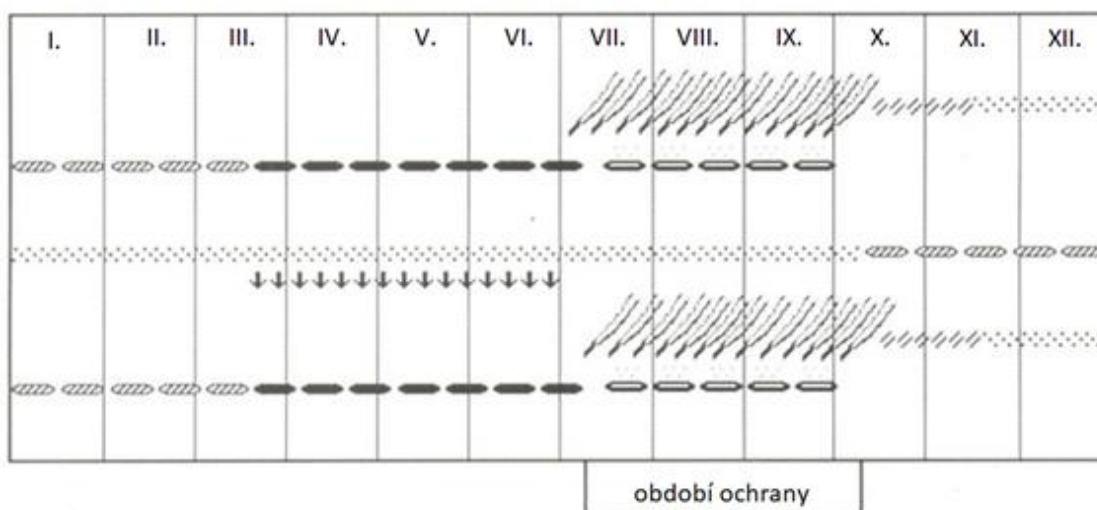
Sypavky se ve vědecké klasifikaci řadí pod:

Oddělení:	<i>Ascomycota</i>
Podkmen:	<i>Pezizomycotina</i>
Třída:	<i>Leotiomycetes</i>
Řád:	<i>Rhytismatales</i>
Čeleď:	<i>Rhytismataceae</i>







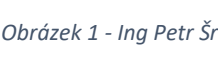
3.2 Sypavka borová (*Lophodermium pinastri*)

Sypavka borová je velice citlivá na sucho, takže v suchých letech nedochází k takovému šíření této choroby a tedy i samotnému poškození borovic. Zároveň má velice ráda plochy se slabým prouděním vzduchu. Naopak v období, kdy je vysoká vlhkost vlivem dešťů můžeme očekávat významné šíření sypavky, zvláště pokud se v předchozím období vyskytovalo jen málo srážek (Šrůtka, 2003).

Schéma typického dvouletého vývojového cyklu sypavky borové



Vysvětlivky:

-  zdravé jehlice nového ročníku
-  první příznaky - skvrnitost jehlic
-  vývoj a výskyt pyknid na jehlicích
-  hlavní období rezavění a opadu jehlic
-  počátek vývoje plodnic (hysterothecia)
-  nezralé plodnice
-  hlavní období nákazy - zralé plodnice

Obrázek 1 - Ing Petr Šrůtka 2003

3.2.1 Hostitele sypavky borové

Mezi základní hostitele sypavky borové patří:

- borovice černá (*Pinus nigra*)
- borovice kleč (*Pinus mugo*)
- borovice těžká (*Pinus resinosa*)
- borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

3.3 Ostatní druhy sypavek na našem území

Mezi nejčastěji vyskytované druhy sypavek na našem území, které se v literaturách objevují, se řadí:

3.3.1 Sypavka borovicová (*Lophodermium seeditiosum*)

Sypavka borovicová (*Lophodermium seeditiosum*) je ze starých zdrojů považována za tu samou sypavku, jako sypavka borová (*Lophodermium pinastri*), avšak dle nových výzkumů se tyto 2 sypavky od sebe trochu liší. Nepatrnou odlišností je jejich barva, naopak tvar hysterothecia a zonální linie jsou zcela jiné, to je však možno poznat pouze při mikroskopickém zkoumání. Co se týká symptomů a projevu nákazy je takřka totožná s již zmíněnou zaměňovanou sypavkou borovou (*L. pinastri*). Koncem léta se tedy objevují žluté skvrny na jehlicích, které se postupně zvětšují a hnědnou. Na jaře vyrůstají černé plodnice-hysterothecia a za dostatečně vlhkých podmínek se otevírají a uvolňují askospory, které následně infikují koncem léta další jehlice borovice. Zásadním rozdílem oproti sypavce borovicové je vzhled, kdy u sypavky borové jsou navíc s plodnicemi vyskytující se příčné černé linie (Čížková, Švecová & Bílý, 2019).

3.3.2 Hnědá sypavka (*Mycosphaerella dearnessii*)

Tato sypavka je velice podobná červené sypavce borovic (*Mycosphaerella pini*). Její původ je ve Střední Americe a současný výskyt je celosvětový. Typ sypavky červené (*Mycosphaerella pini*) byl na našem území zjištěn v roce 2000 při dovozu sazenic borovice černé a borovice kleč z Maďarska. Konkrétně sypavka červená (*Mycosphaerella dearnessii*) byla objevena až v roce 2007 na Třeboňsku na borovici blatce. Infikuje hlavní starší jehlice. Závažnost této infekce je stejná jako u níže zmíněné často zaměňované sypavky červené (*Mycosphaerella pini*) (Tomiczek, 2005).

3.3.3 Červená sypavka borovice (*Mycosphaerella pini*)

Sypavka červená je řazena mezi karanténní škodlivé organismy podle vyhlášky č.83/1997 Sv. v příloze č.1, která se v případě nálezu musí nahlásit podle odst. 2 paragrafu č.4

zákona 174/1996 o rostlinolékařské péči. Období infekce je od poloviny května do července a hlavním symptomem je skvrnitost jehlic do červena. Mezi hostitele borovice patří i smrk. Doporučuje se používat osvědčený postřik měďnatými fungicidy v minimálních 2 počtech opakování v době infekce. V případě organických postřiků je interval stanoven na opakování po 2-3 týdnech. Sypavka červená infikuje primárně borovici černou a borovici kleč ve školkách, postup ochrany však doposud není pevně definován, avšak lze využít metodiky stejné jako na sypavku borovou (Jankovský & Palovčíková, 2016).

3.3.4 Sypavka sněžná (*Phacidium infestans*)

Sněžná sypavka se vyskytuje ve vyšších a horských oblastech a napadá hlavně douglasku. Její největší výskyt je na Slovensku v Tatrách a v Rakousku. Ideální podmínky jsou v místech, kde se nachází v co nejdelší dobu sníh právě kvůli dostatečné zásobě vlhkosti. Vzhledem k suššímu období na našem území je její výskyt zanedbatelný v porovnání s ostatními druhy sypavek (Jančařík & Procházková, 2000).

3.3.5 Mramorová sypavka borovice (*Cyclaneusma minus*)

Plodnice této sypavky vyrůstají již na odumřelých jehlicích. Barva je bílá až bezbarvá a podobná odumřelé jehlici. Výskyt je v málo vzdušných a vlhkých lokalitách a dokonce i ve školkách, kde jsou mladé sazenice pěstovány pod závlahou. Mezi hostitele patří borovice černá (*Pinus nigra*), borovice kleč (*Pinus mugo*), borovice pokroucená (*Pinus contorta*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Plošné šíření této sypavky je zhruba pár km/rok, a tak je doporučena ochrana pomocí přípravků Bravo Weather Stik, Echo 720, přípravky na bázi mancozebu (48 hodinový odstup mezi postřiky), Fore 80WP, Pentathlon DF, Protect DF, Spectro 90WDG s 12 hodinovým odstupem jednotlivých postřiků. Případně zajistit pro strom dostatek živin a spodní vody (Wikipedia, 2020).

3.3.6 Sypavka kosodřeviny (*Hypodermella sulcigena*)

Sypavka kosodřeviny (*Hypodermella sulcigena*) je původce sypavky borovice lesní, borovice černé a kosodřeviny. Působí zpravidla ve vyšších nadmořských polohách a infikuje stromy veškerých věkových kategorií, avšak nejvíce stromy od 10 do 40 let. K infekci dochází

začátkem léta, první příznaky jsou viditelné jeho koncem. V literatuře o této sypavce není příliš mnoho zmínek. První zmínka o ní (Kalandra, 1938) ohledně výskytu ze Šumavy a Tater, druhá (Příhoda, 1959) ohledně výskytu z Vyšných Hágov (Longauerová, Mařová, Tučeková, Kunca & Leontovč, 2017).

3.3.7 Sypavka vejmutovková (*Meloderma desmazieri*)

Jak již sám název napovídá, tak je tato sypavka specifická pro vejmutovku. Sypavka vejmutovková byla zavlečena na naše území společně s vejmutovkou někdy okolo 90. let, kdy byl zaznamenán kalamiční stav napadení touto houbou v parku České Švýcarsko. Měla však i pozitivní vliv, kterým bylo utlumení šíření vejmutovky (uvítáno hlavně CHKO a NP České Švýcarsko). Její výskyt je po celém území, ale nepředstavuje v současné době větší hrozbu (pouze horší růst a estetický vzhled vejmutovky), aby se musela řešit případná ochrana stromů. I přesto však tato sypavka ve větší míře dokáže poškodit strom, kdy odumře celá napadená větev či výhon. Cílovou věkovou skupinou jsou takřka veškeré věkové kategorie stromů. Nejobvyklejší výskyt je ve vlhčích místech v okolí potoků (Liška, Lubojacký, Knížek & Modlinger, 2015).

3.3.8 Sypavka smrková (*Lophodermium piceae*)

Sypavka smrková (*Lophodermium piceae*) bývá často zaměňována s níže zmíněnou sypavkou smrku (*Lirula macrospora*). Rozdíl mezi těmito dvěma sypavkami je ten, že *Lophodermium piceae* se vyskytuje na opadaném jehličí jak smrku ztepilém (*Picea abies*), smrku pichlavém (*Picea pungens*), smrku sitka (*Picea sitchensis*) – na tomto druhu smrku je v ČR prozatím výskyt nepotvrzen. Výskyt je však potvrzen i na jedli. Oproti níže zmíněné sypavce tato zapříčiní velmi rychlé opadání jehličí po zesvětlení a zhnědnutí. Tvar plodnice je oválný oproti druhu *L. macrospora*, který je podlouhlý. Uvolňování výtrusů začíná z jara či počátkem léta za teplejších a vlhčích podmínek. Výskyt ve školkách je ojedinělý. Sypavka se podílí na samočištění větví a prosvětlení koruny, proto se vyskytuje nejvíce v přehoustlých výsadbách ve vlhkém prostředí s mírným prouděním vzduchu (Patočková, 2014-2020).

3.3.9 Sypavka smrku (*Lirula macrospora*)

Tato sypavka je infekční pouze pro smrky, konkrétně v našich podmínkách se jedná o smrk ztepilý a smrk omorika. V jiných zemích například i smrk pichlavý a smrk sivý. Projev nákazy je zrezivění/zežloutnutí/zfialovění a následné zhnědnutí, které způsobí následný rok opad jehličí. Tento druh sypavky se nepovažuje za příliš vážné infekční onemocnění stromu z důvodu, že se jedná spíše o estetický problém, který nám znemožní další využití této dřeviny pro účely dekorace (prodej vánočních stromků, adventní výzdoby, výzdoby na dušičky či využití chvojí na ochranu rostlin před mrazem). Obvykle se tato sypavka vyskytuje spíše lokálně na ojedinělých stromech a nedochází tak k masivnímu šíření mezi ostatní stromy. Životní cyklus sypavky smrku jsou 2-3 roky, proto v případě ochrany či prevence postřikem fungicidních látek se doporučuje provádět postřik v intervalech po dobu 3 let. Mezi ostatní prevence proti tomuto druhu sypavky se považuje prořezání zahuštěných stromů, aby byla dostatečně prosvětlená koruna či výsadba zdravých sazenic do lokalit, kde se tato sypavka nevyskytuje. V případě silného napadení sypavkou je doporučeno strom pokácet (Tomiczek, 2005).

3.3.10 Sypavka modřínu (*Mycosphaerella laricina*)

Tento druh sypavky je infekční pro modřín opadavý (*Larix decidua*), avšak vzhledem ke skutečnosti, že modřín každoročně shazuje jehlice a dalším rokem vyráží nové, nepředstavuje tato sypavka vážnou hrozbu, proto není doporučena ani žádná ochrana v podobě fungicidních postřiků. Možností eliminace nákazy však může být například výsadba nových stromků ve větších vzdálenostech dál od sebe případně do vhodných míst, kde je dostatečné proudění vzduchu. Pokud by se ale sypavka vyskytovala na modřínu každoročně a ve větší míře, může to strom oslabit a být náchylnější v zimě na umrznutí větví (podobný příznak jako seschnutí), případně může být náchylnější na jiné choroby a škůdce vůči kterým je za normálních okolností imunní. Hlavním obdobím projevu tohoto druhu sypavky je červen až srpen. Doba nákazy je v jarním období, kdy sypavka modřínu infikuje mladé jehlice, na kterých se následně tvoří černé plodnice, které dále zrají a produkují askospory pro další koloběh nákazy. Napadené jehlice zhnědnou a opadají jako v případě ostatních druhů sypavek (Tomiczek, 2005).

3.3.11 Skotská sypavka douglasky (*Rhabdocline pseudotsugae*)

K nákaze tímto druhem sypavky (*Rhabdocline pseudotsugae*) dochází již od dubna uvolněnými askosporami, které infikují nově rašící jehlice. Skotská sypavka douglasky postihuje vždy jeden ročník jehlic, takže při silném opakování infekce zůstanou na stromě pouze starší jehlice, pokud se ovšem nejedná o příliš starý strom, který díky oslabení touto houbou ztrácí přirozenou odolnost a může dojít k úhynu (seschnutí) celého stromu vlivem napadení jinými patogeny. V případě výsadby mladých stromů může při opakovaném napadení sypavkou dojít také k úhynu. Příznaky nákazy jsou viditelné již na podzim, kdy se objevuje drobné žluté tečkování na jehlicích, které se nástupem jara přeměňuje na červenohnědé až nafialovělé mramorování a jehlice postupně celé hnědnou. Plodnic-apothecia polštářkového tvaru 2-4 mm velikosti mají žlutooranžovou až hnědou barvu a zrají v průběhu května až června. Jehličí takto napadené v následujícím roce odumře a na podzim zcela opadá. První výskyt u nás evidujeme v bývalém Československu roku 1938, avšak první zmínky sahají až k roku 1911 v Severní Americe (Pešková, 2003).

3.3.12 Švýcarská sypavka douglasky (*Phaeocryptopus gaeumannii*)

K nákaze tímto druhem sypavky (*Phaeocryptopus gaeumannii*) dochází v květnu až červnu na nově rašících jehlicích a představuje pro strom velké nebezpečí jako ostatní sypavky, jelikož způsobuje zasychání a opadávání jehlic. Na jaře se objevuje žlutozelené mramorování jehlic, které přes léto celé změní barvu do béžova. Zárodky plodnice kulovitěho tvaru černé matné barvy se objevují na spodní straně jehlic seřazených rovnoběžně v několika řadách, které dozrávají na jaře příštího roku. Výskyt tohoto druhu sypavky se zprvu vyskytuje ojediněle, ale postupem času je rozšířena mezi ostatní stromy douglasek všech věkových kategorií. V ČR se první výskyt tohoto druhu sypavky zaznamenal v roce 2002, avšak její první zmínka sahá až k roku 1926 (Pešková, 2003).

3.4 Rzi borovic

Kromě sypavek jsou jehličnaté dřeviny ohroženy dalšími mikroskopickými houbami a zejména různými druhy rzí (Urediniomycetes). V této kapitole jsou uvedeny nejdůležitější rzi na našich jehličnanech.

Rzi nenapadají pouze stromy, jako tomu je u sypavek, ale napadají i okolní vegetaci, zejména byliny, které slouží právě jako mezipřenositelé rzi, které dále přenáší infekci na stromy. Proto je důležité se při onemocnění rzemi soustředit právě na okolní vegetaci. Dalším rozdílem oproti sypavkám je, že rzi se objevují kromě jehličnatých stromů i na stromech listnatých. I přes tyto rozdíly je průběh a způsob infekce podobný. Ochrana proti této infekci může být buď fungicidními postřiky, jako proti sypavkám v intervalu 7-14 dnech s rozdílem, kdy začátek doby postřiku je od prvotního rašení nových jehlic (začátek května) a doporučení opakování postřiku minimálně 2x-3x, nebo důkladné vymýcení okolní vegetace bylin/dřevin, které slouží jako mezipřenositelé rzi. Druhá varianta je ovšem náročná, avšak nejvíce účinná. U rzi vejmutovky se doporučuje řez celých napadených větví (Jančařík, 1999).

1) Rez jehlicová (*Coleosporium tussilaginis*)

Tato choroba se vyskytuje již ve školkách, avšak první symptomy infekce se dají poznat až v pokročilejším stádiu vývoje, tedy ve výsadbách. Následky napadení rzi jehlicovou mohou znamenat odumření celé sazenice. Nejčastějšími mezipřenositeli okolní vegetace jsou starčky, zvonky, podběl, devětsil, mléč, oman, světlík, kokrhel, černýš, sasanka a havez. Obvykle rez jehlicová napadá jednoleté borové jehlice (Jančařík, 1999).

2) Rez sosnokrut (*Melampsora populnea*)

Tento druh rzi napadá právě krom jehličnatých stromů (borovici lesní, borovici černou a kosodřevinu neboli borovice kleč) i listnaté stromy (osika a topol bílý), ovšem kvůli malému výskytu topolu bílého je po již zmíněných jehličnatých stromech nejčastěji vyskytovaným hostitelem listnatého stromu právě osika. Hlavní doba infekce je na jaře, kdy na opadaných listech rez dozrává a uvolňuje výtrusy, které následně infikují nové jehlice borovice. Napadení tím druhem rzi však poznáme až od poloviny května, kdy se objevují světlé skvrny, které se mění v žluto-oranžové puchýřky. Bohužel semenáčky po napadení touto rzí zcela uhynou, dvou a více leté sazenice se snaží infekci obalit pryskyřicí, což má za následek deformaci, ohýbání a celkovému kroucení stromku (Jančařík, 1999).

3) Rez vejmutovková (*Cronartium ribicola*)

Tato rez patří mezi další, která neinfikuje pouze borovici. Mezi dalšími hostiteli jsou rybíz a angrešty, avšak nejvíce nejméně odolný je právě rybíz černý.

Rozdílem oproti výše zmíněným 2 druhům rzi je ten, že infikuje jak jednoleté, tak i více leté jehlice, a to v období druhé poloviny léta až do podzimu výtrusy z dozrálých ložisek rzi. Rez se může vyvíjet i několik let, právě díky šíření od jehlic až po kůru. Pokud se rez dostane až do kmínku, může to mít pro strom fatální následky. Rez vejmutovka zapříčiňuje různé tvarové výrůstky - aecie, na větvích a kmenech. Ochranou mohou být postřiky, avšak nejúčinnější je ořezání napadených větví či pěstování a vysazování borovic v místech s absencí výsadby rybízů či chatařských oblastí (Jančařík, 1999).

4) Rez březová (*Melampsorium betulinum*)

Tato rez, jak již sám název vypovídá je spjat s listnatými stromy bříz. Hostitelem je právě bříza, která díky napadení rzi může shodit veškeré listí předčasně začátkem léta. Druhým hostitelem je však překvapivě i modřín, který se infikuje rzi březovou spíš jen sporadicky. Vážnost však této rzi je malá, a tak na ni nemusíme brát velký zřetel (Jančařík, 1999).

5) Rez vrbová (*Pucciniastrum epilobii*)

Tato choroba postihuje pouze jedli (*Abies*), která způsobuje opad jehlic a ohrožuje hlavně mladé stromy, které jsou využívány jako vánoční stromky. Letní výtrusy, které následně infikují jehlice borovic se tvoří na listech vrbovky (*Epilobium*), proto je hlavní metodou eliminace této infekce pěstování sazenic v místech, kde se vrbovka nevyskytuje s čímž souvisí i následná výsadba. Vzhledem ke skutečnosti, že zastoupení jedle na našem území je malá a tudíž ještě menší pravděpodobnost výsadby poblíž vrbovky, je tato choroba absolutně nezávažná a nepředstavuje prozatím žádná vážná rizika. Pokud už se na jedli vyskytne tato houba, vyskytne se na spodní části jehlic, kde se vytváří bílé puchýřky (Wikipediaorg, 2019).

6) Rez borová (*Cronartium flaccidum*)

Mezihostitelem pro tuto rez jsou byliny. Převážně se jedná o hořec žlutý (*Gentiana lutea*), tolitu lékařskou (*Vincetoxicum hirundinaria*) či pivoňku (*Paeonia*). Hlavními symptomy na borovici jsou oranžovo-žluté aecie puchýřkového tvaru vyskytující se na kmenech, které způsobují ronění pryskyřice a následné praskání kůry. Tento symptom se objevuje v průběhu dubna až do června. Jehlice postupně žloutnou a následně opadají. Při silné

nákaze zprvu odumírají větve a následně celý strom, obvykle však u starších stromů až po několika letech nákazy. Záměna může být se rzí vejmutovkovou, kterou provázejí podobné symptomy. Na listech bylin se objevují oranžové skvrny, na kterých se vyvíjejí uredia a později na rubu listu telia s teliosporami sloupcovitého tvaru, které způsobují lokální zaschnutí, případně celý opad listu (Juroch, 2014-2020).

3.5 Ochrana proti sypavce borové

Ochrana je určena primárně pro školky, ve kterých se pěstují borové sazenice a hlavní prevencí proti výskytu sypavky je postřik, který má zabránit infekci nenapadaného jehličí a tím zamezit celkové šíření mezi ostatní sazenice. Pro samotné infikované sazeničky, které už mají nakažené jehlice sypavkou, není možné provést žádný kurativní zásah, tedy takový zásah, který by mohl pomoci nakaženou sazenici vyléčit (Šrůtka, 2003).

K postřiku proti sypavce jsou vhodné fungicidy uvedené v Seznamu povolených přípravků na ochranu lesa vydávaným a pravidelně novelizovaným Ministerstvem zemědělství ČR (Šrůtka, 2003).

Prozatím neexistuje žádná natolik účinná metoda ochrany sazenic či už dospělých stromů proti sypavce, která by dokázala zcela zamezit nákaze, i přesto ale můžeme pomocí některých technologických opatření snížit šíření infekce a tím i zlepšit účinnost dosud schválených fungicidních postřiků (Šrůtka, 2003).

Ochranu proti sypavce můžeme provést 2 způsoby:

- 1) Metoda chemické ochrany
- 2) Metoda biotechnické obrany

Metodou chemické ochrany rozumíme pravidelně se opakující postřiky fungicidy v daných termínech s většinou 14 ti denními opakujícími se intervaly. První postřik musí být proveden nejpozději mezi 10.-15. červencem, po kterém následují další postřiky až do konce

října, obvykle stačí pouze 2 následující, tedy celkově 3 postřiky. Tento způsob postřiku byl stanoven dlouholetým sledováním vývoje sypavky na borovicích a celého jejího cyklu spočívajícího v šíření nákazy na ostatní borovice. Právě z dlouholetého výzkumu bylo zjištěno, že na účinnost chemické ochrany má zásadní vliv termín zahájení postřiku, dále také intervaly opakovaných postřiků a nadále se nesmí zapomenout na účinnost postřikové techniky, která má za cíl co největší pokrývnosti a rovnoměrnosti postřiku jehlic v celém okolí. Právě technická úroveň postřiků zásadně ovlivňuje míru dávky jichy na hektar. Obvyklá spotřeba při vysokoobjemové aplikaci je 1000 l/ha, avšak při použití dokonalejších strojů se může snížit i na 50-200 l/ha, kde docílíme velmi jemného rozmlžení po okolí nutného při nízkoobjemových aplikacích (Šrůtka, 2003).

Druhá metoda nazvaná biotechnickou obranou spočívá v podpoření vitality a odolnosti pěstovaných sazenic. Tím rozumíme například výsadbu sazenic ve školkách co nejvzdálenějších od borových porostů a také ne v blízkosti vodotečí či v uzavřených údolích kvůli zvýšené vlhkosti, která má vliv na výskyt a intenzitu napadení. Dále také záhony pravidelně zorat, aby se snížil infekční tlak z opadaných jehlic, a ty naopak zetlely v půdě. V neposlední řadě také střídat výsadbu borovic ve školkách s listnatými dřevinami a nezapomínat ani na hnojiva, zejména o hnojiva s přiměřeným obsahem biogenních prvků, tedy krom dusíku i dostatek fosforu, draslíku, hořčíku, vápníku, železa, bóru i dalších stopových prvků (Šrůtka, 2003).

4 Metodika práce

4.1 Praktická část sledování

Cílem první části práce bylo najít vhodná stanoviště s celkově mladšími porosty dostatečně vzdálenými od sebe a s rozdílnou nadmořskou výškou. Vybraná místa měla tyto parametry:

1. Plocha
 - nadmořská výška cca: 250 m.n.m.
 - stáří stromů cca: 20 let
 - plocha cca: 20 000 m²

2. Plocha

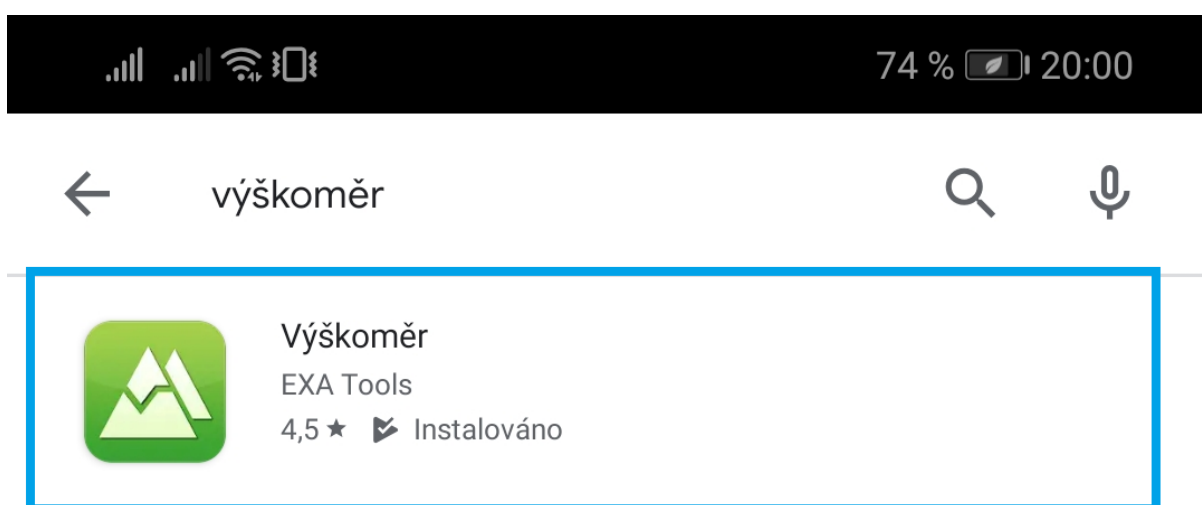
- nadmořská výška cca: 370 m.n.m.
- stáří stromů cca: 15-20 let
- plocha cca: 5 000 m²

3. Plocha

- nadmořská výška cca: 460 m.n.m.
- stáří stromů cca: 25 let
- plocha cca: 15 000 m²

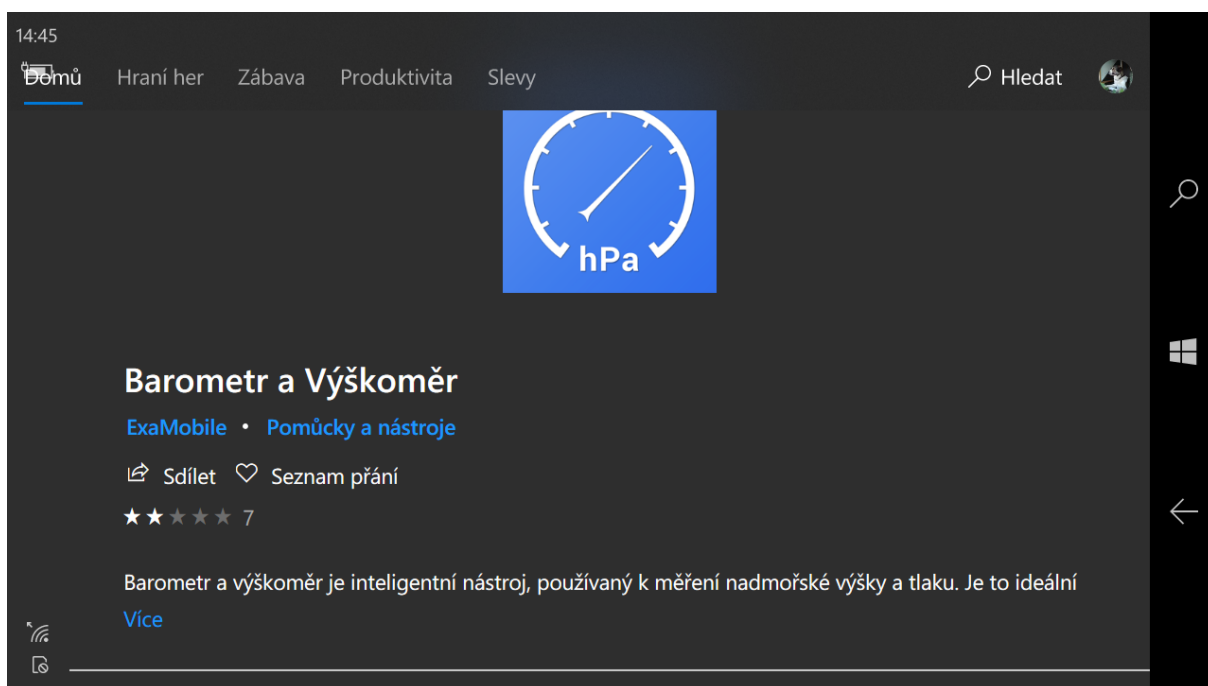
Nadmořská výška byla měřena pomocí mobilních telefonů s aplikacemi staženými z obchodů. Telefony byly vybrány dle současné situace zastoupení mobilních tří nejpoužívanějších platforem, tedy Android, Windows Phone a iOS. Tato zařízení byla vybrána jak z důvodu různých platforem mobilních systémů, tak i kvůli upřesnění měření, avšak všechna 3 zařízení naměřila stejné hodnoty lišící se pouze o pár metrů.

V případě nejvíce uživatelsky zastoupené mobilní platformě Android se jednalo o aplikaci staženou z Obchodu Play s názvem „Výškoměr“ od vydavatele EXA Tools, která je k dispozici pro drtivou většinu mobilních chytrých telefonů se systémem Android i s grafickými nastavbami výrobců (LG, Samsung, Xiaomi, Doogee, Alcatel, Huawei, ...).



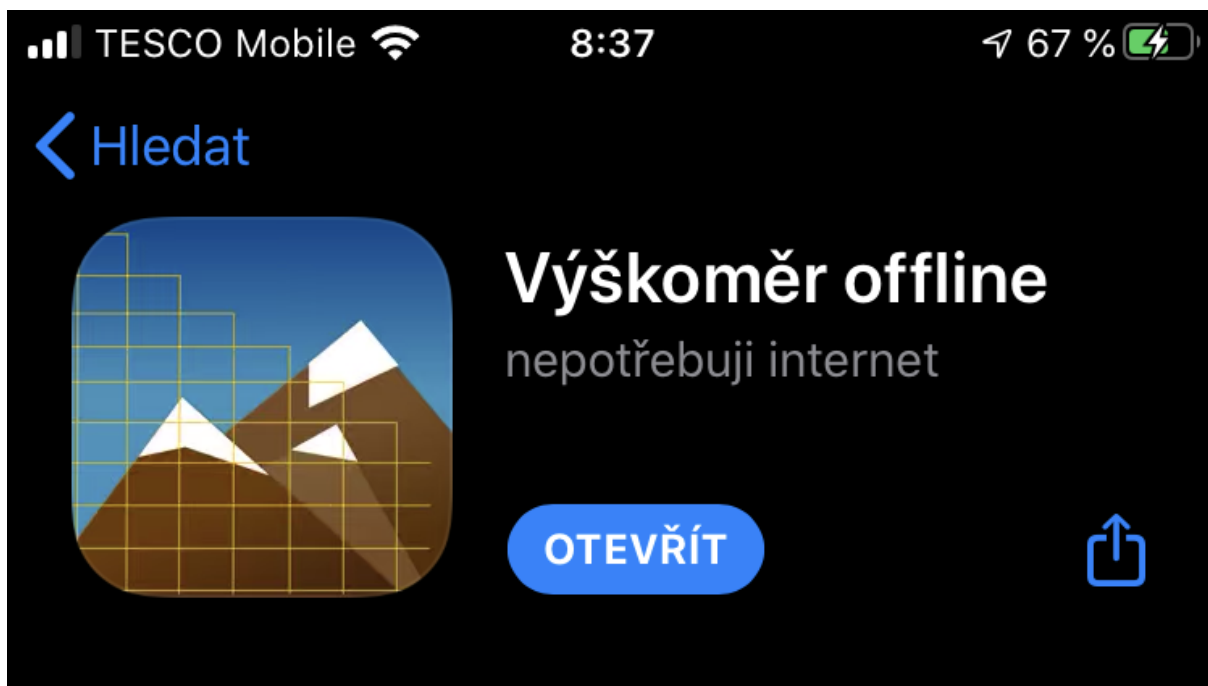
Obrázek 2 - Výškoměr aplikace Android

Pokud nevyužíváte zařízení se systémem Android a vlastníte již ne moc využívané starší mobilní platformy Windows Phone, je nejvhodnější aplikace viz. obrázek níže (která je shodou náhod od stejného vydavatele jako pro systém Android). Ta je k dispozici pro zařízení Nokia a Windows Phone podporující nejnovější systém Windows 10, následně Acer M220 a v poslední řadě Alcatel Idol 4s taktéž s operačním systémem Windows 10.



Obrázek 3 - Výškoměr aplikace WP

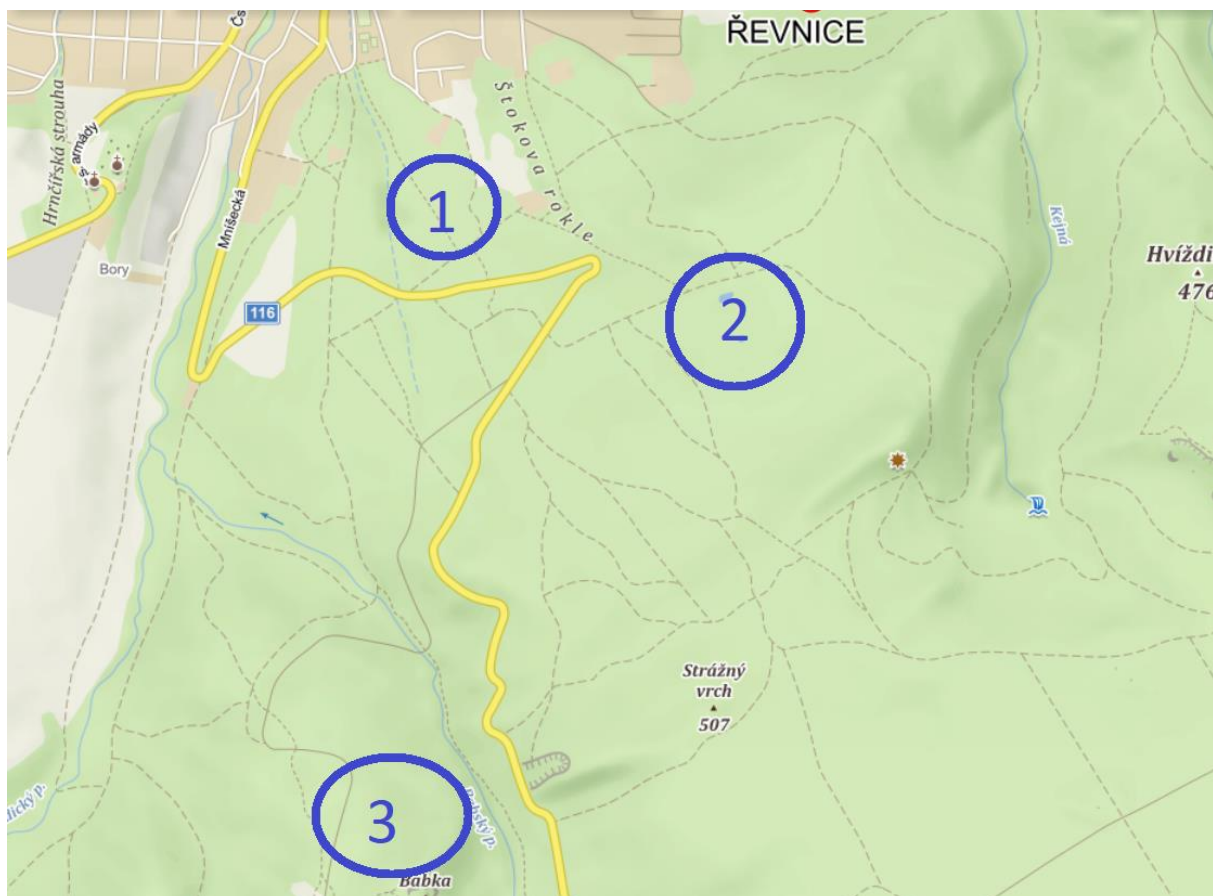
Pro mobilní druhou nejvyužívanější platformu iOS je na výběr opět nespočet aplikací, avšak nejvhodnější byla vybrána aplikace s názvem Výškoměr offline od vydavatele Arnau Egea stažená z iStoru viz screen níže.



Obrázek 4 - Výškoměr aplikace iOS

Věk stromů byl vypočten vzorcem na stáří stromů borovice $S=(O/13)-6$, tudíž je jen orientační, ale vzhledem k odchylce pouze pár let dostačující. Plochou byla myšlena skutečně zarostlá část borovicemi výše uvedené věkové kategorie, která byla pouze odhadnuta.

Po konzultaci a schválení těchto míst s vedoucí práce následovalo samotné vyhledávání pozůstatků či už samotných sypavek, což nebylo kvůli suchu a nedostatku deště v předchozím roce 2018 snadné.



Obrázek 5 - plochy sledování - mapa, mapy.cz

Sledované období bylo od konce března do konce listopadu. V období, kdy bylo nepravděpodobné dozrání plodnic (tzn. období mimo červen až konec října) bylo sledování prováděno 3x za měsíc. V aktivním období (tzn. červen až konec října) 8x za měsíc, kdy se sledoval vývoj plodnice, který byl pravidelně kontrolován na přinesených vzorcích jehlic a konzultován s vedoucí práce.

Pro zdokumentování zralé a otevřené plodnice byl použit mikroskop Olympus SZ61 propojený s PC a mobilní telefon Microsoft Lumia 950. V celém sledovaném období byla také měřena teplota vzduchu, ale kvůli riziku odcizení či zničení zařízení se měřila pouze na jednom místě v nadmořské výšce cca 260 m.n.m. místo vybraných 3 lokalit.

V době zrání plodnice byl také sledován výskyt různých bylin v okolí pro přesnější zdokumentování časového průběhu. V době, kdy se plodnice začínaly otevírat byla pořízena fotodokumentace okolních kvetoucích rostlin, které se v místě vyskytovaly a měly být tedy

nápomocny pro upřesnění správné doby postřiku proti sypavce. Vzhledem k suchu bylo obtížné přiměřenou flóru nalézt, i samy plodnice dozrávaly poměrně špatně. Několik rostlin se však v okolí podařilo nalézt a identifikovat. Jednalo se o níže uvedené rostliny.

4.2 Okolní byliny v místě sledování sypavky

4.2.1 černýš luční (*Melampyrum pratense*)

Černýš luční (*Melampyrum pratense*) je jednoletá bylina se slabým nepatrným kořenem, z něhož vyrůstá 4-hranná, 2-3 dm vysoká, lysá nebo velmi jemnými chloupky porostlá lodyha se vstřícnými, krátce řapíkatými nebo přisedlými, kopinatými, celokrajnými listy a obyčejně též se vstřícnými větvemi. Na konci lodyhy a větví přecházejí listy v menší zelené listeny, které jsou dole zaokrouhleny nebo zúženy a mají po každé straně 1–3 dlouhé, kopinato-šidlovité zuby nebo jsou celokrajné (Polívka, 1901).

Černýš luční je velice proměnlivý druh. Jeho populace se liší podle stanovištních, ale i sezónních podmínek, to znamená, že dochází poměrně často k jeho záměnám k jiným druhům či dokonce rostlinám vzhledem k rozdílnému vzhledu, právě díky citlivosti rostliny na místo a podnebí. Roste prakticky všude, tedy od nížin až do hor ve světlých lesích, křovinách či loukách. Tato bylina kvete od června do září. Rostlina po usušení rychle černá, proto také nese pojmenování názvem černýš (Mrázek, 2009).

Černýš luční se ve vědecké klasifikaci řadí do:

Říše:	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše:	cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení:	krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída:	vyšší dvouděložné (<i>Rosopsida</i>)
Řád:	hluchavkotvaré (<i>Lamiales</i>)

Čeleď: zárazovité (*Orobanchaceae*)

Rod: černýš (*Melampyrum*)



Obrázek 6 - černýš luční (*Melampyrum pratense*), Mrázek 2009



Obrázek 7 - černýš luční (*Melampyrum pratense*), Jiříkovský 1.8.2019

4.2.2 černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*)

Černohlávek obecný je bylinná trvalka, 5 až 25 cm vysoká. Lodyha je přímá nebo vystoupavá, avšak stonek se již dále moc nevětví, až v místě paždí listů. Stonek je nepravidelně 4-hranný. Listy jsou řapíkaté, nejvrchnější pár obvykle přisedlý, vstřícný. Čepel vejčitá, celokrajná nebo jen slabě zubatá. Nejvyšší pár listů těsně přisedlý pod květenstvím. Květy v okrouhlém nebo vejčitém lichoklasu, kalich hnědočervený, koruna modrá, horní pysk přilbovitý. Doba kvetení je od června až po srpen. Její výskyt je proměnlivý jako u černýše lučního a daří se jí jak v horských podmínkách, tak i v nížinách (Pazdera, 2015).

Černohlávek obecný se ve vědecké klasifikaci řadí do:

Říše:	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše:	cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení:	krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída:	vyšší dvouděložné (<i>Rosopsida</i>)
Řád:	hluchavkotvaré (<i>Lamiales</i>)
Čeleď:	hluchavkovité (<i>Lamiaceae</i>)
Rod:	černohlávek (<i>Prunella</i>)



Obrázek 8 - černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*), Pazdera 2015



Obrázek 9 - černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*), Pazdera 2015

4.2.3 vratič obecný (*Tanacetum vulgare*)

Vratič obecný je až 1,6 metrů vysoká, jedovatá, vytrvalá bylina s olistěnou hranatou lodyhou. Listy jsou střídavé, dolní řapíkaté a horní přisedlé společně se středními. V obrysu jsou eliptické až vejčité podlouhlé a přetřhovaně peřenosečné. Květy v době květu jsou do tvaru kalichu a na každém stonku vytváří společenství květů. Zápach rostliny je znatelný a její chuť je hořká. Roste od nížin po krajích cest až do horských částí, kde se vyskytuje už pouze sporadicky. Příčinou jedovatosti je složka silice s největším podílem thujonu, která se v ní

vyskytuje společně s hořčiny a polyiny. Obsah silice se však používá ve veterinární medicíně proti střevním parazitům. Při nadměrném dávkování však poškozují játra, CNS, způsobuje křeče a dráždí sliznici zažívacího ústrojí. V minulosti se používal jako přípravek pro potraty. V současnosti se kromě medicíny využívá i jako odpuzovač molů ve skříních, samotného hmyzu, či jako dekorace. Vnitřní požití pro člověka by mohlo být nebezpečné, jelikož i menší dávka by mohla být toxická díky obsahu toxické látky thujonu, díky kterému může nastat i smrt vlivem zpomalení dýchání a ochrnutí dýchacích center. Naopak vnější použití je doporučeno (např. koupele slouží proti revmatu či antibiotické masti na hojení ran). Kvete o července do října (Bulánková, 2005).

Vratič obecný se ve vědecké klasifikaci řadí do:

Říše:	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše:	cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení:	krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída:	vyšší dvouděložné (<i>Rosopsida</i>)
Řád:	hvězdnicotvaré (<i>Asterales</i>)
Čeleď:	hvězdnicovité (<i>Asteraceae</i>)
Rod:	vratič (<i>Tanacetum</i>)



Obrázek 10 - vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), Pazdera 2015

4.2.4 chrpa luční (*Centaurea jacea*)

Chrpa luční je vytrvalá bylina vysoká 50-120 cm. Hranatá lodyha je přímá, jednoduchá a v horní polovině mírně větvená. Spodní listy jsou řapíkaté, dlouhé, lodyžní střídavé, řapíkaté až přisedlé. Okraje zubaté pilovitého tvaru. Průměr květu je okolo 4 cm. Květy jsou pěticípé růžové až růžovo-fialové trubkovitých tvarů. Výskyt je hlavně v nížinách a pohorských oblastech, avšak občasný výskyt je i ve vyšších polohách. Kvete od července do září (Houska, 2007).

Chrpa obsahuje antokyanové glykosidy (např. cyanin), hořčiny, saponiny a minerální látky, proto se chrpy obecně v současnosti mohou používat při zánětlivých a hnisavých očních

chorobách, tedy i v případě, kdy máte unavené oči (pro vyšší účinek společně i s heřmánkem). Pro toto léčení se sbírá výhradně samotný květ nebo i s kalichem (Dream, 2007).

Chrpa luční se ve vědecké klasifikaci řadí do:

- Říše: rostliny (*Plantae*)
- Podříše: cévnaté rostliny (*Tracheobionta*)
- Oddělení: krytosemenné (*Magnoliophyta*)
- Třída: vyšší dvouděložné (*Rosopsida*)
- Řád: hvězdnicotvaré (*Asterales*)
- Čeleď: hvězdnicovité (*Asteraceae*)
- Rod: chrpa (*Centaurea*)



Obrázek 11 - chrpa luční (*Centaurea jacea*) s vratičem obecným (*Tanacetum vulgare*), Jiřikovský 1.8.2019

4.2.5 zvonek okrouhlolistý (*Campanula rotundifolia*)

Zvonek okrouhlolistý je křehká vytrvalá bylina, která dorůstá do výšky kolem 30 cm, v květu až 60 cm. Výskyt rostliny je obvykle na loukách, stráních, pastvinách či okrajích lesů či cest od nížin až po horské oblasti. Rostlina je vystoupavá, až přímá s kopinatými, přisedlými listy. Přízemní listy má ovšem řapíkaté okrouhlého až srdcovitého tvaru. Doba květu je od května až do září modrými květy zvonkovitého tvaru v hroznovitých květenstvích (Kovanda, 2000).

Zvonek okrouhlolistý se ve vědecké klasifikaci řadí do:

Říše:	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše:	cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení:	krytosemenné (<i>Magnoliophyta</i>)
Třída:	vyšší dvouděložné (<i>Rosopsida</i>)
Řád:	hvězdnicotvaré (<i>Asterales</i>)
Čeleď:	hvězdnicovité (<i>Asteraceae</i>)
Rod:	chrpa (<i>Centaurea</i>)



Obrázek 12 - zvonek okrouhlolistý (*Campanula rotundifolia*), Jiřikovský 3.8.2019

4.3 Laboratorní práce

Při laboratorním šetření bylo vzhledem k suchu obtížné najít dobře vyvinuté plodnice, a ještě těžší najít askospory i přes několik pokusů odebrání vzorků v týdenním intervalu od prvního zjištění otevírání plodnic, až do konce října. Celkový počet laboratorních prací byl ve 13 pokusech.

Nejkvalitnější a zároveň jediné použitelné mikroskopické vyšetření bylo 10. v pořadí a bylo provedeno právě 11.10.2019, kdy se opět začaly otevírat plodnice. Časová prodleva mezi prvním zpozorováním otevírání plodnic a 10. měřením byla v důsledku klimatických podmínek, kdy opět prakticky nepršelo. Tentokrát přinesené vzorky byly pravidelně po zjištění otevření plodnic zalévány, aby zcela nevyschly a šly právě použít pro výzkum pod mikroskopem.

Nejdřív byla opatrně pinzetou vyjmuta plodnice sypavky z jehlice tak, aby se co nejméně poškodila. Poté byly provedeny příčné řezy plodnicí, následně již nařezané plodnice umístěny na podložní sklo s kapkou vody a přikryty krycím sklem. Pro lepší vzorky byl použit mikroskop Olympus SZ61 napojený k PC s promítnutím na LCD obrazovku. Pro první roztřídění vzorků postačily klasické mikroskopy.

4.4 Měření meteorologických prvků

V průběhu celého sledování vývoje plodnic sypavky bylo prováděno měření tzv. meteorologických prvků, mezi které patří například:

- Tlak vzduchu
- Teplota vzduchu
- Vlhkost
- Směr a rychlost větru a další

V této práci byla sledována teplota a vlhkost vzduchu společně s množstvím spadlých srážek. Standardním postupem by bylo měření přístrojem umístěným na každé ploše zvlášť, ale větší množství přístrojů nebylo k dispozici a i vzhledem k ceně přístrojů a možnosti odcizení by bylo riziko příliš velké, tyto přístroje umisťovat do volného prostoru. Z tohoto důvodu bylo měření teploty vzduchu prováděno pouze jednou stanicí (datalogger pro měření teploty TFA 31.1056 LOG 32 THP) umístěnou nedaleko sledovaných ploch v nadmořské výšce zhruba 260 m.n.m. Tato data pak byla stažena a uložena do Excelovské tabulky a sloužila pro vytváření grafických znázornění závislosti růstu plodnice na teplotě vzduchu.

Další veličinou pro grafické znázornění vývoje sypavky byla vlhkost vzduchu společně s množstvím spadlých srážek. Data byla stažena ze stránek Českého hydrometeorologického ústavu. Tato data byla měřena ČHMÚ v nadmořské výšce 205 m.n.m. v nedalekém okolí ve městě Dobřichovice, okresem Praha-západ vzdáleném zhruba 5 km od sledovaných míst.

5 Výsledky a diskuse

Při sledování vývoje sypavky bylo zjištěno, že první odebrané plodnice se začaly otevírat 1.8.2019, což je v porovnání s drtivou většinou informací v různých zdrojích poměrně pozdě a dokazuje to, jak moc se průběh počasí mění a s tím i ostatní faktory. I přesto však toto datum spadá do intervalu, který je například uváděn v rozmezí konce května až do srpna Šrůtkou (2003), tedy dle zjištění data spadá až na konec tohoto období. Minter a Millar (1980) uvádějí počátek tvorby askokarpů v lednu až únoru a jejich dozrávání od dubna do září s vrcholem v květnu až červenci. V našich podmínkách dochází k masovému uvolňování askospor nejčastěji v první polovině července a na tuto dobu je také stanovena první aplikace fungicidů (Švestka a kol., 1998). K infekci borovic může dojít v době od května do začátku září, a to v závislosti na průběhu počasí. Největší nebezpečí hrozí v letních měsících od začátku července do poloviny srpna, kdy jsou podmínky pro infekci nejpříznivější (Pešková 2003). Při průběhu počasí nevhodném pro dozrávání plodnic může být doba vzniku infekce prodloužena až na začátek září, výjimečně do října. Uhlířová a spol. uvádějí zvýšený výskyt poškození především v letech s vlhkým počasím v době infekce, kdy je uvolňováno větší množství askospor (Uhlířová a spol., 1996), což v roce výzkumu neplatilo a plodnice na jehlicích často naopak zasychaly.



Obrázek 13 – zavřené plodnice sypavky borové (*Lophodermium pinastri*), Jiřikovský 18.7.2019



Obrázek 14 – otevřené plodnice sypavky borové (*Lophodermium pinastri*), Jiříkovský 1.8.2019



Obrázek 15 – otevřené plodnice sypavky borové 2 (*Lophodermium pinastri*), Jiříkovský 1.8.2019



Obrázek 16 – otevřené plodnice sypavky borové 3 (*Lophodermium pinastri*), Jiříkovský 1.8.2019



Obrázek 17 - vřecka sypavky borové (*Lophodermium pinastri*), Jiříkovský 11.10.2019

V porovnání s jiným druhem sypavky (skotská sypavka douglasky), který má začátek otevírání plodnic již v dubnu (Pešková, 2003), je zjištěný datum sypavky borové také pozdní.

Kromě druhu *Lophodermium pinastri* se na infekci jehlic borovice a následném opadu podílí také druh *L. seditiosum*, který způsobuje významnější škody zejména v přehuštěných porostech, kde je vyšší a déle trvající vlhkost (Gregorová et al., 2006). Druh *L. seditiosum*, který se podle některých autorů vyskytuje stejně často jako předchozí druh *L. pinastri*, je morfologicky velmi podobný, ale považuje se za agresivnější (Šrůtka, 2003). Na sledované ploše se vyskytoval minimálně.

Černý (1976) doporučuje první postřik proti sypavce borové v polovině července (což je běžná doporučená doba), ale podle vývoje plodnice v roce výzkumu byla doba otevírání plodnic vzhledem k suchu značně posunuta. Uváděné datum není tedy kvůli proměnlivému počasí zcela spolehlivé a tudíž ho nelze závazně brát jako počátek doby postřiku z důvodu, že plodnice byly již z části otevřené, bohužel ale i vyschlé. První postřik proti sypavce by se měl provést cca tak týden před tímto termínem (tj. cca od 23.7.), aby se zachytila doba prvního otevření. V našem případě by se ale jednalo o zbytečně vynaloženou práci a finanční prostředky právě z důvodu vyschnutí plodnice, které samy díky suchu odumřely. Kdyby se tak nestalo a plodnice by se dále vyvíjely až by uvolňovaly askospóry, tak bychom právě museli v tom daném roce udělat postřik ideálně od 23.7.2017, bohužel tato metoda určení doby postřiku není relevantní pro předpovězení vhodných termínů v následujících letech, jelikož se může stát, že klimatické podmínky se změní, bude více pršet, a tak se tato doba může posunout klidně i o několik týdnů.

Právě z tohoto důvodu byl prováděn i další úkon spočívající ve sledování okolních rostlin a jejich stádia vývoje pro lepší upřesnění doby postřiku, jelikož právě na klimatických podmínkách je závislá veškerá vegetace, ať už se jedná o růst hub, které jak si můžeme všimnout v posledních letech se prakticky díky suchu nevyskytují, či růst nebo kvetení rostlin.

I přes suché období se podařilo v blízkém okolí nalézt alespoň nějaké rostliny, které by pomohly se stanovením začátku doby postřiku proti sypavce na borovicích a upřesnily nevhodnější dobu pro postřik:

Černýš luční - uváděná doba květu od června do září (Mrázek, 2009) Sledovaný černýš luční měl počátek květu ve druhé polovině července.

Černohlávek obecný – uváděná doba květu od června do srpna. (Pazdera, 2015) Z pozorování vyšla skutečnost, že začal kvést začátkem července.

Vratič obecný dle literatury kvete od července do října, kdy se sledování opět shoduje, protože začal kvést v polovině července.

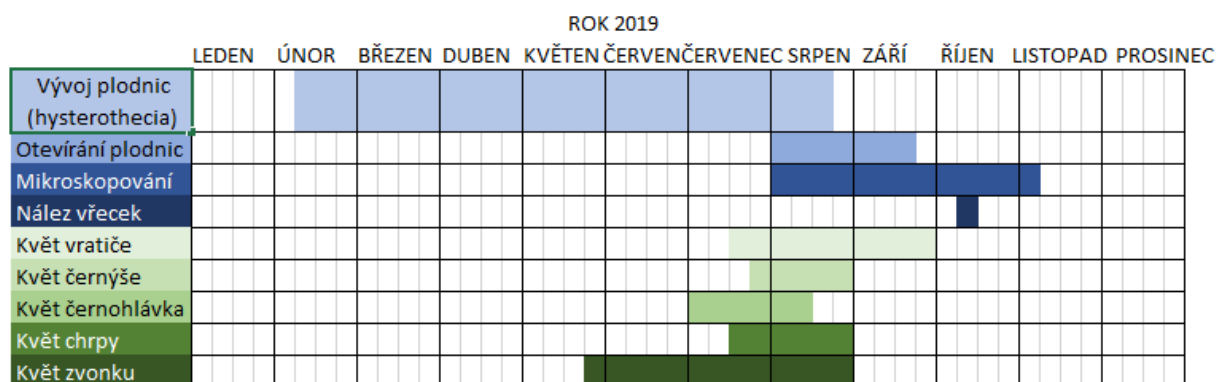
Chrpa luční - uváděná doba květu od července do září (Houska, 2007) .Podle pozorování této byliny se doba květu opět shoduje s literaturou, tedy ve druhé polovině července.

Zvonek okrouhlostý – uváděná doba květu od května do září (Kovanda, 2000). Z pozorování byl patrný začátek květu koncem května.

Skoro všechny výše zmíněné rostliny měly bohužel v době prvního otevírání plodnic plný rozkvět vyjma černýše lučního, který začínal kvést koncem července.

Z následující níže uvedené tabulky vyplývá, že i přes první zaznamenání otevírání plodnic se výtrusy začaly uvolňovat až zhruba měsíc a půl po tomto datu a to právě z důvodu sucha, kdy se výtrusy nestačily uvolnit do ovzduší, ale zaschly. Následně je patrné, že vývoj plodnic (hysterothecií) trval od února do konce srpna 2019. Dalo by se i předpovědět, že by letos neměla být díky loňskému počasí sypavka tak rozšířena (díky malému nálezu vřecek a následně tedy slabému uvolňování výtrusů), avšak vzhledem k větším srážkám se může v roce 2021 objevit naopak v podstatně větším míře nákazy.

Tabulka 1 - schéma časového vývoje sypavky s okolními bylinami, Jiříkovský 2020



6 Závěr a doporučení

Závěrem je doporučení zahájit s prvním postřikem proti sypavce dle vyzorovaných plodnic nejpozději začátkem srpna, což je oproti udávanému termínu s měsíčním zpožděním například s tvrzením v článku na webu <https://www.denik.cz/bydleni/co-zpusobuje-sypavka-20130110.html> (Kopřiva, 2013). Tato odchylka mohla vzniknout právě díky suchému počasí a prakticky nejde předpovědět, kdy přesně je ideální začít s ochranou proti sypavce.

Proto by se dala doba postřiku proti sypavce určit i podle okolní vegetace, zejména při částečném (třetinovém) rozkvětu černýše lučního, který měl začátek květu koncem července, kdy 3.8.2019 kvetla 1/3 celé rostliny. Následně při plném květu černohlávka obecného, vratiče obecného, chrpy luční a zvonku okrouhlostého, které začátkem srpna měly všechny tyto rostliny plně rozvinutý květ. Černohlávek obecný začal začátkem července, vratič obecný a chrpa luční o 2 týdny později, nejdříve však zvonek okrouhlostý, ten již koncem května.

Nejvhodněji použitelná bylina pro dobu prvního postřiku je tedy černýš luční, kdy bychom mohli začít s postřikem proti sypavce v době jeho prvního rozkvětu, který byl sice zhruba o 1-2 týdny dříve, než se začala otevírat první plodnice sypavky, ale jednalo se o dobu stále v dostatečném předstihu. Ostatní byliny začaly kvést příliš brzy a tak by nebylo vhodné

se podle nich orientovat vzhledem k rozsáhlé délce časové prodlevy ku otevření plodnic sypavky.

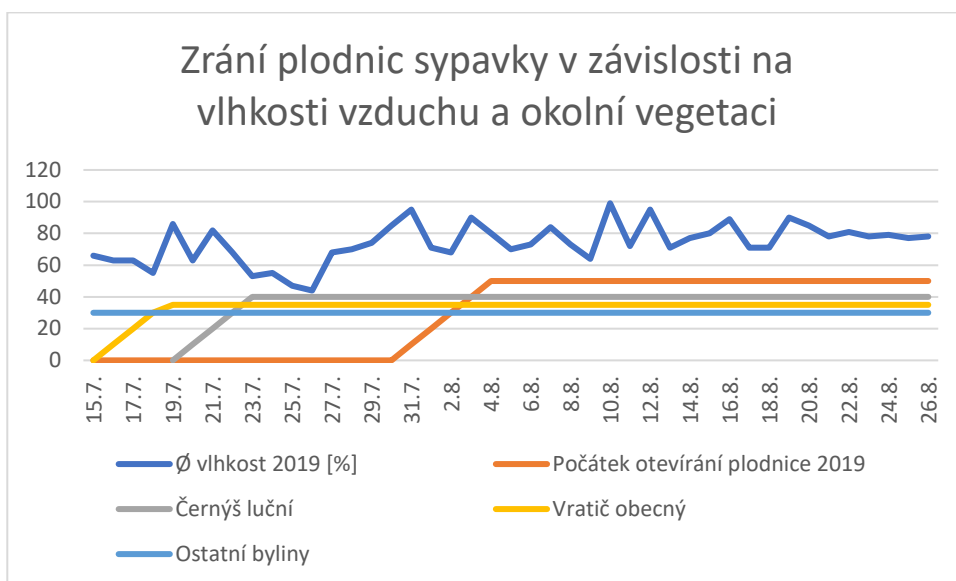


Graf 1 - zrání plodnic v závislosti na teplotě, Jiříkovský 2020

Dle tohoto grafického znázornění si můžeme všimnout, že průměrné teplotní rozdíly v letech 2018 a 2019 jsou za necelé 2 měsíce takřka stejné, proto by se dalo odhadnout, kdy v závislosti na teplotě se mohly otevírat první plodnice sledované sypavky borové, která v roce 2019 začala začátkem srpna při průměrné teplotě pod 20 °C, což odpovídá poklesu způsobeného vlivem deště, který sypavka vyžaduje pro zrání plodnice. Díky tomuto zjištění by se dalo předpokládat, že první otevírání plodnice sypavky v roce 2018 mohlo nastat buď ještě později díky propadu teploty, která z největší pravděpodobností byla zapříčiněna deštěm a to tedy v polovině srpna a nebo v polovině července.

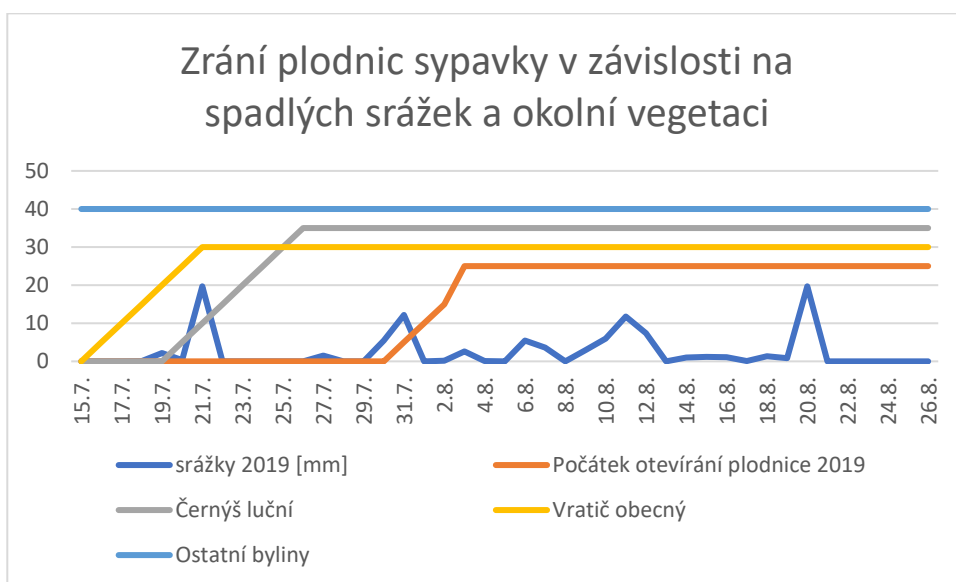
Vzhledem ke skutečnosti, že okolní sledované byliny již skoro všechny plně kvetly, až na černýše lučního, který byl teprve v rozkvětu, nemohly být použity pro stanovení vhodné doby postřiku. Teoreticky bychom se ještě mohli orientovat podle vratiče obecného, který začal kvést půl měsíce před prvním otevíráním plodnice a mohli bychom tedy toto datum považovat za začátek vhodné doby postřiku společně s datem 20.7., kdy pro změnu začal

rozkvétat černýš luční také v dostatečném a ne příliš velkém předstihu před otevíráním plodnice sypavky borové.



Graf 2 - zrání plodnic v závislosti na vlhkosti vzduchu, Jiřikovský 2020

Výše uvedený graf naopak znázorňuje vývoj sypavky vzhledem ke vzdušné vlhkosti, kdy je opět znázorněn vývoj plodnice sypavky v období, kdy se rapidně zvýšila vzdušná vlhkost po deštích, na které navázal růst i černýš obecný ve druhé polovině července.



Graf 3 - zrání plodnic v závislosti na srážkách, Jiřikovský 2020

Z tohoto grafu lze potvrdit výše uvedená tvrzení. Je patrné, že první otevírání plodnic začalo krátce po spadlých srážkách. Vyčíst lze i fakt, že je sypavka závislá spíše na vzdušné vlhkosti než na intenzivním dešti, jelikož ve dnech 20.7.2019-22.7.2019 spadlo více srážek než 29.7.2019-1.8.2019, ale s tím rozdílem, že vzdušná vlhkost byla vyšší právě u druhého deště v období 29.7.2019-1.8.2019, kdy došlo k prvnímu otevírání plodnice. Bohužel i přes tyto deště nebyla vřecka dostatečně vyvinuta pro uvolňování výtrusů.

7 Reference

Čížková, D.; Švecová, M.; Bílý, J. Využití mikroskopických znaků při determinaci druhů rodu *Lophodermium*. Zprávy z lesnického výzkumu, 2008, roč. 53, č.0, s.36-39. ISSN: 0322-9688.

Uhlířová, H. et al. Symptomy poškození lesních dřevin. Ministerstvo zemědělství a VÚLHM Jíloviště - Strnady, 1996. 244 s.

Černý, A. Lesnická fytopatologie. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1976. s. 145-148.

Gregorová, B. et al. Poškození dřevin a jeho příčiny. Praha: ZO ČSOP, 2006. s. 256-256.

Šrůtka, P. Sypavka borová *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chev. Lesnická práce 2003. Aktualizovaný dotisk 6/98, Příloha: 1-4.

Minter, D.W., Millar, C.S. 1980. Ecology and biology of tree *Lophodermium* species on secondary needles of *Pinus sylvestris*. In *Eur. J. For. Path*, 1980, vol.10, p. 169-181.

Švestka, M.; Hochmut, R.; Jančařík, V. Praktické metody v ochraně lesa. 1. vyd. Praha: Silva Regina, 1996. 309 s. ISBN: 80-902033-0-3.

Tomiczek, C. *Atlas chorob a škůdců okrasných dřevin*. Biocont Laboratory spol. s.r.o., 2005. 219 s. ISBN: 8090187455.

Pešková, V. Nebezpečné sypavky na douglasce v České republice. Lesnická práce 05, 2003. [2 s.]

Polívka, F. *Názorná květena zemí koruny české. Svazek 3.* Olomouc: R. PROMBERGRA, 1901. 819 s.

Palovčíková, D. Časopis Živa 5/2017: Houbové choroby asimilačních orgánů v ČR. Nakladatelství Academia, 2017. s. 245.

Jankovský, L., Palovčíková, D. Karanténní sypavky – *Mycosphaerella pini* E. Rostrup a *M. dearnessii* M.E. Barr v ČR. Lesnická práce 08, 2000. [5 s.]

Kalandra, A. *Ochrana rostlin.* Praha: B.P.I. Transl., 1939. 46 s.

Příhoda, A. *Lesnická fytopatologie.* Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1959. 363 s.

Jančařík, V. Aktuality z ochrany lesních školek II. Lesnická práce 04, 1999. [3 s.]

Kovanda, M. *Květena České republiky - svazek 6.* Praha: Academia Praha, 2000. 770 s.

Liška, J.; Lubojacký, J.; Knížek, M., & Modlinger, R. Zpravodaj ochrany lesa – svazek 18: Škodliví činitelé v lesích Česka 2014/2015. Jíloviště-Strnady: Lesní ochranná služba, 2015. 66 s.

Jančařík, V., & Procházková, Z. Kontrola kvality reprodukčního materiálu lesních dřevin: Aktuální poznatky v ochraně sadebního materiálu před nově se objevujícími houbovými patogeny. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2000. s. 101-105.

Longauerová, V.; Mařová, M.; Tučeková, A.; Kunca, A., Leontovyč, R. Aktuálne problémy v ochrane lesa 2017. Zvolen: Národné lesnícké centrum, 2017. 166 s. ISBN 978 – 80 – 8093 – 227 – 5.

Dream, V. Chrpa luční. Vůně lavender [online]. 2007-02-14 [cit 2020-01-09]. Dostupné z WWW <<http://lavender.blog.cz/0702/chrpa-lucni>>.

Houska, J. *Centaurea jacea* L. – chrpa luční. Botany [online]. 2007-07-09 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z WWW <<https://botany.cz/cs/centaurea-jacea/>>.

Juroch, J. rez borová. *Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – rostlinolékařský portál [online]*. 2020-02-05 [cit 2020-02-10]. Dostupné z WWW <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22892dbfc779ebcc2dd8d76a316290cd98%22#rlp|so|choroby|detail:892dbfc779ebcc2dd8d76a316290cd98|popis>.

Kopřiva, J. Co způsobuje sypavka. Deník.cz [online] 2013-01-13 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z WWW <<https://www.denik.cz/bydleni/co-zpusobuje-sypavka-20130110.html>>.

Mrázek, T. MELAMPYRUM PRATENSE L.-černýš luční. Botany [online] 2009-07-20 [cit 2020-04-18]. Dostupné z WWW <<https://botany.cz/cs/melampyrum-pratense/>>.

Patočková, J. *Lophodermium piceae*. *Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský – rostlinolékařský portál [online]*. 2020-03-15 [cit.2020-03-20]. Dostupné z WWW <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22d83a52c115869316d3d2cadd262bdf42%22#rlp|so|choroby|detail:d83a52c115869316d3d2cadd262bdf42|popis>.

Pazdera, Z. Černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*). Botanika Wendys [online]. 2015-05-23 [cit. 2020-05-06]. Dostupné z WWW <<https://botanika.wendys.cz/index.php/14-herbar-rostlin/23-prunella-vulgaris-cernohlavek-obecny>>.

Wikipedia. Mramorová sypavka borovice. Wikipedie [online] 2020-02-10 [cit. 2020-05-06]. Dostupné z WWW <https://cs.wikipedia.org/wiki/Mramorová_sypavka_borovice>.

Wikipediaorg. Rez vrbková. Wikipedie [online]. 2019-06-14 [cit. 2020-05-06]. Dostupné z WWW <https://cs.wikipedia.org/wiki/Rez_vrbková>.

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 - Ing Petr Šrůtka 2003.....	12
Obrázek 2 - Výškoměr aplikace Android	22

Obrázek 3 - Výškoměr aplikace WP	23
Obrázek 4 - Výškoměr aplikace iOS	24
Obrázek 5 - plochy sledování - mapa, mapy.cz	25
Obrázek 6 - černýš luční (<i>Melampyrum pratense</i>), Mrázek 2009	27
Obrázek 7 - černýš luční (<i>Melampyrum pratense</i>), Jiřikovský 1.8.2019	27
Obrázek 8 - černohlávek obecný (<i>Prunella vulgaris</i>), Pazdera 2015	29
Obrázek 9 - černohlávek obecný (<i>Prunella vulgaris</i>), Pazdera 2015	30
Obrázek 10 - vratič obecný (<i>Tanacetum vulgare</i>), Pazdera 2015.....	32
Obrázek 11 - chrpa luční (<i>Centaurea jacea</i>) s vratičem obecným (<i>Tanacetum vulgare</i>), Jiřikovský 1.8.2019.....	33
Obrázek 12 - zvonek okrouhlostý (<i>Campanula rotundifolia</i>), Jiřikovský 3.8.2019	35
Obrázek 13 – zavřené plodnice sypavky borové (<i>Lophodermium pinastri</i>), Jiřikovský 18.7.2019	37
Obrázek 14 – otevřené plodnice sypavky borové (<i>Lophodermium pinastri</i>), Jiřikovský 1.8.2019	38
Obrázek 15 – otevřené plodnice sypavky borové 2 (<i>Lophodermium pinastri</i>), Jiřikovský 1.8.2019	38
Obrázek 16 – otevřené plodnice sypavky borové 3 (<i>Lophodermium pinastri</i>), Jiřikovský 1.8.2019	39
Obrázek 17 - vřecka sypavky borové (<i>Lophodermium pinastri</i>), Jiřikovský 11.10.2019	39

9 Seznam tabulek a grafů

Graf 1 - zrání plodnic v závislosti na teplotě, Jiřikovský 2020 43

Graf 2 - zrání plodnic v závislosti na vlhkosti vzduchu, Jiřikovský 2020 44

Graf 3 - zrání plodnic v závislosti na srážkách, Jiřikovský 2020 44

Tabulka 1 - schéma časového vývoje sypavky s okolními bylinami, Jiřikovský 2020 41