

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie

**Porovnání oslabených borových porostů na Dobříšsku
a Opočensku z hlediska výskytu houbových a hmyzích
škůdců**

Diplomová práce

Autor: Bc. Denis Žížka

Vedoucí práce: doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.

2018



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce: Bc. Denis Žížka
Studijní program: Lesní inženýrství
Obor: Lesní inženýrství

Vedoucí práce: doc. Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.
Garantující pracoviště: Katedra ochrany lesa a entomologie
Jazyk práce: Čeština

Název práce: **Porovnání oslabených borových porostů na Dobříšsku a Opočensku z hlediska výskytu houbových a hmyzích škůdců**

Název anglicky: **Comparison of degraded pine stands in Dobříšsko and Opočensko with regard to the occurrence of pest fungi and insects**

Cíle práce: Cílem práce je vyhodnotit zdravotní stav vybraných porostů borovice lesní oslabených působením nepříznivých klimatických podmínek (zejména dlouhodobým suchem) s důrazem na výskyt houbových patogenů a hmyzích škůdců, kteří se na prosychání borovic podílejí. Na základě získaných dat zhodnotit vliv škodlivých činitelů na chřadnutí borovic v roce 2017 a posoudit jejich souvislost s průběhem počasí.

Metodika: V rámci diplomové práce budou v oblasti Dobříše a Opočna (majetek Kristina Colloredo – Mansfeldová - Správa lesů KCM) během vegetačního období roku 2017 sledovány borové porosty ve věku 60 až 80 let, které jsou oslabené působením sucha. Porosty budou opakovaně navštěvovány s ohledem na průběh počasí a biologii významných škodlivých činitelů. Na třech lokalitách na Dobříši a Opočně bude káceno vždy po pěti stromech. Následně bude vyhodnoceno napadení biotickými škůdci. Pokácený strom bude rozdělen na čtyři sekce, na kterých bude zjišťováno druhové spektrum hmyzích škůdců a jejich kvantifikace. Z pokácených stromů budou odebírány vzorky (zejména větve, jehlice a šišky borovic) pro přesnou determinaci houbových patogenů. Průběžné laboratorní práce budou v závislosti na odebraných vzorcích zahrnovat především kultivaci vzorků, posouzení makroskopických znaků, přípravu

preparátů a mikroskopování. Po skončení vegetační sezony a laboratorních prací bude provedeno vyhodnocení získaných dat.

Doporučený rozsah práce: 50-60

Klíčová slova: Pinus sylvestris, Cenangium ferruginosum, kůrovcovití, Sphaeropsis sapinea, sucho, rod Armillaria

Doporučené zdroje informací:

1. Černý A. 1976. Lesnická fytopatologie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 352.
2. Kudela M. 1970. Škůdci na jehličnanech. Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 287.
3. Pešková V., Soukup F., Knížek M. 2016. Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. Lesnická práce 95 (4), Příloha: 1–8.
4. Pešková V., Soukup F. 2011. Cenangium ferruginosum Fr. kornice borová. Lesnická práce 90 (12), Příloha: 1–4.
5. Schnaider Z. 1991. Atlas uszkodzeń drzew i krzewów powodowanych przez owady i roztocze. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa: 317.
6. Sinclair W., Lyon H. H. 2005. Diseases of Trees and Shrubs. Comstock Pub. Associates: 660.
7. Soukup F., Pešková V. 2004. Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko et Sutton (prosychání borovic). Lesnická práce 73 (9), Příloha: 1–4.
8. Zahradník P., Holuša J., Janauer V., Jurásek A., Kacálek D., Novák J., Pešková V., Slodičák M., Šrámek V., Zahradníková M. 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: 376.
9. Zúbrik M., Kunca A., György C. et al. 2013. Insects and diseases damaging trees and shrubs of Europe. N. A. P. Éditions: 535.

Předběžný termín obhajoby: 2017/18 LS - FLD

Elektronicky schváleno: 27. 11. 2017

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 5. 2. 2018
prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.
Děkan

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Porovnání oslabených borových porostů na Dobříšsku a Opočensku z hlediska výskytu houbových a hmyzích škůdců“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Vítězslavy Peškové, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V Mokravě dne.....

Podpis autora

Poděkování

Poděkování patří vedoucí diplomové práce doc. Ing. Vítězslavě Peškové, Ph.D. za odborné vedení, poskytnuté rady a zájem, se kterým sledovala průběh mé práce. Dále ředitelům KCM Opočno ing. Ladislavu Šimerdovi, Ph.D. a ing. Milanu Vondřejcovi, lesníku Jiřímu Horákovi, správci Vladimíru Kocourovi a ing. Michalu Samkovi.

Abstrakt

Práce se zabývá aktuálním problémem, kterým je usychání porostů borovice lesní na soukromém lesním majetku v okolí Dobříše a Opočna. Porovnává rozšíření kambioxylofágního hmyzu a patogenních hub na obou lokalitách. Mezi nejdůležitější nalezené houbové patogeny patří kuželík borový (*Diplodia pinea*), kornice borová (*Cenangium ferruginosum*) a václavka (*Armillaria* sp.) Silný výskyt houby *Diplodia pinea* byl zjištěn pouze v jediném porostu na Dobříšsku a to na šiškách. V ostatních porostech byl převládající střední výskyt. Houba *Cenangium ferruginosum* byla nalezena na Dobříšsku pouze v jediném porostu, kde ale byla zaregistrována na tenkých větvích v silné intenzitě, na Opočensku se vyskytovala ve všech porostech, ale nálezy byly převážně střední. Houba *Armillaria* sp. se vyskytovala na všech kácených vzornících na Dobříšsku, ale pouze na polovině vzorníků na Opočensku. Hmyzí škůdci byli na obou lokalitách obdobní. Mezi nejvýznamnější hmyzí škůdce patřili krasec borový (*Phaenops cyanea*), lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*), lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*) a tesařík hnědý (*Arhopalus rusticus*). Práce zároveň sleduje průběh srážek a průměrných teplot na Dobříšsku a Opočensku v letech 2015 – 2017. Vliv vyšších teplot a nižších srážek se projevil zvýšeném výskytem houby *Diplodia pinea* na oslabených borovicích Dobříšska.

Klíčová slova: *Pinus sylvestris*, *Cenangium ferruginosum*, kůrovcovití, *Diplodia pinea*, sucho, rod *Armillaria*

Abstract

The thesis deals with the problem of drying up of pine stands on a private forest massif around Dobříš and Opočno. It compares the expansion of cambioxylofagic insects and pathogenic fungi on both sites. The most important fungal pathogens found here are *Diplodia pinea*, *Cenangium ferruginosum* and *Armillaria* sp. The strong occurrence of *Diplodia pinea* was found only in a single stand in Dobříšsko on the cones. In the other stands was the prevailing mean occurrence. The *Cenangium ferruginosum* was found in Dobříšsko only in a single stand, but where it had a strong presence on thin branches, in Opočensko was found in all stands, but the prevalence was predominantly medium. *Armillaria* sp. appeared on all felled samples in Dobříšsko, but only half of the samples in Opočensko. Insect pests were similar in both localities. Among the most important insects were jewel beetle *Phaenops cyanea*, bark beetles *To-*

micus piniperda, *Ips acuminatus* and longhorn beetle *Arhopalus rusticus*. At the same time it compares the development of precipitation and average temperatures in Dobříšsko and Opočensko between 2015 and 2017. The influence of higher temperatures and lower precipitation on the occurrence of *Diplodia pinea* was confirmed in Dobříšsko.

Keywords: *Pinus sylvestris*, *Cenangium ferruginosum*, bark beetles, *Diplodia pinea*, drought, genus *Armillaria*

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíl.....	7
3. Literární rešerše	8
3.1 Vliv klimatických faktorů na zdravotní stav dřevin.....	8
3.2 Houbové patogeny na borovici	9
3.3. Hmyzí škůdci	15
3.4. Abiotické vlivy	20
4. Metodika	22
5. Stručné přírodní podmínky.....	23
5.1 Dobříšsko.....	23
5.2 Opočensko.....	24
6. Výsledky.....	25
6.1 Kambioxylofágní fauna na Dobříšsku	25
6.2 Houbové patogeny na Dobříšsku.....	28
6.3 Vývoj počasí v letech 2015 – 2017 na Dobříšsku	30
6.4 Kambioxylofágní fauna na Opočensku	31
6.5 Houbové patogeny na Opočensku.....	34
6.6 Vývoj počasí v letech 2015 – 2017 na Opočensku	36
6.7 Porovnání výskytu kambioxylofágních druhů a intenzity výskytu houbových patogenů na Dobříšsku a Opočensku	37
7. Diskuse	41
8. Závěr	44
9. Literatura.....	46

1. Úvod

V posledních deseti letech bylo v České republice pozorováno znatelné zhoršení zdravotního stavu borovic. Primární příčinou tohoto stavu byly opakované přísušky posledních let (především roky 1999, 2003 a 2015), dále teplotní extrémy a prudké zvraty počasí (hlavně v zimě a na jaře). Fyziologické oslabení vedlo k nárůstu napadení borovic houbovými patogeny a hmyzími škůdci. Výrazněji probíhalo chřadnutí a odumírání na přirozeně sušších lokalitách, zejména jižně a západně exponovaných. V případě borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) bylo v roce 2004 zaznamenáno její plošné prosychání po celém území ČR, které na některých lokalitách dosáhlo až kalamitního charakteru (Příbramsko, Dobříšsko, Berounsko, Polabí, Strakonicko, Žatecko a jižní Morava; (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2011). Docházelo k odumírání borovic od semenáčků až po mýtní porosty (JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ 2003; NÁROVCOVÁ 2010). Se suchem jako počátečním faktorem odumírání borovice se potýká celá Evropa (DOBBERTIN et al. 2005; BIGLER et al. 2006; BENAVIDES et al. 2013). S odumíráním borovic souvisí probíhající klimatické změny, které se projevují v celé Evropě (SPATHELF et al. 2014), kdy dochází hlavně k nárůstu průměrných teplot, které mají dopad na růst stromů. V místech s vyššími srážkami dochází k vyšší produkci dřevní hmoty (NABUURS et al. 2002), ale v sušších lokalitách dochází k masivnímu odumírání jak borovic, tak i smrků.

2. Cíl

Cílem práce je vyhodnotit zdravotní stav vybraných porostů borovice lesní oslabených působením nepříznivých klimatických podmínek (zejména dlouhodobým suchem) s důrazem na výskyt houbových patogenů a hmyzích škůdců, kteří se na prosychání borovic podílejí. Na základě získaných dat zhodnotit vliv škodlivých činitelů na chřadnutí borovic v roce 2017 a posoudit jejich souvislost s průběhem počasí.

3. Literární rešerše

3.1 Vliv klimatických faktorů na zdravotní stav dřevin

V dnešní době dochází ke změnám klimatu, které má velký vliv na lesní hospodářství. Dochází k navyšování teploty vlivem skleníkových plynů (ALLEN et al. 2010; LINDNER et al. 2010), předpokládá se navýšení teploty v letech 2030 – 2040 o 1,9 °C. V střeoevropských podmínkách by se vlivem navýšení zmíněné teploty posunuly izotermny k severu rychlostí 6 – 7 km ročně. Přitom dřeviny mají migrační schopnost pouze 0,1 -0,4 km za rok. Výškový posun stromové hranice se ročně odhaduje pouze na jednotlivé metry (BUČEK 2001; BUČEK, KOPECKÁ 2004; JANOUŠ 2014). Zvýšením teploty o 3 °C a obsahu skleníkových plynů v atmosféře se prodlužuje vegetační doba borovice o 23 – 42 % a fotosyntéza se zvýší o 30 %. To navýší tvorbu biomasy (GPP) o 72 – 101 %. Avšak díky poklesu srážek o 25 % je tento nárůst pouze 54 – 64 % (BERNINGER 1997). Řešením, jak na nové změny reagovat je úprava dřevinné skladby lesních porostů. Zvyšováním teploty dochází k oslabování stávajících porostů, které jsou pak více náchylné na biotické poškození (PEŠKOVÁ et al. 2016). Na takto oslabených dřevinách dochází k šíření patogenů či hmyzu, kteří na našem území nejsou původní či se vyskytovali v zanedbatelné míře. Velký vliv na šíření geograficky nepůvodních organismů má i globalizace ekonomiky a transport zboží skrze kontinenty. Do budoucna se jako významná dřevina jeví borovice lesní. Je to pionýrská dřevina, která není náročná na životní podmínky, roste na výslunných skalách až po podmáčené půdy. Jediné co je nutné pro její růst, je dostatek světla. Přesto i ona trpí poškozením biotickými i abiotickými škůdci.

Jak uvádí JANKOVSKÝ (2000), v nadcházejících letech lze v důsledku prognózy vývoje klimatu a stávajícího neoptimálního složení evropských lesů očekávat aktivizaci řady patogenů lesních dřevin. Při zachování stávajících nevhodných podmínek se očekává rozvoj houbových patogenů rodu *Diplodia*, *Cyclaneusma*, *Coleosporium* a *Mycosphaerella*. Předpokládaná změna klimatických podmínek a hlavně čtenější výskyt epizodických anomálních projevů počasí jako výskyt epizod sucha, teplotní zvraty s velkou amplitudou mezi kladnou a zápornou teplotou, výskyt vichřic a polomů v lese povedou k nastartování poruch a chřadnutí lesních porostů, zejména s nevhodnou druhovou skladbou. U jehličnanů představují nejvýznamnější fytozánitami riziko sypavky a rzi na borovici, jejichž aktivita významně vzrůstá se zvýšením teploty a vlhkosti. Jak konstatují SLODIČÁK, NOVÁK (1999), průběh prognózovaných teplotních změn je velmi rychlý (0,3-0,6 °C za desetiletí), a vzhledem k dlouhověkosti lesních dřevin se tak zužuje prostor pro jejich přirozenou adaptaci. Reakce lesních porostů na

zvyšování teploty v souvislosti s globálními změnami klimatu je ve značné míře závislá na vláhovém režimu, zejména na celkovém objemu srážek a na velikosti a časovém rozložení jednotlivých srážek (NABUURS et al. 2002).

3.2 Houbové patogeny na borovici

Mezi nejvýznamnější houbové patogeny borovic patří houby, které napadají jehlice. Houby se do jehlic dostávají různými způsoby. Sypavka *Lophodermium pinastri* (Schrad.) Chevall. nedokáže svým podhoubím prorazit stěnu jehlic a proto vniká do jehlice průduchy (PŘÍHODA 1959). Vůči této obraně vyvinuly některé houby vlastní opatření a začaly produkovat malé molekuly, které napodobují rostlinné hormony a díky nim překonají obranu hostitele a získají přístup do rostliny, např. otevřením průduchů (JONES, DANGL 2006). Další možností jak houby proniknou do dřeviny je skrze pupeny. Tento způsob využívá např. houba *Cenangium ferruginosum* Fr. na borovici (PŘÍHODA 1959). Pronikání skrze suky po přirozeně odumřelých a opadaných větvích používá ohňovec borový *Porodaedalea pini* (Brot.) Murrill. Přes neporušené kořeny pomocí rhizomorf obsazují strom václavky *Armillaria* sp. (PŘÍHODA 1959). Stromy se proti napadení brání bariérami (SHIGO 1984):

1. Bariéra bránící vertikálnímu šíření tvorbou okluzí (ucpání) cév thylami.
2. Bariéra bránící radiálnímu šíření směrem dovnitř (letokruhy).
3. Bariéra bránící laterálními (tangenciálními) šíření dřeňovými paprsky.
4. Bariéra, která se nově vytváří činností kambia jako reakce na poranění nebo infekci.

Houby ke svému životu většinou potřebují dostatek tepla a vlhkosti. Optimální teplota k růstu se pohybuje okolo 25 °C a vlhkost nad 65 %. Při déletrvajících teplotě nad 37 °C dochází k útlumu růstu a nad 50 °C k odumření (WALKER, WHITE 2005).

Řád: Helotiales

Gremmeniella abietina (Lagerb.) M. Morelet

syn.: *Ascocalyx abietina*

Patří mezi vřeckovýtrusné houby, která napadá větévky tenčích dimenzí borovic a smrku. U borovice lesní zpočátku zbarvuje poslední jehlice červenohnědě od báze. Typickým příznakem jsou podélné korní nekrózy na větévce či kmínku. Tím dojde k přerušení přívodu živin a vody. U smrku se tyto nekrózy neobjevují. Pyknidy, které

Ize považovat za spolehlivý důkaz napadení se objevují až další rok po napadení dřeviny. Tato houba je významný sekundární patogen nejrozličnějších jehličnanů oslabených nepříznivými klimatickými jevy (imise, sucho) na exponovaných stanovištích. Z borovic byla zjištěna na borovici lesní, borovici černé (*Pinus nigra* J.F.Arnold) a borovici kleči (*Pinus mugo* Turra); (SOUKUP, PEŠKOVÁ 2001).

Cenangium ferruginosum Fr. - kornice borová

Patří mezi vřeckovýtrusné houby, která napadá větve a kmeny různých druhů borovic. Způsobuje prosychání borovic, zhnědnutí jehlic. Plodnice vyrůstají hlavně za vlhka a jsou nahlučené ve skupinkách až ve stovkách kusů. Aktivuje se na borovicích oslabených hlavně suchem. Věk stromů nehraje roli, napadá jedince od stáří 5 let až po mýtní věk. Při masivní infekci lze pozorovat prosychání jednotlivých větví a prosvětlování korun. Možnosti obrany jsou dost omezené, lze doporučit smýcení napadených porostů a včasnou likvidaci klestu (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2011). Tato houba je endofytem, až když dojde k oslabení stromu, změní se prakticky v kalamitního parazita (HELANDER et al. 1994). Daleko častější je chronické působení této houby na jednotlivé větve borovic. Byla zjištěna na těchto borovicích: borovice lesní, borovice kleč, borovice halepská (*Pinus halepensis* Mill.) a borovice černá (PEŠKOVÁ, SOUKUP 2011; JURC et al. 2000; SANTAMARÍA et al. 2007; SIEBER et al. 1999).

Řád: Botryosphaeriales

Diplodia pinea (Desm.) J. Kickx. (syn.: *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton) - kuželík borový

Významný patogen borovic, je popsán na více než 35 druzích borovic, ale i dalších jehličnanů (SOUKUP, PEŠKOVÁ 2004; SWART, WINGFIELD 1991). Napadá oslabené borovice (suchem) v teplejších oblastech. V ČR napadá hlavně borovici černou (JANKOVSKÝ, PALOVČÍKOVÁ 2003), ale byla už nalezena i na sazenicích borovice lesní (SOUKUP, PEŠKOVÁ 2004; T. FIALA, úst. sd.). Houba napadá letorosty borovic skrze průduchy jehlic, které pak postupně odumírají. Jehličí na letorostech zasychá a zbarvuje se do rezavohněda a dlouho na větví zůstává. Napadené větévky jsou nápadné silnými výrony pryskyřice. Pokud strom není žádným způsobem oslaben, chová se houba jako endofyt (BURGESS et al. 2001; SMITH et al. 1996). Nejvíce pyknid lze nalézt na jaře na napadených borových šiškách. Je schopna přežít i jako saprofyt na ležícím dřevě, kde může vyvolat šedomodré zbarvení. Možnosti obrany jsou u dospělých porostů: odstranění napadených stromů a včasná likvidace klestu, v lesních školkách použití fungicidních prostředků v jarním období (SOUKUP, PEŠKOVÁ 2004).

Diplodia scrobiculata J. de Wet, Slippers & M. J. Wingf.

Nově objevený druh houby napadající jehlice borovice banksovky (*Pinus banksiana* Lamb.), borovice smolné (*Pinus resinosa* Aiton) a *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. Tento druh je hlavně rozšířen v USA, ale nálezy jsou uváděny i z jižní Evropy. Zatím je *Diplodia scrobiculata* popsána jako slabý patogen, zatím především jako endofyt (WET et al. 2003).

Řád: Rhytismatales

Lophodermium pinastri (Schrad.) Chevall. – sypavka borová

Lophodermium seditiosum Minter, Staley & Millar – sypavka borovicová

Významný patogen na sazenicích různých druhů borovic. Napadá též jehlice dospělých stromů, ale s tím se dřevina dokáže vyrovnat a nevzniká pro ně žádné nebezpečí. V lesních školkách způsobuje masivní opad jehlic. Nejvýhodnější podmínky k nákaze jsou letní měsíce, kdy je jehličí povadlé a podhoubí je schopné proniknout průduchy. Od září je patrná skvrnitost jehličí, postupné hnědnutí pokračuje až do jara dalšího roku, kdy začnou jehlice opadávat. Plodnice se vyvíjí až na spadlých jehlicích, pouze v horských polohách za vyšší vlhkosti se vyvíjí i na jehličí na stromech. Sypavka má vliv na výškový přírůst, zmenší se životnost pupenů a sazenice odumírají. Ve školkách je ochrana chemickým postřikem v období od 10. 7 do 15. 7, pak se postřik opakuje po 14 dnech až do poloviny srpna, za chladného léta do konce srpna (PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015; PŘÍHODA 1959)

Cyclaneusma niveum (Pers.) DiCosmo, Peredo & Minter - mramorová sypavka borovice

Cyclaneusma minus (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter – mramorová sypavka borovice

Houba se vyskytuje všeobecně na opadaných jehlicích borovice černé, borovice blatky (*Pinus uncinata* subsp. *uliginosa* (G.E. Neumann) Businský) a borovice lesní (PŘÍHODA 1959; SIEBER et al. 1999). Při silné infekci obsazuje nejstarší ročníky jehlic, výjimečně i ostatní živé jehlice. Masové žloutnutí jehlic na přelomu července a srpna je možné považovat za příznak napadení (PŘÍHODA 1959; PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015).

Meloderma desmazieri (Duby) Darker – sypavka vejmutovková

Nepůvodní druh sypavky vyskytující se na borovice vejmutovce (*Pinus strobus* L.). Jehlice na podzim zčervenají, během zimy opadnou. V případě, že zůstanou na stromě, podhoubí začne pronikat do kůry a následně do dřeva, při opakované nákaze strom odumře (PŘÍHODA 1959; PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015). Hlavně se vyskytuje ve vyšších a vlhčích polohách. V poslední době se hodně rozšířila v Chráněné krajinné ob-

lasti (CHKO) Labské pískovce a v Národním parku (NP) České Švýcarsko, kde pomáhá snižovat zastoupení nepůvodní borovice vejmutovky v místních lesích (PEŠKOVÁ et al. 2015).

Řád: Capnodiales

Scirrhia pini Funk et Parker – červená sypavka borovice

syn.: *Mycosphaerella pini*

Karanténní houbový patogen napadající hlavně borovici černou, borovici kleče, ale i další borovice. Vývoj na jehlicích trvá 2 roky, na jaře se na nich objevují červené až červenohnědé příčné proužky. U silně napadených jedinců opadne veškeré jehličí vyjma posledního ročníku. Oslabené borovice po klimatických výchylnkách může zahubit. Obrana je podobná jako u *Lophodermium* sp., ale začíná už v polovině května (PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015). V ČR se vyskytuje po celém území, poprvé byla zjištěna v roce 1999 na importované borovici černé, na borovici lesní pak v roce 2002 (JANKOVSKÝ et al. 2004).

Scirrhia acicola (Dearn.) Sigg. – hnědá sypavka borovice

syn.: *Mycosphaerella dearnessii*

Napadá starší ročníky jehlic. Na jehlicích se objevují žluté skvrny, které se později ve středu zabarvují tmavohnědě se žlutooranžovým lemem. Jedná se o karanténní sypavku hlavně na borovici lesní, borovici kleči, borovici blatce a borovici černé (HOLDENRIEDER, SIEBER 1995; HUANG et al. 1995)

Řád: Diaporthales

Sirococcus conigenus (Pers.) P. F. Cannon & Minter

Způsobuje rakovinu kmínků nebo zasychání letorostů sazenic a stromů. Ve střední Evropě napadá hlavně smrk, ale byla nalezena i na borovici lesní. Celkem byla zjištěna na 13 druzích borovic (SMITH, STANOSZ 2008; PEŠKOVÁ, PROCHÁZKOVÁ 2012). Do školek se nákaza dostává infikovaným osivem, ve školkách se pak šíří hlavně za vysoké vlhkosti, mírné teploty a nízké světelné intenzity. K mortalitě napadených sazenic a stromů dochází při opakovaném napadení. Houba snižuje klíčivost semene, odumření sazenic nebo deformaci prýtů. Obrana je preventivní postřik fungicidem a snížení vlhkosti ve školkách (PEŠKOVÁ, PROCHÁZKOVÁ 2012).

Řád: Pucciniales

Cronartium ribicola J. C. Fisch. – rez vejmutovková

Významná rez borovic s pěti jehlicemi ve svazečku. Ke svému životu potřebuje dva hostitele, borovici a jako druhý, rybíz (*Ribes* sp.). Infikuje jehličí borovice vejmutovky průduchy koncem léta. Po několika týdnech se na jehlicích objevují drobné žluté skvrnky. Mycelium postupně prorůstá do větévky a v dalším roce napadené místo zežloutne. Zjara se v prasklinách kůry objevují žluté puchýřky. K nákaze nemůže dojít z vejmutovky na vejmutovku, ale vždy z rybízu na vejmutovku. Čím je vejmutovka starší, tím je větší šance na přežití. Basidiospory z rybízu se šíří maximálně na vzdálenost 1,5 km, nejsou odolné na sucho a sluneční záření (SOUKUP 2000).

Cronartium flaccidum (Alb. & Schwein.) G. Winter – rez borová

Patří mezi nejnebezpečnější rzi na borovicích s dvěma jehlicemi ve svazečku. Napadá hlavně borovici lesní. Může způsobit až kalamitní odumírání celých porostů. Příznakem napadení je odumírání kůry a silné výrony pryskyřice. Silně napadení jedinci odumírají a vznikají tzv. smolné souše. Druhým hostitelem je pivoňka (*Paeonia* sp.) nebo tolita (*Vincetoxicum* sp.). K vývoji potřebuje vysoké teploty (RAGAZZI 1983; KAITERA 2000).

Melampsora populnea (Pers.) P. Karst. – rez sosnokrut

Rez napadá mladé výhonky borovic a způsobuje ohýbání vrcholků a kroucený růst do tvaru „S“. Druhým hostitelem je topol osika (*Populus tremula*) a topol bílý (*Populus alba*) či jejich kříženci. Borovici napadají zimní výtrusy z topolových listů. Kůra na nakaženém místě odumře, ale během roku se toto poranění zacelí a překlene sousedním pletivem. Tímto nepravidelným růstem dochází ke kroucení (PŘÍHODA 1959). Byla zjištěna na více druzích borovic (KLINGSTRÖM 1963; PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015).

Coleosporium tussilaginis (Pers.) Lév. – rez jehlicová

Rez napadá jehlice borovic se dvěma jehlicemi ve svazečku. Druhým hostitelem jsou různé rostliny (zvonek (*Campanula* sp.), starček (*Senecio* sp.), podběl (*Tussilago* sp.), devětsil (*Petasites* sp.)). Jehlice jsou infikovány basidiosporami, které dozrávají v pozdním létě na rostlinách. Opakovaná infekce se dá poznat podle černých jizviček. První příznaky jsou oranžové skvrny na jehlicích (NOOIJ et al. 1995; PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015).

Řád: Hymenochaetales

Porodaedalea pini (Brot.) Murrill – ohňovec borový

Víceletá parazitická houba způsobující rozklad jádrového dřeva. Plodnice vyrůstají zpravidla pod suky, jimiž vnikla nákaza do kmene, většinou na západní straně stromu. Způsobuje bílou voštinovou hnilobu. V mýtních porostech způsobuje značné škody (PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015).

Řád: Polyporales

Fomitopsis pinicola (Sw.) P. Karst. – troudnatec pásovaný

Patří mezi nejškodlivější houbové patogeny na pokáceném dřevě. Živé stromy napadá, jsou-li mechanicky poškozeny (loupání, odření při soustředování). Potřebuje k nákaze vyšší vzdušnou vlhkost. Způsobuje červenou hnilobu s hranolovitým rozpadem (PŘÍHODA 1959; PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015).

Phaeolus schweinitzii (Fr.) Pat. – hnědák Schweinitzův

Parazitický druh vyskytující se ve starších jehličnatých porostech. Napadá hlavně borovici lesní a borovici vejmutovku, vytváří červenou hnilobu s hranolovitým rozpadem. Způsobuje rozklad dřeva kořenů a bazálních částí kmenů živých stromů. Plodnice jsou jednoleté. Největší škody působí na podmáčených lokalitách. Infekce vstupuje do kmene mechanickými zraněními kořenových náběhů (PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015).

Sparassis crispa (Wulfen) Fr. – kotrč kadeřavý

Parazitický druh rostoucí na bázích kmenů borovic. Způsobuje červenou hnilobu jádrového dřeva. Ve větším počtu se může stát nebezpečným patogenem (PŘÍHODA 1959).

Řád: Agaricales

Armillaria ostoyae (Romagn.) Herink – václavka smrková

V ČR se vyskytuje celkem sedm druhů václavek, které byli dříve považovány za jeden druh a to *Armillaria mellea* s.l. (Vahl.) P. Kumm. Nakonec byly rozděleny do těchto druhů: *Armillaria ostoyae*, *Armillaria mellea* s. str., *Desarmillaria tabescens* (Scop.) R. A. Koch & Aime, *Desarmillaria ectypa* (Fr.) R. A. Koch & Aime, *Armillaria borealis* Marxm. & Korhonen, *Armillaria gallica* Marxm. & Romagn. a *Armillaria cepistipes* Velen (SOUKUP 2005).

Saproparazitický druh, jehož plodnice vyrůstají na přelomu září a října z napadených kořenů či pařezů. Způsobuje intenzivní, rychle se šířící bílou hnilobu. K parazitismu

přechází v důsledku oslabení stromů rostoucí na nevhodných lokalitách. Na napadených místech dochází k výronům pryskyřice a lahvicovitému ztloustnutí oddenku. Pod kůrou jsou bílé blány mycelia (syrocium). K infekci může dojít i zdravými kořeny dotykem přes rhizomorfy nebo basidiospory (SOUKUP 2005; PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015). Napadení stromu může mít dvojitý průběh: akutní a chronický. Chronický průběh je běžnější a dřevina může žít i desítky let. U akutního průběhu, který obvykle nastává po fyziologickém oslabení dřeviny (nejčastěji suchem), dochází ke kalamitnímu odumírání (SOUKUP 2005). Optimum kyselosti dřeva pro rozvoj podhoubí kolísá mezi pH 4,5 – 5,0. V borových mlazinách, v případě napadení, odumírají borovice v celých kruhových plochách (PŘÍHODA 1959; VERTUI, TAGLIAFERRO 1998). Stromy napadené václavkou jsou více atraktivní pro podkorní hmyz (LONGAUEROVÁ et al. 2010). Obrana proti napadení dřevin václavkou zatím není známa, ve fázi výzkumu je využití antagonistických hub a bakterií (SOUKUP 2005).

3.3. Hmyzí škůdci

Stresové faktory oslabující borovice (sucho, teplota, imise) jsou hlavní příčinou, kdy dochází k napadení těchto stromů hmyzími škůdci (MATSON, HAACK 1987; HUBERTY, DENNO 2004). V ČR patří mezi kalamitní škůdce, které napadají hlavně smrk a v menší míře i borovice, bekyně mniška (*Lymantria monacha* L.) a lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus* L.). Ostatní druhy škodící na borovicích, ať už z řádu Coleoptera, Lepidoptera nebo Hymenoptera jsou spíše sekundární škůdci, které napadají oslabené stromy, příkladem je sosnokaz borový (*Panolis flammea* Denis & Schiffermüller; MATSON, HAACK 1987; LEATHER 1993). Vliv sucha na zvýšený žír hmyzu byl zjištěn i na jiných druzích borovic, např. na borovici blatce (FIALA 2017) nebo na severoamerických borovicích (UNGERER et al. 1999). Nahodilá těžba důsledkem žíru hmyzu na borovici má v posledních letech vzrůstající tendenci (tab. 1).

Tab. 1 Nahodilá borová těžba 2003-2016

rok	těžba - hmyz (m ³)
2016	10 567
2015	9 300
2014	4 069
2012	3 162
2011	3 032
2010	4 952
2009	9 792
2008	8 605
2007	5 357
2006	9 831
2005	22 049
2004	17 755
2003	8 448

Řád: Coleoptera

Tomicus minor Hartig, 1834 – lýkohub menší

Kůrovcovitý škůdce, který napadá slabší kmeny nebo silnější větve se slabou kůrou. Má charakteristický svorkovitý požerek, kukelní kolébky jsou slabě zapuštěny ve dřevě. Spolupodílí se na napadení čerstvě uhynulých stromů. Patří mezi přenašeče hub *Ophiostoma canum* (Münch) Syd. & P. Syd., *Sydowia polyspora* (Bref. & Tavel) E. Müll. a *Ophiostoma tingens* (Lagerb. & Melin) Z. W. de Beer & M. J. Wingf. (MASUYA et al. 1999; SOLHEIM et al. 2001; JANKOWIAK 2008). Spolu s *Tomicus piniperda* provádí úživný žír na koncových větévkách, kde vyžírá dřeň větviček.

Tomicus piniperda L., 1758 – lýkohub sosnový

Kůrovcovitý škůdce, který napadá spodní část kmene borovic se silnou borkou. Při silném napadení dokáže strom zahubit. Patří mezi přenašeče hub *Leptographium wingfieldii* M. Morelet a *Ceratocystis minor* (Hedgc.) J. Hunt (MASUYA et al. 1999; SOLHEIM et al. 2001). Spolu s *Tomicus minor* provádí úživný žír na koncových větévkách, kde vyžírá dřeň větviček.

Ips sexdentatus Börner, 1776 – lýkožrout borový

Lýkožrout, který napadá borovice v nížinách. Vyskytuje se pouze v tradičních borových oblastech ČR. Patří mezi přenašeče hub *Ophiostoma brunneociliatum* Math.-Käärik a *Ceratocystis minor* (LEVIEUX et al. 1989). Napadá část kmene nad částí, kterou obsazuje *Tomicus piniperda* (BOUHOT et al. 1988).

Ips acuminatus Gyllenhal, 1827 – lýkožrout vrcholkový

Lýkožrout, který obsazuje větve v korunách borovic. Vytváří víceramenný hvězdicový požerek. Patří mezi nejagresivnější kůrovce na borovici. Zároveň je přenašečem ambroziových hub *Ophiostoma brunneociliatum*, *Ophiostoma clavatum* Math.-Käärik a *Ophiostoma macrosporum* (Francke-Grosm.) Z.W. de Beer & M. J. Wingf. (FRANCKE-GROSMANN 1963; GUÉRARD et al. 2000).

Phaenops cyanea Fabricius, 1775 – krasec borový

Krasec borový, při přemnožení může zahubit oslabené borovice. Žír provádí v lýku a kuklí se v kůře. Výletové otvory jsou čočkovité. Napadá hlavně spodní část kmene se silnou borkou. Jeho blízký příbuzný *Phaenops formaneki formaneki* Jakobson obsazuje větve v koruně borovic a je teplomilnější.

Spondylis buprestoides L., 1758 – tesařík borový

Tesařík borový je nočním druhem tesaříků, aktivuje se za soumraku. Samice klade vajíčka do pařezů a spodní části stojících odumřelých stromů. Larvy mají nejméně dvouletý vývoj a kuklí se hluboko ve dřevě (SLÁMA 1998). Patří mezi technické škůdce.

Arhopalus rusticus L., 1758 – tesařík hnědý

Tesařík hnědý je také nočním druhem tesaříka. Napadá přednostně dolní části stojících odumřelých stromů s dostatečnou vlhkostí, larvy pronikají hluboko do jádra dřeva, kde se kuklí. Doby vývoje je nejméně dvouletá. Vyvíjí se převážně v borovicích, méněčastěji v ostatních jehličnanech (SLÁMA 1998).

Rhagium inquisitor L., 1758 – tesařík korový

Tesařík korový je denním druhem tesaříka. Napadá čerstvě uhynulé stromy se silnou borkou v nadzemní výšce do několika metrů. Při kuklení si larva komůrku obklopí typickým věnečkem třísek vykousaných ze dřeva. Vývoj je obvykle dvouletý (SLÁMA 1998).

Pissodes castaneus DeGeer, 1775 – smolák znamenáný

Pissodes pini L., 1758 – smolák sosnový

Pissodes piniphilus Herbst, 1795 – smolák borový

Smoláci na borovici napadají oslabené borovice. *Pissodes castaneus* klade vajíčka do mladých 4-15 letých borovic, *Pissodes piniphilus* napadá hlavně borové 30-50 leté tyčoviny a *Pissodes pini* starší borovice. Larvy všech druhů hlodají v lýku a nakonec se zakuklí v běli v kolébce vystlané bílými třískami (HOLUŠA, KNÍŽEK 2005).

Řád: Lepidoptera

Lymantria monacha L., 1758 – bekyně mniška

Způsobuje kalamitní holožírý ve smrkových a borových monokulturách v nadmořské výšce 400 až 600 m. Motýli se rojí v červenci a srpnu, samičky kladou vajíčka pod kůru a ta tam přezimují. Na přelomu dubna a května se líhnou housenky a vylézají do korun, kde ožírají čerstvé jehlice nebo rašící pupeny. Dospělci během dne nehybně vyčkávají na kmenech stromů, samečci občas přelétnou. Toho lze využít při kontrole početnosti. Při opakovaném žíru housenek borovice hynou při ztrátě více než 90% jehlic (NOVÁK et al. 1974).

Dendrolimus pini L., 1758 – bourovec borový

Bourovec borový se rojí v červenci ve večerních hodinách, samičky přilepují vajíčka na borové větévky. Po vylíhnutí housenky začínají ožírat letošní jehlice až na pochvu. Housenky přezimují v půdě a na jaře vystoupají zpět do korun a ožírají staré jehlice. Při jarním žíru spotřebují až 600 jehlic. Optimální podmínky k vývoji nachází v 50 – 100 letých nesmíšených porostech. Gradace tohoto škůdce je dlouhá a nepravidelná (NOVÁK et al. 1974).

Rhyacionia buoliana Denis & Schiffermüller, 1775 – obaleč prýtový

Hlavním těžištěm výskytu tohoto obaleče jsou nížiny a pahorkatiny. Rojení probíhá v červenci. Samičky kladou vajíčka na šupiny pupenů. Po vylíhnutí se housenky zavrtají do bází jehlic, do podzimu vyžerou několik pupenů. Na jaře se přesunou do terminálních pupenů, kde se také kuklí. Toto vyžírání pupenů se projevuje tvorbou bajonetových vrcholků korun (LIŠKA 2004).

Bupalus piniaria L., 1758 – píďalka tmavoskvrnáč

Píďalka tmavoskvrnáč způsobuje žíry v nížinných borech. Rojení probíhá v polovině června. Samičky kladou vajíčka v řádcích na jehlice. Housenky mají žír plytvavý, jedna housenka spotřebuje okolo 40 jehlic během svého vývoje. Kuklí se v půdě a takto i přezimuje. Gradace jsou nepravidelná, v našich podmínkách zůstává dlouho v latenci. Při přemnožení napadá starší porosty na chudých půdách (LIŠKA, MODLINGER 2008).

Panolis flammea Denis & Schiffermüller, 1775 – sosnokaz borový

K rojení dochází začátkem května. Samičky kladou vajíčka na spodní stranu borových jehlic. Mladé housenky ožírají letošní jehlice od špice, starší je sežerou celé a napadají i staré jehlice. Kuklí se na rozhraní hrabanky a minerální půdy. Napadá bo-

rové porosty na chudých a suchých stanovištích ve věku 30-60 let. Kalamita vrcholí 3. rokem, ve 4. roce náhle zaniká (NOVÁK et al. 1974).

Sphinx pinastri L., 1758 – lišaj borový

K rojení dochází v květnu a v červnu. V našich podmínkách nedochází k přemnožení a kalamitním situacím. Ale v Polsku patří mezi významné škůdce, může tam způsobit až 75% defoliaci borových porostů. Housenky ze začátku ožírají pouze části jehlic, starší housenky už sežerou celou jehlici. Kukla přezimuje v hrabance (MODLINGER, LIŠKA 2016).

Řád: Hymenoptera

Acantholyda posticalis Matsumura, 1912 – ploskohřbetka sosnová

Acantholyda erythrocephala L., 1758 – ploskohřbetka borová

Acantholyda hieroglyphica Christ, 1791 – ploskohřbetka sazenicová

Vyskytují se běžně, převážně v nížinách a pahorkatinách. Všechny tři ploskohřbetky způsobují defoliaci borovic ožíráním jehlic housenicemi. *Acantholyda posticalis* napadá starší borové lesy, *Acantholyda erythrocephala* bory ve věku 20-40 let a *Acantholyda hieroglyphica* mladé jedince ve výsadbách. U *Acantholyda hieroglyphica* žijí housenice ve vaku a z něho vylézají za žírem. Napadení sazenic lze poznat podle tohoto vaku obsahující trus a zbytky jehlic. U *Acantholyda erythrocephala* žijí housenice společně v řídkém předivu a poškozují pouze starší ročníky jehlic. U *Acantholyda posticalis* rozlišujeme dvě formy. Jarní forma provádí žír od středu k obvodu koruny, u letní formy je postup opačný, protože housenice preferují letošní jehlice. *Acantholyda posticalis* může gradovat na jedné ploše po mnoho let. Žírem *Acantholyda posticalis* a *Acantholyda erythrocephala* dochází k oslabení borovic a ty jsou pak náchylné na další biotické poškození (HOLUŠA, LIŠKA 2005).

Neodiprion sertifer Geoffroy in Fourcroy, 1785 – hřebenule ryšavá

Rojení probíhá v druhé polovině srpna, v nejnižších polohách i začátkem října. Samičky kladou vajíčka v blízkosti vrcholových pupenů, kde vajíčka přezimují. Housenice se líhnou na jaře a ožírají staré jehlice, na borovici klečí při přemnožení i nové jehlice. Při vyrušení housenice najednou zvednou přední část těla. Kuklí se v hrabance. Na sušších stanovištích dochází častěji k přemnožení a větším škodám. Gradace přichází v 5-10 letých intervalech a zaniká po 2-3 letech (HOLUŠA 2002).

Diprion pini L., 1758 – hřebenule borová

K rojení u jednoletých pokolení dochází v červnu a v červenci, v teplejších oblastech, kde jsou dvě pokolení do roka, dochází k rojení koncem dubna. Samičky kladou vajíčka do rýh na jehlicích naříznutých kladélkem. Mladé housenice ožírají jehlice ze stran, takže střední žebro zůstává nedotčeno. Starší housenice požírají jehlice celé až na pochvu a při přemnožení ožírají i kůru výhonků. Kuklí se na větvích nebo v prasklinách kůry a v kukle přezimuje. Nejčastěji se vyskytuje v 20-40 letých zanedbaných borových tyčkovinách v teplých a chudých stanovištích (NOVÁK et al. 1974).

3.4. Abiotické vlivy

Borovice lesní je pionýrská dřevina, přesto trpí v posledních letech hlavně na nedostatek spodní vody následkem sucha. Při dlouhodobém suchu se zkracuje přírůstek a délka jehlic. Nemůže z půdy čerpat dostatek vody, jako náhradu za vodu uniklou transpirací, sníží se obsah vody v buňkách, čímž se naruší látková výměna. Sucho postihuje hlavně porosty v nadmořských výškách do 500 m na jižních a jihozápadních svazích (KUNCA et al. 2007). IRVINE et al. (1998) zjistil, že prahová hodnota obsahu vody v hloubce 20 cm v půdě je 12 % pro normální přírůstek u borovice. To potvrzuje i LINDER et al. (1987), který dává do souvislosti sucho a velikost koruny a délku jehlic u borovice montereyské (*Pinus radiata* D. Don). Přírůst kmenů u borovice černé a vliv sucha zkoumal MARTÍN-BENITO et al. (2008). Tato studie ukazuje vliv klimatu na růst borovice černé a sucho zmiňuje jako nejvýznamnější stresový faktor. Zmiňuje též souvislost mezi snížením přístupu světla a zvýšením vlhkosti. Nejvíce negativně ovlivňuje přírůst stromu vyšší teploty na konci léta a v brzkém jaru. Lépe si s tím poradily nadúrovňové a úrovňové stromy. Vysoké teploty v květnu ovlivňují přírůst podúrovňových stromů, kdežto vysoké teploty v červenci mohou mít vliv na přírůst nadúrovňových stromů.

BIGLER et al. (2006) dává do souvislosti přírůst borovice s tzv. indexem sucha „DRI“. Používá k tomu vzorec $DRI = P - PET$ (THORNTON 1948). Kde „P“ je součet srážek od srpna do července dalšího roku a „PET“ je součet odhadované potencionální transpirace od srpna do července dalšího roku jako funkce měsíčního průměru teploty a zeměpisné šířky. V případě, že DRI je záporný, dochází ke značnému oslabení borovic a nástupu biotických činitelů. Celková nahodilá těžba, kde hlavním faktorem těžby bylo sucho meziročně v letech 2015 -2016, vzrostla skoro o milion kubiků dřeva (tab. 2).

Tab. 2 Celková nahodilá těžba vlivem sucha

Rok	těžba - sucho (m ³)
2016	1 401 956
2015	473 959
2014	318 928
2012	172 857
2011	140 333
2010	126 835
2009	203 242
2008	255 607
2007	243 415
2006	294 564
2005	378 044
2004	457 380
2003	292 458

Dalším abiotickým činitelem poškozující borovice je sníh. Nejvíce nebezpečný je mokrý sníh při teplotě 0 °C. V případě že nastane takováto situace, tak 20 m vysoký strom může nést na každý metr výšky 180 – 200 kg sněhu. To dělá 300 000 – 480 000 kg sněhu v korunách na 1 ha (JALKANEN, KONÔPKA 1998). V ČR je limitní nadmožská výška pro škody sněhem do 700 m. Naopak námraza způsobuje škody od nadmožské výšky 700 m a výš. Způsob lesnického hospodaření má vliv na výši škod sněhem a námrazou. Zanedbané porosty s vysokým štíhlostním koeficientem přes 1,2 reagují katastroficky na mokrý sníh a námrazu.

Vliv větru na borovice je zanedbatelný díky kúlovému kořenu, který borovici lépe drží v půdě. Pouze v případě souběhu s mokrým sněhem či námrazou dochází k vývratům (COUTTS 1983; DANJON et al. 2005).

Škody ohněm jsou u borovice zanedbatelné. Ročně dochází v ČR k požárům řádově na několika stovkách hektarů. Nejpočetnější požáry jsou důsledkem lidské činnosti, až pak jsou to přírodní vlivy (např. blesk). Škody mrazem se u borovice nevyskytují, maximálně omrznutí výhonů sazenic (KNÍŽEK et al. 2017).

4. Metodika

V rámci diplomové práce byli v oblasti Dobříše a Opočna (majetek Kristina Colloredo – Mansfeldová - Správa lesů KCM) během vegetačního období roku 2017 sledovány borové porosty ve věku 53 až 115 let, které jsou oslabené působením sucha (tab. 3).

Tab. 3 Sledované borové porosty v LHC Colloredo Dobříš a LHC Colloredo Opočno

LHC	porostní skupina	věk	zakmenění	zastoupení BO %	výška	výčetní tloušťka	AB	prům. hmotnost m ³	SLT	GPS lokalizace
Colloredo Dobříš	403 J 6	60	9	80	18	22	22	0,28	2P	49.7971528N, 14.2398383E
	411 A 6	53	9	40	17	19	22	0,19	2I	49.7874008N, 14.2287875E
	415 G 6	53	8	70	16	18	20	0,16	2K	49.7749447N, 14.2218997E
Colloredo Opočno	8 B 9	85	9	90	25	29	26	0,66	1M	50.2049806N, 16.0249669E
	7 A 10	92	9	70	25	29	26	0,66	2K	50.2085511N, 16.0247094E
	3 D 12	115	9	77	25	32	24	0,82	2S	50.2217603N, 15.9730931E

Porosty byly opakovaně navštěvovány s ohledem na průběh počasí a biologii významných škodlivých činitelů. Na třech lokalitách na Dobříši a Opočně bylo pokáceno vždy po pěti stromech. Celkem bylo hodnoceno 30 borovic. Následně bylo vyhodnoceno napadení biotickými škůdci včetně houbových patogenů. Pokácený strom byl rozdělen na čtyři půlmetrové sekce, na kterých bylo zjišťováno druhové spektrum hmyzích škůdců (GRODZKI 1997). První sekce byla z výšky 0,5 – 1 m od země, druhá sekce byla z poloviny kmene, třetí sekce byla z části pod korunou a čtvrtá sekce byla z poloviny koruny. Pro hodnocení intenzity výskytu škůdců byla využita tato metoda: u čeledi Curculionidae byly počítány ve vzorcích kukelní kolébky pro rod *Pissodes*, snubní komůrky a závrtové otvory u podčeledi Scolytinae, u čeledi Buprestidae, Cerambycidae a Siricidae byli počítány výletové otvory.

Z pokácených stromů byly odebírány vzorky (větvě, jehlice a šišky) pro přesnou determinaci houbových patogenů. Intenzita napadení jehlic byla hodnocena podle počtu plodnic na 1 cm délky jehlice, neboť délky sebraných jehlic se lišily. Intenzita napadení větví byla hodnocena podle počtu plodnic na 1 cm² (tab. 4).

Tab. 4 Hodnocení intenzity výskytu houbových patogenů

	slabé	střední	silné
Intenzita napadení jehlic, plodnice/cm	1	2 - 3	4 a více
Intenzita napadení větví, plodnice/cm ²	1	1 - 5	6 a více

Průběžná laboratorní práce zahrnovala především kultivace odebraných vzorků, posouzení makroskopických znaků, přípravu preparátů a mikroskopování. Zároveň byly vzorníky kontrolovány na výskyt jmelí bílého (*Viscum album* subsp. *austriacum* (Wiesb.) Vollman). Po skončení vegetační sezony a laboratorních prací bylo provedeno vyhodnocení získaných dat.

5. Stručné přírodní podmínky

5.1 Dobříšsko

Zájmová lokalita Dobříšsko se nachází v okolí města Dobříš, ve středočeském kraji, okres Příbram, katastrální území obcí Mokrovraty a Stará Huť. Je tvořena přírodní lesní oblastí (PLO) č. 10 – Středočeská pahorkatina. Podle geomorfologického členění ČSR (DEMEK 1987) zasahuje na území PLO 10 tato geomorfologická jednotka: celek Benešovská pahorkatina, podcelek Dobříšská pahorkatina. Nadmořská výška se pohybuje od 300 do 480 m n. m.

Klimatické poměry: B3 - okresek mírně teplý, mírně vlhký, s mírnou zimou, pahorkatinový. Zaujímá převažující část území PLO 10, průměrný úhrn srážek 600 mm (1961-1990), roční průměrná teplota je v rozmezí 7-8 °C (1961-1990). Nejčastěji zastoupeným půdním typem je kambizem, ze souborů lesních typů pak 2K a 3B. Střed území PLO 10 je nazýván jako Slapský bioregion, tvoří jej žulová pahorkatina rozřezaná skalnatým údolím Vltavy a jejích přítoků. Má mezofytní charakter. Významné je především údolí Vltavy s výskytem reliktních borů, suťových lesů a řadou teplomilných druhů na výslunných svazích, včetně reliktních. Netypická je výše položená přechodná část na úpatí Brd (podoblast 10b). Údolí Vltavy bylo značně ovlivněno výstavbou přehrad, na ostatním území dominuje orná půda, v lesích kulturní bory a smrčiny (ÚHÚL 2001a).



Obr. 1 Odumírající porost borovice lesní na LHC Colloredo Dobříš (foto: Denis Žížka)

5.2 Opočensko

Podle umístění druhé části majetku nedaleko města Opočno. Zájmová lokalita se nalézá ve východní části republiky v kraji Královohradeckém, poblíž obce Třebechovice pod Orebem. Geomorfologicky se jedná o nížinnou oblast s úvaly řeky Labe, Východolabská – Třebechovická tabule. Tvořena přírodní lesní oblastí č. 17 Polabí.

Polabí je rozsáhlá nížinná oblast, jejíž hranice proti sousedním oblastem je více či méně výrazná. Postupné přechody se vytvářejí při jižním okraji oblasti, terénně nevýrazná je hranice proti Mostecké pánvi (odděluje se však povahou sedimentů). Výrazně je odděleno od členitého Českého středohoří. Od sedimentů severočeské pískovcové oblasti se liší jemnozrnnějšími sedimenty i charakterem terénu. Málo vyhraněna je východní hranice oblasti přecházející pozvolně do pahorkatin a podhůří (DEMEK 1987). Nejnižší poloha v PLO 17 - Polabí je 141 m n. m. - hladina Labe, Žernoseky. Nejvyšší bod naší části PLO je s 459 m n. m. - hora Říp.

Klimatické poměry: území lesní oblasti Polabí náleží do A2 - okresek teplý, suchý, s mírnou zimou, s kratším slunečním svitem. Průměrná roční teplota: se pohybuje od 7,5 do 9,1 °C, ve vegetačním období od 13,5 do 15,5 °C Extrémní tepelné poměry vykazují k J exponované svahy a hřbety vyvřelých kopců a slínovce (opuky). Průměrné roční srážky: kolísají mezi 480 až 700 mm (468 mm Kralupy nad Vltavou, 733 mm Choceň), ve vegetační době mezi 310 až 400 mm. K nejsušším územím patří okolí

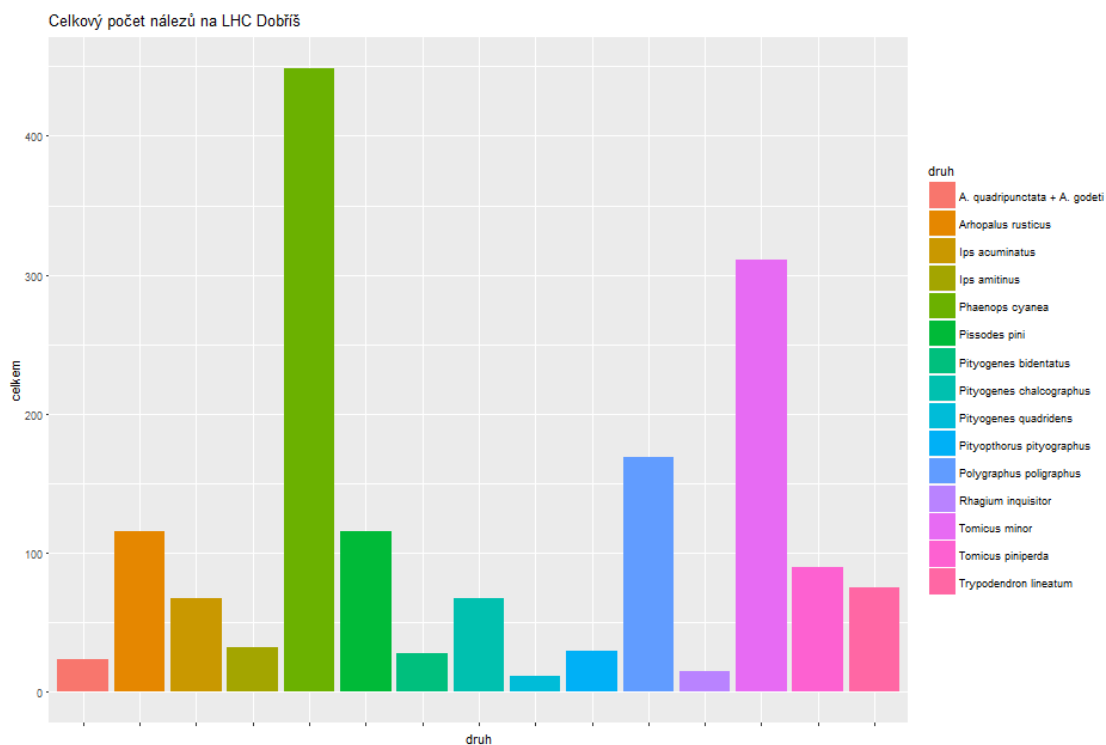
Kralup nad Vltavou, Prahy, Mělnicko, okolí toku Ohře a Lounsko. Langův dešťový faktor: celkově je klima semiaridní, jen okrajové vyšší polohy tvoří přechod k semihumidnímu. Délka vegetační doby je 155 až 175 dnů, dubový až bukodubový LVS. Geologicky náleží převážná část Polabí do české křídové pánve, kromě ojedinělých výskytů krystalinika (břidlice) v Povltaví v Pražské plošině a permu jižně od Ohře. Nejčastěji vyskytujícím se typem půdy ve východní části oblasti je pararendzina, dále podzol a luvizem (ÚHÚL 2001b).

6. Výsledky

6.1 Kambioxylofágní fauna na Dobříšsku

Na Dobříšsku byly parametry průměrného vzorníku, na kterém byl sledován výskyt kambioxylofágních druhů následující: výška 17 m, výčetní tloušťka 20 cm a nasazení koruny 13 m.

Celkem bylo nalezeno 16 druhů kambioxylofágních brouků (Obr. 2). 11 jich bylo z čeledi Curculionidae, 10 z podčeledi Scolytinae, 3 z čeledi Buprestidae a 2 z čeledi Cerambycidae. Nejpočetnější výskyt byl zaznamenán u krasce borového (*Phaenops cyanea*), naopak nejnižší u *Pityogenes quadridens* (Obr. 2).



Obr. 2 Přehled nalezených hmyzích škůdců na Dobříšsku

Z rozboru jednotlivých sekcí vyplývá, že bazální část kmene byla nejvíce obsazována krascem borovým (*Phaenops cyanea*), který byl doprovázen dřevokazem čárkováným (*Trypodendron lineatum*) a lýkohubem sosnovým (*Tomicus piniperda*) - (Tab. 5).

Tab. 5 – Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci 0,5 – 1 m, měřeno od země (Dobříšsko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Phaenops cyanea</i>	25
<i>Tomicus piniperda</i>	2
<i>Trypodendron lineatum</i>	5
<i>Arhopalus rusticus</i>	3
<i>Rhagium inquisitor</i>	1

Ve střední části kmene se kambioxylofágní fauna postupně změnila ve prospěch čeledi Curculionidae. Ustoupil krasce borový a začínal převládat hlavní škůdce borovic, lýkohub sosnový a polyfágní kůrovci, lýkožrout menší (*Ips amitinus*) a lýkohub matný (*Polygraphus poligraphus*). Nejčastějším škůdcem byl ale z hlediska výskytu smolák sosnový (*Pissodes pini*). Navíc i zde byl nalezen tesařík hnědý (Tab. 6). V místech, kde se nachází slabší kůra (především v oblasti pod korunou) se již nevyskytoval kra-

sec borový a lýkohub sosnový, které nahradil lýkohub menší (*Tomicus minor*). V malém množství byl nalezen tesařík hnědý, lýkohub matný zjištěn nebyl (Tab. 7).

Tab. 6 - Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed kmene (Dobříšsko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Phaenops cyanea</i>	4
<i>Tomicus piniperda</i>	3
<i>Pissodes pini</i>	8
<i>Ips amitinus</i>	2
<i>Polygraphus poligraphus</i>	6
<i>Arhopalus rusticus</i>	3

Tab. 7 - Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci na začátku koruny (Dobříšsko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Tomicus minor</i>	10
<i>Polygraphus poligraphus</i>	5
<i>Arhopalus rusticus</i>	1

Největší množství druhů kambioxylofágního hmyzu se vyskytovalo v koruně stromu. Na kmeni byl nejčastěji lýkohub menší, Na silnějších větvích lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*) a slabší větve obsazovali krasci *Anthaxia quadripunctata* a *Anthaxia godeti*, lýkožrout lesklý a lýkožrout obecný (*Pityophthorus pityographus*). Koncové větévky byly napadeny lýkožroutem dvouzubým (*Pityogenes bidentatus*) a v menší míře lýkožroutem čtyřzubým (*Pityogenes quadridens*) - (Tab. 8).

Tab. 8 - Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed koruny (Dobříšsko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Tomicus minor</i>	10
<i>Pityogenes bidentatus</i>	2
<i>Pityogenes quadridens</i>	1
<i>Anthaxia quadripunctata</i> <i>Anthaxia godeti</i>	2
<i>Ips acuminatus</i>	4
<i>Pityogenes chalcographus</i>	4
<i>Pityophthorus pityographus</i>	2

6.2 Houbové patogeny na Dobříšsku

Diplodia pinea

Houba byla nalezena ve všech třech porostech (415 G 6, 403 J 6, 411 A 6) na šiškách a větvích, na jehlicích minimálně. Nejsilnější výskyt na šiškách byl v porostu 415 G 6, nejslabší v porostu 411 A 6. Na větvích byly výsledky obdobné. Ve všech odebraných vzorcích bylo mikroskopickým vyšetřením v pyknidách (plodnice anamorfního stadia) zjištěna přítomnost konidií.

Cenangium ferruginosum

Patogen byl nalezen pouze v porostu 415 G 6. Na větvích o tloušťce 1,5 -2,7 cm byl zjištěn středně silný výskyt a na tenčích větvích o tloušťce 0,5 – 1 cm výskyt silný. Plodnice vřeckatého (teleomorfního stadia) obsahovala vřecka s askosporami.

Porodaedalea pini

Plodnice ohňovce borového byly nalezeny na jediném kmeni v porostu 415 G 6 (Obr. 3). Jeho výskyt nebyl přesněji kvantifikován.



Obr. 3 *Porodaedalea pini*, Dobříšsko (foto: Denis Žižka)

Armillaria sp.

Syrcium václavky bylo nalezeno ve všech porostech a na všech patnácti vzornících. Každý kmen byl porostlý až do poloviny délky (Obr. 4).

Viscum album subsp. *austriacum*

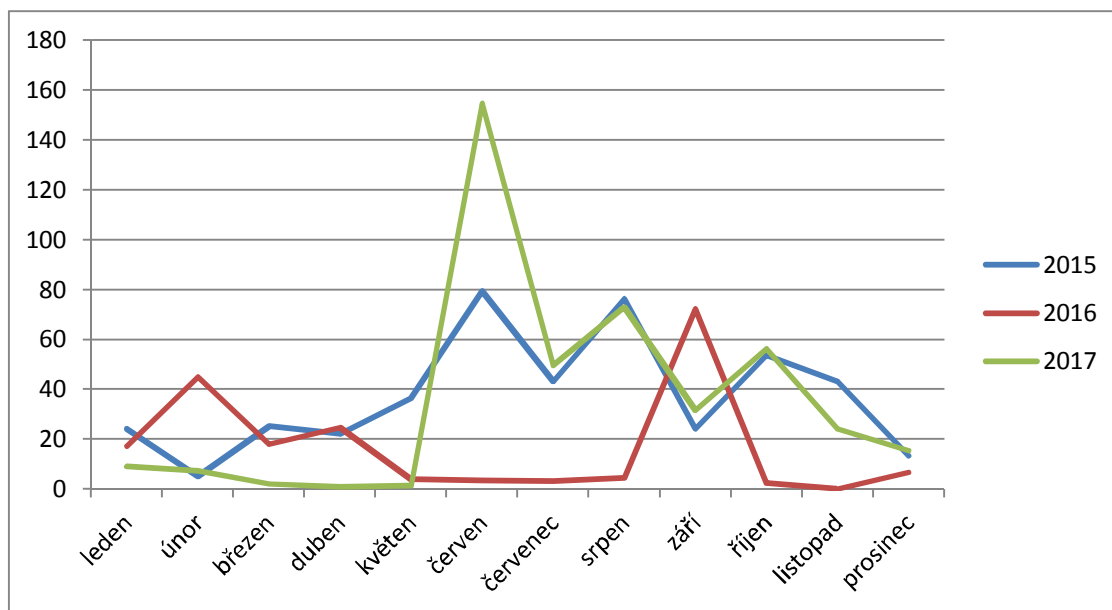
Na kontrolovaných stromech nebylo nalezeno jmelí bílé.



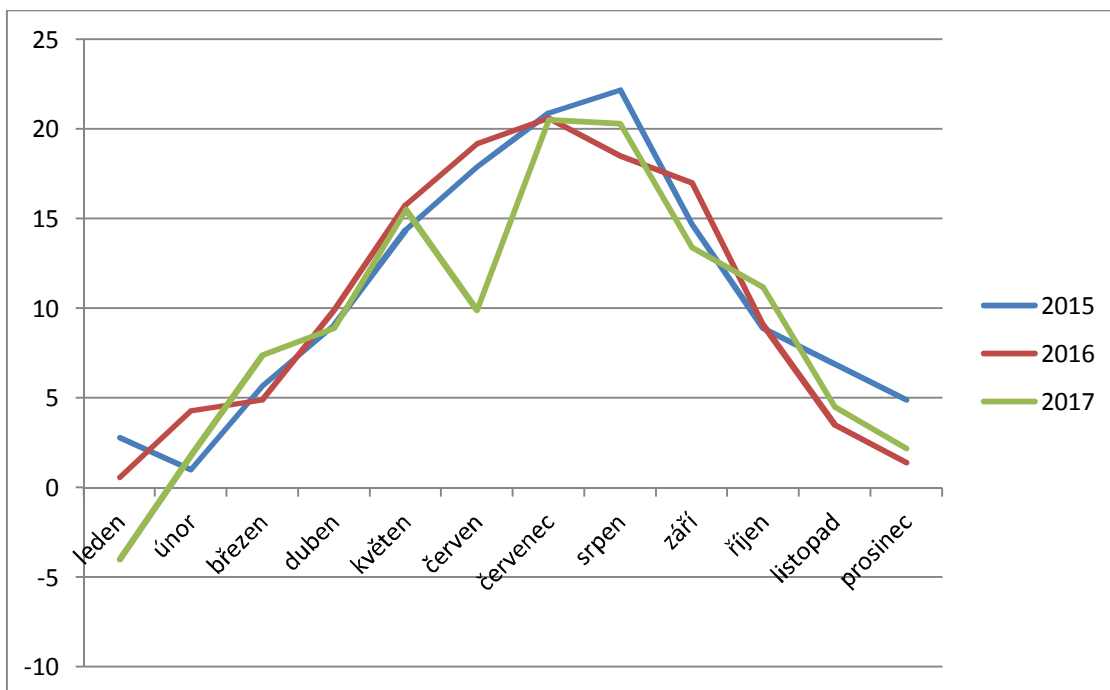
Obr. 4 rod *Armillaria*, Dobříšsko (foto: Denis Žižka)

6.3 Vývoj počasí v letech 2015 – 2017 na Dobříšsku

Dobříšsko spadá do klimatické oblasti MT11 s průměrnými dubnovými a říjnovými teplotami 7 – 8 °C a se srážkovým úhrnem 550 – 650 mm (QUITT 1971). Srážek za rok 2015 bylo celkem 447 mm, tj. o 25 % pod normálem, v roce 2016 jich bylo 201 mm, tj. o 67 % pod normálem a v roce 2017 bylo 425 mm tj. o 29 % pod normálem (QUITT 1971; Obr. 5).



Obr. 5 – úhrn srážek na Dobříšsku v mm po měsících v letech 2015 – 2017 (zdroj: www.edpp.cz/zarizeni/novy-kinin)



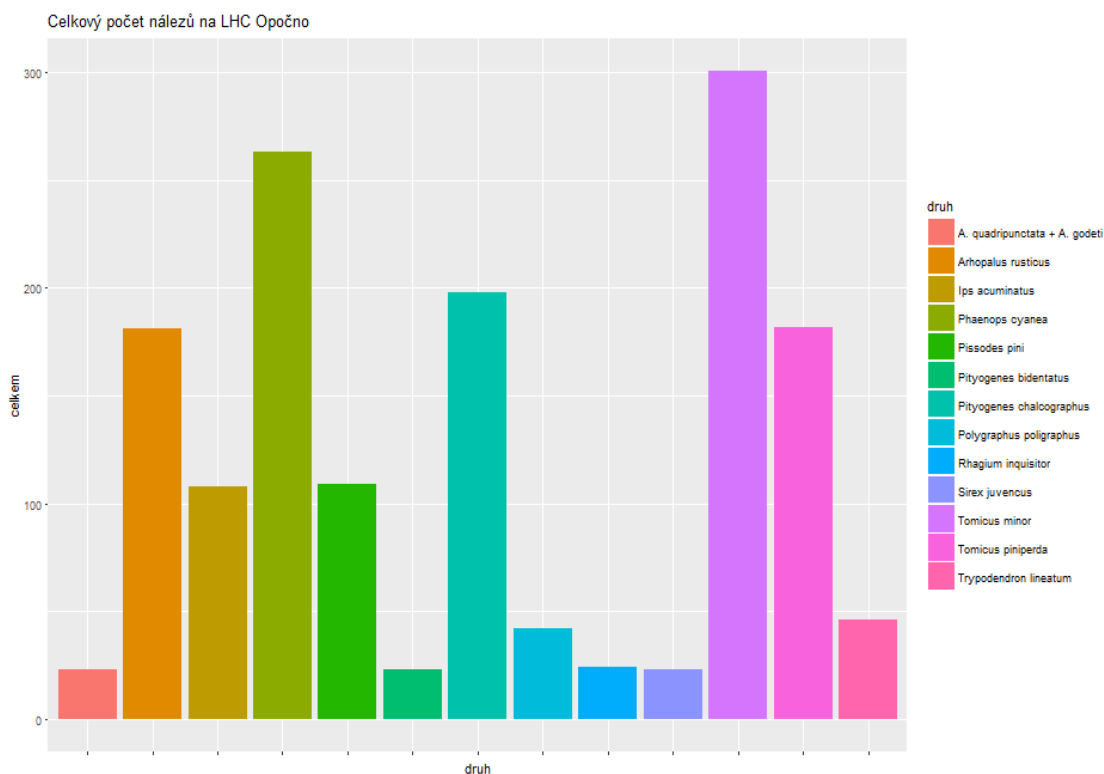
Obr. 6 vývoj průměrných měsíčních teplot na Dobříšsku v °C v letech 2015 – 2017 (zdroj: www.mestys-karlstejn.cz/aktualni-teplota/#rocní)

V roce 2015 se koncem března objevily počátky výrazného sucha v povrchové vrstvě půdy do 40 cm, který ale pominul na jaře roku 2016 i 2017. Nepříznivým jevem bylo navýšení intenzity sucha i v hlubších profilech půdy na konci léta 2015 a 2016, který se ale neopakoval na konci léta 2017. Tento vývoj a nedostatečný úhrn srážek za roky 2015 – 2017 se projevil i na jaře 2017 deficitem půdní vláhly mezi 5 – 20 % pod normálem a na konci léta 2017 se dokonce deficit půdní vláhly navýšil přibližně o dalších 10 – 20 % (příloha č. 3 - 8).

6.4 Kambioxylofágní fauna na Opočensku

Na Opočensku byly průměrné rozměry pokáceného vzorníku následující: výška 25 m, výčetní tloušťka 30 cm a nasazení koruny 19 m.

Celkem bylo na Opočensku nalezeno 14 druhů kambioxylofágního hmyzu. 8 jich bylo z čeledi Curculionidae a 7 z podčeledi Scolytinae. Z čeledi Buprestidae byly zjištěny 3 druhy, z Cerambycidae 2 a z čeledi Siricidae 1. Nejpočetnější výskyt byl zaznamenán u lýkohuba menšího, nejnižší naopak u lýkožrouta dvouzubého a pilořitky fialové (*Sirex juvencus*) (Obr. 7).



Obr. 7 Přehled nalezených hmyzích škůdců na Opočensku

Z rozboru jednotlivých sekcí vyplývá, že bazální část kmene na Opočensku nejvíce obsazuje krasec borový, následovaný dřevokazem čárkovaným a lýkohubem sosnovým. Zjištěn byl také výskyt tesaříka hnědého a korového (Tab. 9).

Tab. 9 - Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci 0,5 – 1 m, měřeno od země (Opočensko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Phaenops cyanea</i>	15
<i>Trypodendron lineatum</i>	3
<i>Tomicus piniperda</i>	4
<i>Arhopalus rusticus</i>	3
<i>Rhagium inquisitor</i>	2

Ve střední části kmene se kambioxylofágní fauna postupně změnila ve vyšší zastoupení lýkohuba sosnového a tesaříka hnědého. Oproti Dobříšsku se zde nevyskytoval lýkožrout menší. Zastoupení lýkohuba matného bylo též nižší než Dobříšsku. Naopak výskyt smoláka sosnového byl srovnatelný s oblastí Dobříšska (Tab. 10).

Tab. 10 - Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed kmene (Opocensko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Phaenops cyanea</i>	2
<i>Tomicus piniperda</i>	8
<i>Arhopalus rustica</i>	5
<i>Polygraphus poligraphus</i>	3
<i>Pissodes pini</i>	7

V kmene pod korunou byly výsledky výrazně odlišné oproti Dobříšsku. Lýkohub sosnový byl nahrazen lýkohubem menším. Kromě něho se zde vyskytoval i lýkožrout lesklý. Také výskyt tesaříka hnědého byl vyšší než na Dobříšsku. Zároveň byl zjištěn výskyt zástupce řádu Hymenoptera z čeledi Siricidae a to pilořitka fialová (*Sirex juvenicus* L.), (Tab. 11). V koruně, stejně jako na Dobříšsku, se nejvíce vyskytoval lýkohub menší a na silnějších větvích lýkožrout vrcholkový společně s lýkožroutem lesklým. Slabší větve byly napadeny stejně jako na Dobříšsku krasci *Anthaxia quadripunctata* a *Anthaxia godeti*. Na slabších větvích byl nalezen pouze lýkožrout dvouzubý. Na vzornících oproti Dobříšsku nebyl nalezen lýkožrout obecný (Tab. 12).

Tab. 11 - Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci na začátku koruny (Opocensko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Tomicus minor</i>	9
<i>Pityogenes chalcographus</i>	7
<i>Arhopalus rusticus</i>	4
<i>Sirex juvenicus</i>	2

Tab. 12 - Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed koruny (Opočensko).

Kambioxylofágní fauna	Intenzita výskytu
<i>Tomicus minor</i>	11
<i>Ips acuminatus</i>	7
<i>Pityogenes chalcographus</i>	6
<i>Anthaxia quadripunctata</i> <i>Anthaxia godeti</i>	2
<i>Pityogenes bidentatus</i>	2

6.5 Houbové patogeny na Opočensku

Diplodia pinea

Houba byla nalezena ve všech třech porostech (8 B 9, 3 D 12, 7 A 10) na jehlicích. Pouze v porostu 7 A 10 byly napadeny i větve. Na všech lokalitách mělo napadení středně silný výskyt. V pyknidách byla mikroskopicky potvrzena přítomnost konidií.

Cenangium ferruginosum

Houba byla nalezena ve všech třech porostech. V porostech 8 B 9 a 7 A 10 měla střední výskyt na slabších větvích. V porostu 3 D 12 byl výskyt pouze slabý. Ve všech vzornících byla zjištěna přítomnost vřecek s askosporami.

Armillaria sp.

Syrocium václavky bylo nalezeno ve všech porostech, ale pouze na 7 kmenech (Obr. 8). Syrocium dosahovalo v mnoha případech až do poloviny délky vzorníku.

Viscum album subsp. *austriacum*

Jmelí bylo nalezeno ve všech porostech, ale pouze na 8 vzornících (Obr. 9).



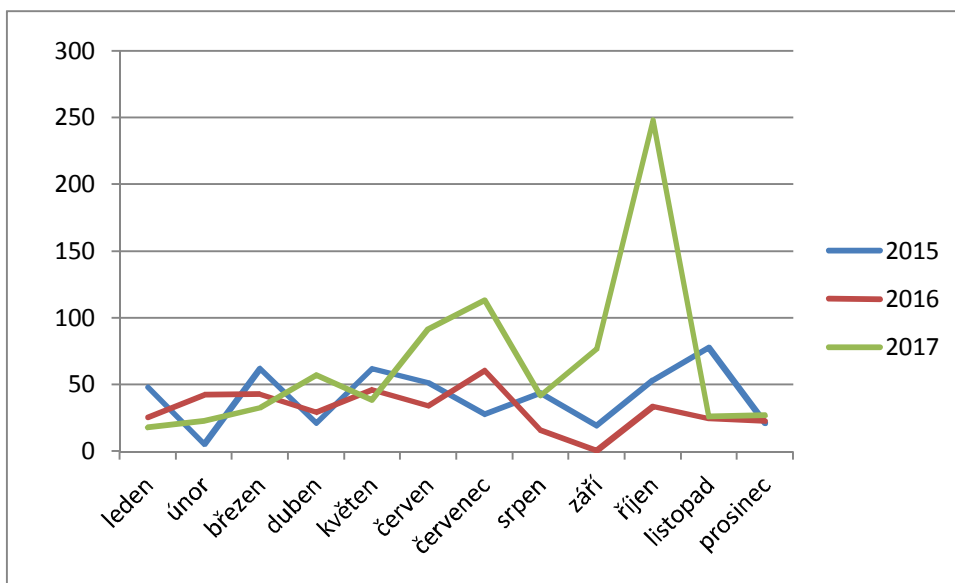
Obr. 8 Systecium houby rodu *Armillaria* na borovici lesní, Opočensko (foto: Jiří Horák)



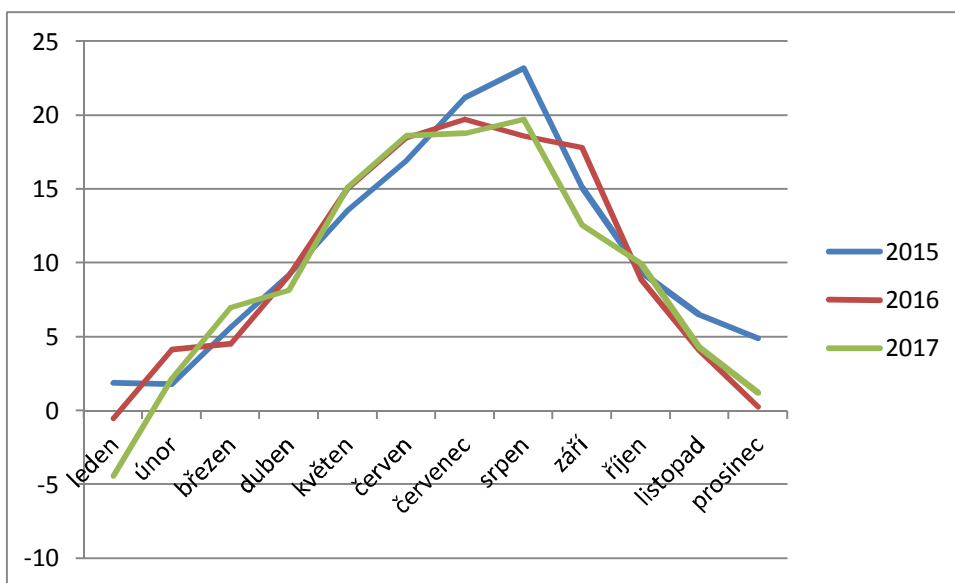
Obr. 9 *Viscum album* subsp. *austriacum* na borovici lesní, Opočensko (foto: Jiří Horák)

6.6 Vývoj počasí v letech 2015 – 2017 na Opočensku

Opočensko spadá také do klimatické oblasti MT11 s průměrnými dubnovými a říjnovými teplotami 7 – 8 °C a se srážkovým úhrnem 550 – 650 mm (QUITT 1971). Srážek za rok 2015 bylo celkem 493 mm, tj. 18 % pod normálem, v roce 2016 bylo srážek 378 mm, tj. o 37% pod normálem a v roce 2017 jich bylo 794 mm, tj o 32% nad normálem (Obr. 10).



Obr. č. 10 – úhrn srážek na Opočensku v mm po měsících v letech 2015 – 2017 (zdroj: www.bezrucka.cz/meteo/datasummary.htm)



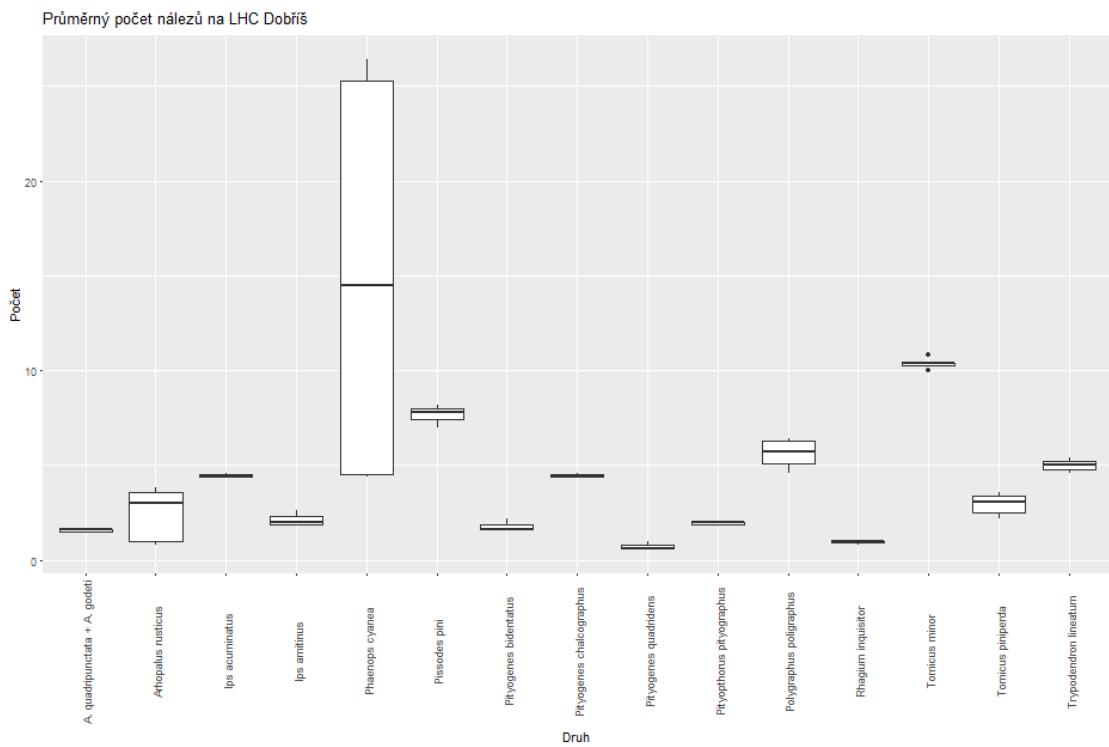
Obr. č. 11 – vývoj průměrných měsíčních teplot na Opočensku v °C v letech 2015 – 2017 (zdroj: <http://teplomer.voody.cz/>)

V roce 2015 se koncem března objevily počátky výjimečného sucha v povrchové vrstvě půdy do 100 cm, který ale sice pominul na jaře roku 2016, ale v roce 2017 byl výraznější než v roce 2015. Horším jevem, ale bylo navýšení intenzity sucha i v hlubších profilech půdy na konci léta 2015 a 2016, který se ale neopakoval na konci léta 2017. Tento vývoj a nedostatečný úhm srážek za roky 2015 – 2016 se projevili na jaře 2017 deficitem půdní vláhý 20 % pod normálem a na srážky nadprůměrnému roku 2017 se deficit půdní vláhý zlepšil přibližně na normální stav (příloha č. 9 - 14).

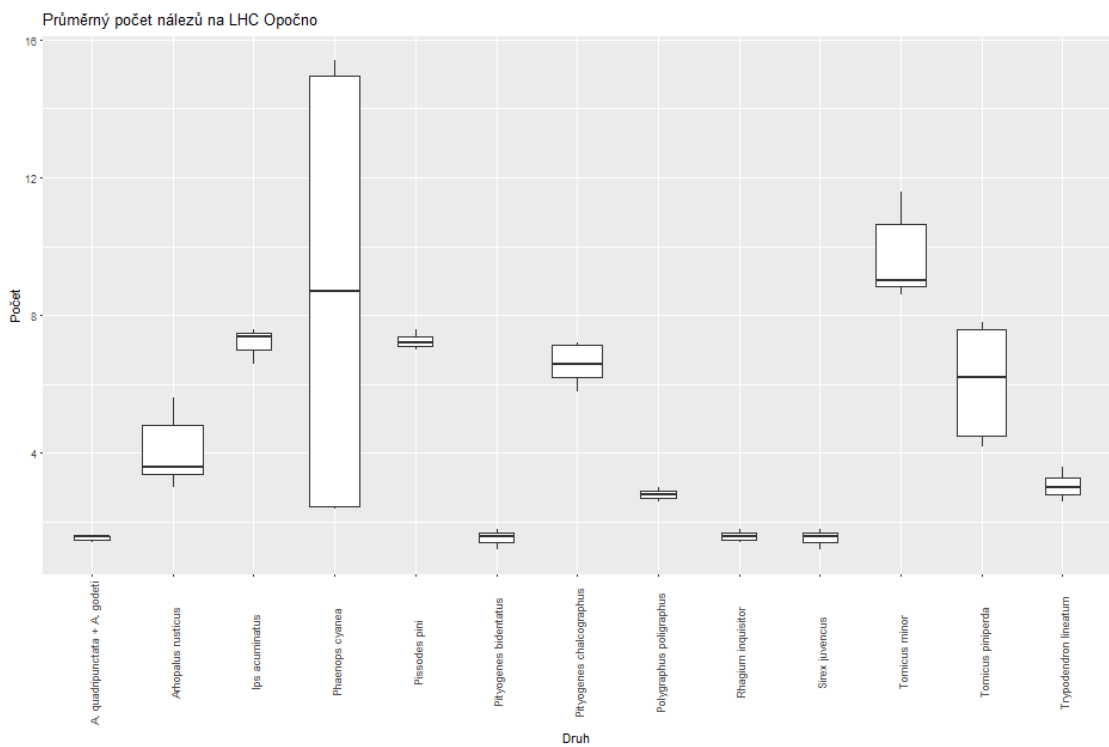
6.7 Porovnání výskytu kambioxylofágních druhů a intenzity výskytu houbových patogenů na Dobříšsku a Opočensku

Na Dobříšsku bylo nalezeno celkem 16 druhů kambioxylofágního hmyzu a 4 druhy houbových patogenů. Na Opočensku bylo nalezeno 14 druhů kambioxylofágního hmyzu a 3 druhy houbových patogenů.

Krasec borový se vyskytoval ve větším množství na Dobříšsku než na Opočensku. V bazální části byl průměrný počet nálezů 25,4 a ve středu kmene 4,5 na Opočensku to bylo v bazální části 15 a ve středu kmene 2,4 nálezů. Naopak na Opočensku byl pozorován častější výskyt tesaříka hnědého, u kterého byly největší rozdíly v sekci pod korunou (3,6 oproti 0,8), lýkožrouta vrcholového (7,2 oproti 4,4), lýkožrouta lesklého (6,2 oproti 4,4) a lýkohuba sosnového v sekci střed kmene (7,6 oproti 3,4). Zároveň zde nebyl zaznamenán výskyt lýkožrouta menšího, ale byl zjištěn výskyt pilořitky fialové. Lýkohub menší byl pozorován na obou lokalitách obdobně. Výskyt krasce borového, lýkohuba sosnového a dřevokaze čárkového v bazální části vzorníků ukazuje, že si navzájem nekonkurují, protože k vývoji potřebují jinou niku. V bazální části kmene byly největším konkurentem pro lýkohuba sosnového tesaříci - tesařík hnědý a tesařík korový. (Obr. 12 a 13; Tab. 13 a 14)



Obr. 12 Průměrný počet zjištěných druhů hmyzích škůdců na Dobříšsku



Obr. 13 Průměrný počet zjištěných druhů hmyzích škůdců na Opočensku

Tab. 13 Výsledky popisné statistiky podle sekci pro jednotlivé druhy na lokalitě Dobříš

Dobříš					
druh	sekce	mean	median	var	sd
A. quadripunctata + A. godeti	stred_koruny	1.5333333	1.6	0.01333333	0.1154701
Arhopalus rusticus	0,5-1m	3.3333333	3.4	0.09333333	0.3055050
Arhopalus rusticus	stred_kmene	3.4666667	3.6	0.17333333	0.4163332
Arhopalus rusticus	zacatek_koruny	0.8666667	0.8	0.01333333	0.1154701
Ips acuminatus	stred_koruny	4.4666667	4.4	0.01333333	0.1154701
Ips amitinus	stred_kmene	2.1333333	2.0	0.17333333	0.4163332
Phaenops cyanea	0,5-1m	25.4000000	25.6	1.24000000	1.1135529
Phaenops cyanea	stred_kmene	4.5333333	4.4	0.05333333	0.2309401
Pissodes pini	stred_kmene	7.6666667	7.8	0.37333333	0.6110101
Pityogenes bidentatus	stred_koruny	1.8000000	1.6	0.12000000	0.3464102
Pityogenes chalcographus	stred_koruny	4.4666667	4.4	0.01333333	0.1154701
Pityogenes quadridens	stred_koruny	0.7333333	0.6	0.05333333	0.2309401
Pityophthorus pityographus	stred_koruny	1.9333333	2.0	0.01333333	0.1154701
Polygraphus poligraphus	stred_kmene	6.2666667	6.4	0.05333333	0.2309401
Polygraphus poligraphus	zacatek_koruny	5.0000000	5.0	0.16000000	0.4000000
Rhagium inquisitor	0,5-1m	0.9333333	1.0	0.01333333	0.1154701
Tomicus minor	stred_koruny	10.4666667	10.4	0.09333333	0.3055050
Tomicus minor	zacatek_koruny	10.2666667	10.4	0.05333333	0.2309401
Tomicus piniperda	0,5-1m	2.4666667	2.4	0.09333333	0.3055050
Tomicus piniperda	stred_kmene	3.4666667	3.4	0.01333333	0.1154701
Trypodendron lineatum	0,5-1m	5.0000000	5.0	0.16000000	0.4000000

Tab. 14 Výsledky popisné statistiky podle sekci pro jednotlivé druhy na lokalitě Opočno

Opočno					
druh	sekce	mean	median	var	sd
A. quadripunctata + A. godeti	stred_koruny	1.533333	1.6	0.01333333	0.1154701
Arhopalus rusticus	0,5-1m	3.333333	3.4	0.09333333	0.3055050
Arhopalus rusticus	stred_kmene	5.066667	4.8	0.21333333	0.4618802
Arhopalus rusticus	zacatek_koruny	3.666667	3.6	0.49333333	0.7023769
Ips acuminatus	stred_koruny	7.200000	7.4	0.28000000	0.5291503
Phaenops cyanea	0,5-1m	15.066667	15	0.09333333	0.3055050
Phaenops cyanea	stred_kmene	2.466667	2.4	0.01333333	0.1154701
Pissodes pini	stred_kmene	7.266667	7.2	0.09333333	0.3055050
Pityogenes bidentatus	stred_koruny	1.533333	1.6	0.09333333	0.3055050
Pityogenes chalcographus	stred_koruny	6.066667	6.2	0.05333333	0.2309401
Pityogenes chalcographus	zacatek_koruny	7.133333	7.2	0.01333333	0.1154701
Polygraphus poligraphus	stred_kmene	2.800000	2.8	0.04000000	0.2000000
Rhagium inquisitor	0,5-1m	1.600000	1.6	0.04000000	0.2000000
Sirex juvencus	zacatek_koruny	1.533333	1.6	0.09333333	0.3055050
Tomicus minor	stred_koruny	10.600000	11.2	1.96000000	1.4000000
Tomicus minor	zacatek_koruny	8.800000	8.8	0.04000000	0.2000000
Tomicus piniperda	0,5-1m	4.466667	4.4	0.09333333	0.3055050
Tomicus piniperda	stred_kmene	7.666667	7.6	0.01333333	0.1154701
Trypodendron lineatum	0,5-1m	3.066667	3.0	0.25333333	0.5033223

Průměrná intenzita výskytu houby *Diplodia pinea* byla vyšší v porostech LHC Dobříš (Tab. 15) než v porostech LHC Opočno (Tab. 16). Tento výsledek lze přisuzovat průběhu počasí, kdy byly v roce 2017 na lokalitě Dobříš srážky nižší (Obr. 5 a 10) a průměrná teplota vyšší (Obr. 6 a 11). V případě patogenu *Cenangium ferruginosum* byla průměrná intenzita výskytu stejná. Pouze v porostu 415G6 na LHC Dobříš byl zaznamenán nadměrný výskyt patogenu.

Tab. 15 Průměrná intenzita výskytu patogenů na Dobříšsku

LHC Colloredo Dobříš			
Houbový patogen	Porost	Výskyt	Průměrné int. výskytu
<i>Diplodia pinea</i>	415 G 6	1	0,87
<i>Diplodia pinea</i>	403 J 6	0,8	
<i>Diplodia pinea</i>	411 A 6	0,8	
<i>Cenangium ferruginosum</i>	415 G 6	1	0,33
<i>Cenangium ferruginosum</i>	403 J 6	0	
<i>Cenangium ferruginosum</i>	411 A 6	0	

Tab. 16 Průměrné intenzity výskytu patogenů na Opočensku

LHC Colloredo Opočno			
Houbový patogen	Porost	Výskyt	Průměrné int. výskytu
<i>Diplodia pinea</i>	8 B 9	0,4	0,53
<i>Diplodia pinea</i>	3 D 12	0,4	
<i>Diplodia pinea</i>	7 A 10	0,8	
<i>Cenangium ferruginosum</i>	8 B 9	0,4	0,33
<i>Cenangium ferruginosum</i>	3 D 12	0,2	
<i>Cenangium ferruginosum</i>	7 A 10	0,4	

Obdobná byla i intenzita výskytu houby *Armillaria* sp. V porostech na LHC Colloredo Dobříš, které se vyznačují sušším a teplejším průběhem počasí, bylo syrociem václavky nalezeno ve všech porostech a na všech vzornících a to až do poloviny délky pokáceného vzorníku. Na LHC Colloredo Opočno bylo syrociem nalezeno ve všech porostech též, ale jen na 7 vzornících.

7. Diskuse

Počet nalezených druhů na Dobříšsku a Opočensku je relativně nízký, například FOIT (2010) a FOIT, ČERMÁK (2014) našli na odumřelých stromech borovice lesní celkem 34, respektive 32 druhů kambioxylofágního hmyzu. Je ale potřeba říci, že jejich výzkum byl dlouhodobějšího charakteru a zahrnoval v analýze větší počet zkoumaných jedinců borovice. Určitý vliv měl nejspíše i charakter studovaných lokalit, kde Dobříšsko i Opočensko, jsou trvale obhospodařované kulturní lesy s minimálním množstvím dlouhodobě zachovávané mrtvé hmoty dřeva v porostech, což nepřispívá k zvětšení biodiverzity, tak jako například mrtvá hmota a pralesovitá rozrůzněnost lesních porostů (FOIT 2010; LACHAT et al. 2013; KRÁSA 2015).

I přes některé rozdíly v nalezených druzích na obou lokalitách, můžeme říci, že kambioxylofágní fauna je stejná a je to způsobeno nejspíše kulturním obhospodařováním výše uvedených LHC.

Zjištěné výsledky nalezeného kambioxylofágního hmyzu a houbových patogenů na Opočensku odpovídají např. poznatkům, které publikoval ŠIMERDA (2017).

Kambioxylofágní hmyz není, ale ve většině případů, považován za hlavní příčinu odumírání borovic (FOIT 2010). Nedostatek srážek především v roce 2016 (viz kapitoly 6.3 a 6.6) a následné sucho mělo významný vliv na odumírání borovic, ale je velice složité po jednom roce šetření odhadnout, v jaké míře se na odumírání podílel hmyz. Řada zjištěných druhů je považována za významné hospodářské škůdce a přenaše-

če houbových chorob. Z těch nejdůležitějších je potřeba zmínit následující druhy: *Pityogenes chalcographus*, *Phaenops cyanea*, *Ips acuminatus*, *Ips amitinus*, *Tomicus piniperda* a *Tomicus minor*. I přes možná rizika se jedná spíše o sekundární škůdce, napadající borovice oslabené suchem, kteří mohou při přemnožení aktivně napadat zdánlivě zdravé stromy (HEDGREN 2004; MRÁČEK 1995). Paradoxem je, že hlavní škůdce na bazální části kmene - krasec borový, je veden v červené knize bezobratlých jako druh téměř ohrožený (ŠKORPÍK 2017).

Jak již bylo zmíněno nálet některých druhů kůrovců sebou nese i riziko druhotné nákazy dřevokaznými houbami (ŠRŮTKA 2006). Například hlavními přenašeči hub rodu *Ophiostoma* a *Ceratocystis* jsou *Tomicus piniperda*, *Tomicus minor* a *Ips acuminatus*. Vlivem těchto hub může dojít k rychlému zablokování toku pryskyřice, čímž dojde k zamezení prakticky jediné možné obrany stromu proti zvýšenému žiru kůrovců (ŠRŮTKA 2006). Zvláště *Ips acuminatus*, který je schopen přenášet až 54 druhů ophiostomatoidních hub, je považován za jednoho z nejrizikovějších (DAVYDENKO et al. 2017).

Vliv na odumírání borovic může mít i výskyt jmelí bílého v korunách stromů (DOBBERTIN, RIGLING 2006). Bylo zjištěno, že infekci jmelím lze považovat za predispoziční faktor k odumírání borovic suchem a je prokázáno, že má jmelí vliv na defoliaci koruny. Stromy se střední těžkou a těžkou infekcí jmelím odumírají dvakrát až čtyřikrát častěji než borovice s nízkou mírou infekce (DOBBERTIN, RIGLING 2006).

Negativně působí v poslední době na borovice i sucho, jehož působením dochází k oslabení dřevin a tím k větší náchylnosti vůči napadení houbovými patogeny (AGUADÉ et al. 2015; BIGLER et al. 2006). Slabý až středně silný výskyt hub *Diplodia pinea* a *Cenangium ferruginosum* může souviset až s extrémním nedostatkem vláhy, které naopak houby potřebují ke svému vývoji (KOUKOL, HAVRDOVÁ 2014). Menší předpokládaný výskyt těchto hub může být i zapříčiněn konkurenčními vztahy mezi různými druhy hub a jejich vzájemnou vazbou na využití nedostatkové vody ve dřevě borovic (KLEPZIG et al. 2004). Určitou možností je i závislost šíření houby *Diplodia pinea* na specifickém druhu hmyzu, který se na kontrolovaných lokalitách příliš často nevyskytuje, viz např. ploštice z řádu Hemiptera, pozemka plochá (*Gastrodes grossipes*; FECI et al. 2002).

Václavka, jakožto významný škodlivý činitel v hospodářských lesích, proti které je jen mizivá obrana (PŘÍHODA 1959; PEŠKOVÁ, ČÍŽKOVÁ 2015), byla zjištěna na obou zkoumaných lokalitách. Z výsledků je zřejmé, že vyšší srážky z podzimu 2017 na Dobříšsku a průměrné srážky na Opočensku neměly významější vliv na výskyt václavky. Naopak, za jednu z hlavních příčin šíření je potřeba považovat sucho, které se

na obou lokalitách projevilo koncem léta 2015 a 2016. Oslabené borovice neměli dostatek obranných látek, aby se proti václavce mohli účinně bránit.

Kombinace sucha a následné rozšíření biotických škodlivých činitelů je v dnešní době důležitou otázkou, kterou se zabývají lesnické instituce v celé republice (cf. PEŠKOVÁ et al. 2016).

AGUADÉ et al. (2015) jasně potvrzuje, že sucho a následné snížení hodnot uhlohydrátů hlavně v jehlicích souvisí s defoliací borovic. Defoliované borovice ukazují nižší hodnoty uhlohydrátů než nedefoliované, přesto že defoliované borovice vykazují větší asimilační hodnoty. Dále uvádí, že snížení hodnot uhlohydrátů a napadení houbami jsou na sobě nezávislé. Výsledky našeho výzkumu ukazují, že dlouhodobější trvání sucha vede k nárůstu výskytu houbových chorob, příkladem je vyšší výskyt *Diplodia pinea* na Dobříšsku.

Souběh všech tří stresových faktorů (sucho, hmyz, houby) může způsobit odumření borovic na stanovištích s vysokou konkurencí ostatních dřevin v odběru povrchové vody. V teplotně nejkritičtějších měsících pro vývoj borovice, tj. v předjaří a na konci léta (MARTÍN-BENITO et al. 2008; LÉVESQUE et al. 2013) byly teploty na Dobříšsku vyšší v každém roce 2015 - 2017 o 1 °C, v říjnu 2017 v dokonce o 3 °C (Obr. 6). Na Opočensku byly teploty v těchto důležitých měsících vyšší v každém roce 2015 - 2017 o 1 - 2 °C (Obr. 11). Tím dochází k prohlubování deficitu v zásobování vodou kořenových systémů a následnému snížení odolnosti borovic vůči biotickým škůdcům.

Podle některých znaků má větší zastoupení podúrovňových dřevin jiných druhů s povrchovým kořenovým systémem velký vliv na příjem vláhy borovicí, která má kůlový kořen (JIŘÍ HORÁK, in verb.). Možným řešením je vykácení podúrovňové etáže a ponechání borovice bez konkurence ostatních dřevin (JIŘÍ HORÁK, in verb.). Škody suchem lze též zmírnit při obnově porostu výsadbou dřevin odpovídající přirozené druhové skladbě a užití správné provenience. Při výsadbě je potřeba dodržovat správné zásady při nakládání se sazenicemi (chránit kořeny před slunečním svitem, větrem, používat sazenice s vyvinutým kořenovým systémem) a při obnově porostů nevytvářet porostní stěny na jižních a jihozápadních expozicích (KUNCA et al. 2007). Též je vhodné obnovu začínat od severu a na lokalitách s nevhodnými dřevinami (např. náchylnými na sucho) zkrátit mýtní věk (KUNCA et al. 2007).

8. Závěr

Déletrvající sucho představuje vážný problém pro borové porosty. Především nedostatek srážek na začátku jara a koncem léta, ke kterému v posledních letech dochází, jsou závažným stresovým faktorem pro borovice na sušších stanovištích.

Vyšší úhrn srážek za rok 2017 se na Dobříšsku a Opočensku projevil vyšším nálezem syrocia václavky v oslabených borových porostech než v minulých letech. Za hlavní příčinu zvýšeného výskytu václavek lze považovat sucho předchozích let. Průměrná intenzita výskytu *Diplodia pinea* byla vyšší na Dobříšsku. Tento výsledek lze přisuzovat skutečnosti, že byly v roce 2017 srážky nižší a průměrná teplota vyšší, než na Opočensku. V případě *Cenangium ferruginosum* byla průměrná intenzita výskytu stejná. Pouze v porostu 415 G 6 na Dobříšsku byl zaznamenán nadměrný výskyt patogenu. I přes výše zmíněná tvrzení byly zjištěné výsledky výskytu houbových patogenů na jehlicích, šiškách a větvích nižší, než se předpokládalo.

Obdobné jsou i výsledky v případě *Armillaria* sp. Na Dobříšsku, které se vyznačuje jako sušší a teplejší, bylo syrociium václavky nalezeno ve všech porostech a na všech pokácených vzornících a to až do poloviny jejich délky. V případě Opočenska bylo syrociium nalezeno ve všech porostech, ale pouze na 7 vzornících.

Vliv hmyzích škůdců na odumírání borovic byl v šetřených porostech spíše sekundární. Porosty na Dobříšsku a Opočensku mají díky stejnému způsobu lesnického hospodaření i podobnou kambioxylofágní faunu. Šíření hmyzích škůdců je podmíněno zdravotním stavem borovic. Do určité míry je patrný i vliv celoplošného chřadnutí borovic, které představuje pro škůdce větší masu stromů, atraktivních k napadení. Nejvýznamnějšími škůdci na obou lokalitách byly krasec borový, lýkohub sosnový a lýkožrout vrcholkový. Hlavní technický škůdce dřeva na obou lokalitách byl tesařík hnědý. Sucho je svým fyziologickým působením na borovice výrazným defoliátorem a primárním škodlivým činitelem, který se projevil na obou kontrolovaných lokalitách. Oproti jiným abiotickým činitelům, které působí okamžitě (vítr, námraza, mokrý sníh) se s chřadnutím borovic budeme nejspíše potýkat i v příštích letech, protože borovice usychají pozvolna v průběhu celého roku a nikoli naráz na celé ploše lesního porostu. Potencionální možnosti obrany, proti chřadnutí a odumírání borovice lesní působením biotických faktorů a sucha, jsou minimální. Jako obranu proti šíření houbových patogenů lze doporučit pálení klestu pokácených borovic a dodržovat celkovou čistotu borových porostů. Proti hmyzím škůdcům lze pokládat borové lapáky, hlavně proti lýkohubu sosnovému. Je ale potřeba počítat s určitým rizikem, které představuje spárkatá zvěř, jež je schopna oloupat kmen až na dřevo. Další, především dlouhodo-

bou možností obrany, je zakládat lesní porosty s typologicky odpovídající druhovou skladbou. Je vhodné při obnově porostů nevytvářet porostní stěny na jižních a jihozápadních expozičních, ale obnovu začínat od severu, aby se zadržela vlhkost v porostu a nedocházelo k nadměrnému vysychání a u mýtních porostů s nevhodnými dřevinami (náchylnými na sucho) zkrátit mýtní věk a dobu obnovy.

Otázkou je, zda by pomohla většímu zásobování kořenového systému borovic vodou, úplná asanace podúrovňových dřevin v lesních porostech a následné pěstování pouze čistých borových monokultur.

Stav, kdy dochází k masivnímu odumírání borovic, je potřebné dále sledovat. Je na místě rozšířit výzkum na zkoumání objemu dešťové vody, která skutečně dopadne na povrch půdy v čisté borové monokultuře a kolik v borovém porostu s podúrovňovými dřevinami. Vhodné by bylo tuto skutečnost otestovat i u kořenových systémů borovic. Další námětem by mohla být studie zabírající se tím, zda nedochází k přenosu houby *Diplodia pinea* hmyzem.

9. Literatura

AGUADÉ, D.; POYATOS, R.; GÓMEZ, M.; OLIVA, J.; MARTÍNEZ-VILALTA, J. The role of defoliation and root rot pathogen infection in driving the mode of drought-related physiological decline in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Tree Physiology*. 2015, 35, s. 229-242.

ALLEN, C. D.; MACALADY, A. K.; CHENCHOUNI, H.; BACHELET, D.; MCDOWELL, N.; VENNETIER, M.; KITZBERGER, T.; RIGLING, A.; BRESHEARS, D. D.; HOGG, E. H.; GONZALEZ, P.; FENSHAM, R.; ZHANG, Z.; CASTRO, J.; DEMIDOVA, N.; LIM, J.-H.; ALLARD, G.; RUNNING, S. W.; SEMERCI, A.; COBB, N. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*. 2010, 259(4), s. 660-684.

BIGLER, C.; BRAKER, O. U.; BUGMANN, H.; DOBBERTIN, M.; RIGLING, A. Drought as an inciting mortality factor in Scots pine stands of the Valais, Switzerland. *Ecosystems*. 2006, 9.3: s. 330-343.

BENAVIDES, R.; RABASA, S. G.; GRANDA, E.; ESCUDERO, A.; HÓDAR, J. A.; MARTÍNEZ-VILALTA, J.; RINCÓN, A. M.; ZAMORA, R.; VALLADARES, F. Direct and indirect effects of climate on demography and early growth of *Pinus sylvestris* at the rear edge: Changing roles of biotic and abiotic factors. *PLoS One*. 2013, 8(3), s. e59824.

BERNINGER, F. Effects of drought and phenology on GPP in *Pinus sylvestris*: a simulation study along a geographical gradient. *Functional Ecology*. 1997, 11, s. 33-42.

BOUHOT, L.; LIEUTIER, F.; DEBOUZIE, D. Spatial and temporal distribution of attacks by *Tomicus piniperda* L. and *Ips sexdentatus* Boem. (Col., Scolytidae) on *Pinus sylvestris*. *Journal of Applied Entomology*. 1988, 106(1-5), s. 356-371.

BUČEK, A. Trend posunu vegetačních stupňů v důsledku možných globálních změn klimatu. In: VIEWEGH J. (ed.) 2001. *Problematika lesnické typologie III. Sb. příspěv. Sem.*, ČZÚ Praha, 36, s. 12-16.

BUČEK, A.; KOPECKÁ, V. Možná globální změna klimatu a vegetační stupně. *Geobioecologické spisy*, sv. 9, MZLU v Brně, 2004, s. 73-88.

- BURGESS, T.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. J. Comparison of genotypic diversity in native and introduced populations of *Sphaeropsis sapinea* isolated from *Pinus radiata*. *Mycological Research*. 2001, 105 (11), s. 1331-1339.
- COUTTS, M. P. Root architecture and tree stability. *Plant and Soil*. 1983, 71, s. 171-188.
- DANJON, F.; FOURCAUD, T.; BERT, D. Root architecture and wind-firmness of mature *Pinus pinaster*. *New Phytologist*. 2005, 168, s. 387-400.
- DAVYDENKO, K.; VASAITIS, R.; MENKIS, A. Fungi associated with *Ips acuminatus* (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine with a special emphasis on pathogenicity of ophiostomatoid species. *European Journal of Entomology*. 2017, 114, s. 77-85.
- DEMEK, J. a kol. *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny*. 1. vyd. Praha: Academia, 1987. 584 s.
- DOBBERTIN, M.; MAYER, P.; WOHLGEMUTH, T.; FELDMEYER-CHRISTE, E.; GRAF, U.; ZIMMERMANN, N. E.; RIGLING, A. The decline of *Pinus sylvestris* L. forests in the Swiss Rhone valley – a result of drought stress? *Phyton (Austria)*. 2005, 45(4), s. 153-156.
- DOBBERTIN, M.; RIGLING, A. Pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) contributes to Scots pine (*Pinus sylvestris*) mortality in the Rhone valley of Switzerland. *Forest Pathology*. 2006, 36(5), s. 309-322.
- FIALA, T. Kůrovci (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) na borovici blatce (*Pinus uncinata* subsp. *uliginosa*) v NPR Kladské rašeliny. *Západočeské entomologické listy*. 2017, 8, s. 64-70.
- FECI, E.; BATTISTI, A.; CAPRETTI, P.; TEGLI, S. An association between the fungus *Sphaeropsis sapinea* and the cone bug *Gastrodes grossipes* in cones of *Pinus nigra* in Italy. *Forest Pathology*. 2002, 32, s. 241-247.
- FOIT, J. *Kambioxylofágní hmyz na borovici lesní – se zvláštním přihlédnutím k jeho vývoji na těžebním odpadu*. Disertační práce. 2010 – Mcsr., 192 s. [Depon. in Mendelova Univerzita, Brno].
- FOIT, J.; ČERMÁK, V. Colonization of disturbed Scots pine trees by bark- and wood-boring beetles. *Agricultural and Forest Entomology*. 2014, 16, s. 184-195.

- FRANCKE-GROSMANN, H. Die Übertragung der Pilzflora bei dem Borkenkäfer *Ips acuminatus* Gyll.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Ipsiden-Symbiosen. *Journal of Applied Entomology*. 1963, 52(1-4), s. 355-361.
- GRODZKI, W. *Pityogenes chalcographus* (Coleoptera, Scolytidae) – an indicator of man-made changes in Norway spruce stands. *Biologia*. 1997, 52(2), s. 217-220.
- GUÉRARD, N.; DREYER, E.; LIEUTIER, F. Interactions between scots pine, *Ips acuminatus* (Gyll.) and *Ophiostoma brunneo-ciliatum* (Math.): estimation of the critical thresholds of attack and inoculation densities and effects on hydraulic properties in the stem. *Annals of Forest Science*. 2000, 57, s. 681-690.
- HEDGREN, P. O. The bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) (Col., Scolytidae) in living trees: reproductive success, tree mortality and interaction with *Ips typographus*. *Journal of Applied Entomology*. 2004, 128, s. 161-166.
- HELANDER, M. L.; SIEBER, T. N.; PETRINI, O.; NEUVONEN, S. Endophytic fungi in Scots pine needles: spatial variation and consequences of simulated acid rain. *Canadian Journal of Botany*. 1994, 72, s. 1108-1113.
- HOLDENRIEDER, O.; SIEBER, T. N. First report of *Mycosphaerella dearnessii* in Switzerland. *European Journal of Forest Pathology*. 1995, 25, s. 293-295.
- HOLUŠA, J. Hřebenule ryšavá *Neodiprion sertifer* (Geoff.). *Lesnická práce*. 2002, 8(Příloha), s. 1-4.
- HOLUŠA, J.; KNÍŽEK, M. Smoláci rodu *Pissodes* Germar. *Lesnická práce*. 2005, 10(Příloha), s. 1-4.
- HOLUŠA, J.; LIŠKA, J. Ploskohřbetky rodu *Acantholyda* na borovici. *Lesnická práce*. 2005, 12(Příloha), s. 1-4.
- HUANG, Z. Y.; SMALLEY, E. B.; GURIES, R. P. Differentiation of *Mycosphaerella dearnessii* by cultural characters and RAPD analysis. *Phytopathology*. 1995, 85, s. 522-527.
- HUBERTY, A. F.; DENNO, R. F. Plant water stress and its consequences for herbivorous insects: a new synthesis. *Ecology*. 2004, 85.5: 1383-1398.
- IRVINE, J.; PERKS, M. P.; MAGNANI, F.; GRACE, J. The response of *Pinus sylvestris* to drought: stomatal control of transpiration and hydraulic conductance. *Tree Physiology*. 1998, 18, s. 393-402.

JALKANEN, R.; KONÔPKA, B. Snow-packing as a potential harmful factor on *Picea abies*, *Pinus sylvestris* and *Betula pubescens* at high altitude in northern Finland. *Forest Pathology*. 1998, 28, s. 373-382.

JANKOVSKÝ, L. Rizika aktivace houbových patogenů a hmyzích škůdců lesních dřevin v souvislosti s předpokládanou klimatickou změnou. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2000, 45(4), s. 18-25.

JANKOVSKÝ, L.; PALOVČÍKOVÁ, D. Dieback of Austrian pine – the epidemic occurrence of *Sphaeropsis sapinea* in southern Moravia. *Journal of Forest Science*. 2003, 49(8), s. 389-394.

JANKOVSKÝ, L.; BEDNÁŘOVÁ, M.; PALOVČÍKOVÁ, D. Dothistroma needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup, a new quarantine pathogen of pines in the CR. *Journal of Forest Science*. 2004, 50 (7), s. 319-326.

JANKOWIAK, R. Fungi associated with *Tomicus minor* on *Pinus sylvestris* in Poland and their succession into sapwood of beetle-infested windblown trees. *Canadian Journal of Forest Research*. 2008, 38, s. 2579-2588.

JANOUSH, D. *Globální změna klimatu a lesní ekosystémy. II. globální změna*. UJEP Ústí nad Labem, Centrum výzkumu globální změny AV ČR Brno, 2014, 70 s.

JONES, J. D. G.; DANGL, J. L. The plant immune system. *Nature*. November 2006, Vol. 444, s. 323-329.

JURC, D.; JURC, M.; SIEBER, T. N.; BOJOVIĆ, S. Endophytic *Cenangium ferruginosum* (Ascomycota) as a reservoir for an epidemic of cenangium dieback in austrian pine. *Phyton (Horn, Austria)*. 2000, 40 (4), s. 103-108.

KAITERA, J. Analysis of *Cronartium flaccidum* lesion development on pole-stage scots pine. *Silva Fennica*. 2000, 34(1), s. 21-27.

KLEPZIG, K. D.; FLORES-OTERO, J.; HOFSTETTER, R. W.; AYRES, M. P. Effects of available water on growth and competition of southern pine beetle associated fungi. *Mycological Research*. 2004, 108(2), s. 183-188.

KLINGSTRÖM, A. *Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr. – Pine twisting rust. Some experiments in resistance-biology. *Studia forestalia suecica*. 1963, Nr.6, s. 1-23.

KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J.; MODLINGER, R. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2016 a jejich očekávaný stav v roce 2017. *Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum*. 2017, 69 s.

KOUKOL, O.; HAVRDOVÁ, L., Vřeckovýtrusná zkáza jasanů. *Živa*, 2014, 1, s. 7-10.

KRÁSA, A. *Ochrana saproxylického hmyzu a opatření na jeho podporu: metodika AOPK ČR*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2015. 147 s. ISBN 978-80-87457-98-6.

KUNCA, A.; ZÚBRIK, M.; NOVOTNÝ, J. *Škodlivé činitele lesných dřevín a ochrana před nimi*. Zvolen: Národné lesnícké centrum, 2007. 208 s. ISBN 978-80-8093-048-6.

LACHAT, T.; BOUGET, CH.; BÜTLER, R.; MÜLLER, J. Deadwood: quantitative and qualitative requirements for the conservation of saproxylic biodiversity. In: KRAUS D. & KRUMM F. (eds.) 2013: *Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. In Focus – Managing forest in Europa, European Forest Institute. 283 s.

LEATHER, S. R. Influence of site factor modification on the population development of the pine beauty moth (*Panolis flammea*) in a Scottish lodgepole pine (*Pinus contorta*) plantation. *Forest Ecology and Management*. 1993, 59, s. 207-223.

LÉVESQUE M.; SAURER M.; SIEGWOLF R.; EILMANN B.; BRANG P.; BUGMANN H.; RIGLING A. Drought response of five conifer species under contrasting water availability suggests high vulnerability of Norway spruce and European larch. *Global Change Biology*. 2013, 19, s. 3184-3199.

LEVIEUX, J.; LIEUTIER, F.; MOSER, J. C.; PERRY, T. J. Transportation of phytopathogenic fungi by the bark beetle *Ips sexdentatus* Boerner and associated mites. *Journal of Applied Entomology*. 1989, 108, s. 1-11

LINDER, S.; BENSON, M. L.; MYERS, B. J.; RAISON, R. J. Canopy dynamics and growth of *Pinus radiata*. I. Effects of irrigation and fertilization during a drought. *Canadian Journal of Forest research*. 1987, 17, s. 1157-1165.

- LINDNER, M.; MAROSCHEK, M.; NETHERER, S.; KREMER, A.; BARBATI, A.; GRACIA-GONZALO, J.; SEIDL, R.; DELZON, S.; CORONA, P.; KOLSTRÖM, M.; LEXER, M. J.; MARCHETTI, M. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*. 2010, 259, s. 698-709.
- LIŠKA, J. Obaleč prýtový *Rhyacionia buoliana* D. & Sch. *Lesnická práce*. 2004, 9(Příloha), s. 1-4.
- LIŠKA, J.; MODLINGER, R. Tmavoskvrnáč borový *Bupalus piniarius* (L.) *Lesnická práce*. 2008, 3(Příloha), s. 1-4.
- LONGAUEROVÁ, V.; VAKULA, J.; LEONTOVYČ, R. Koexistencia podpňovek a pokôrneho hmyzu v chradnúcich smrečinách Kysúc. *Forestry Journal*. 2010, 56(3), s. 257-268.
- MARTÍN-BENITO, D.; CHERUBINI, P.; RÍO, DEL M.; CAÑELLAS, I. Growth response to climate and drought in *Pinus nigra* Arn. trees of different crown classes. *Trees*. 2008, 22, s. 363-373.
- MASUYA, H.; KANEKO, S.; YAMAOKA, Y.; OSAWA, M. Comparisons of ophistomatoid fungi associated with *Tomicus piniperda* and *T. minor* in japanese red pine. *Journal of Forest Research*. 1999, 4 (2), s. 131-135.
- MATTSON, W. J.; HAACK, R. A. The role of drought stress in provoking outbreaks of phytophagous insects. *Insect outbreaks*. 1987, 365-407.
- MODLINGER R.; LIŠKA J. Review of Lepidoptera with trophic relationships to *Picea abies* (L.) in the conditions of Czechia. *Lesnický časopis – Forestry Journal*. 2016, 178-194.
- MRÁČEK, Z. Lýkožrout vrcholkový – aktuální škůdce borovic. *Lesnická práce*. 1995, 74, s. 13-14.
- NAABURS, G. J.; PUSSINEN, A.; KARJALAINEN, T.; ERHARD, M.; KRAMER, K. Stemwood volume increment changes in European forests due to climate change – a simulation study with the EFISCEN model. *Global Change Biology*. 2002, 8(4), s. 304-316.
- NÁROVCOVÁ J. Mortalita výsadeb populací borovice lesní. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2010, 55(4), s. 299-306.
- NOOIJ, DE M. P.; PAUL, N. D.; AYRES, P. G. Variation in susceptibility and tolerance within and between populations of *Tussilago farfara* L. infected by *Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Berk. *New Phytologist*. 1995, 129, s. 117-123.

NOVÁK, V.; HROZINKA, F.; STARÝ, B. *Atlas hmyzích škůdců lesních dřevin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1974. 127 s.

PEŠKOVÁ, V.; ČÍŽKOVÁ, D. *Lesnická fytopatologie*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, 2015. 109 s. ISBN 978-80-213-2603-3.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F. *Cenangium ferruginosum* Fr. kornice borová. *Lesnická práce*. 2011, 12(Příloha), s. 1-4.

PEŠKOVÁ, V.; PROCHÁZKOVÁ, Z. *Sirococcus conigenus* (DC.) P. Cannon et Minter: kroucení a odumírání výhonů jehličnanů. *Lesnická práce*. 2012, 11(Příloha), s. 1-4.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; LUBOJACKÝ, J. Největší fytopatologické problémy posledních 20 let. *Zpravodaj ochrany lesa*. 2015, svazek 18, s. 59-65.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; KNÍŽEK, M. Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. *Lesnická práce*. 2016, 4(Příloha), s. 1-8.

PŘÍHODA, A. *Lesnická fytopatologie: celostátní vysokoškolská učebnice*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1959. 363 s.

QUITT E.: *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 1971. 73 s.

RAGAZZI, A. Development of *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. on *Vincetoxicum officinale* Moench in connection with some environmental factors. *Journal of Phytopathology*. 1983, 108(2), s. 160-171.

SANTAMARÍA, O.; TEJERINA, L.; PAJARES, J. A.; DIEZ, J. J. Effects of associated fungi *Sclerophoma pythiophila* and *Cenangium ferruginosum* on *Gremmeniella abietina* dieback in Spain. *Forest Pathology*. 2007, 37, s. 121-128.

SHIGO, A. L. Compartmentalization: A Conceptual Framework for Understanding How Trees Grow and Defend Themselves. *Annual Review of Phytopathology*. September 1984, Vol. 22, s. 189-214.

SIEBER, T. N.; RYS, J.; HOLDENRIEDER, O. Mycobiota in symptomless needles of *Pinus mugo* ssp. *uncinata*. *Mycological Research*. 1999, 103 (3), s. 306-310.

SLÁMA M. E. F. *Tesaříkovití – Cerambycidae České republiky a Slovenské republiky (Brouci – Coleoptera)*. Krhanice: Milan Sláma, 1998. 383 s. ISBN 80-238-2627-1.

SLODIČÁK, M.; NOVÁK, J. Vlhkost půdy v borových porostech s různým režimem výchovy. *Zprávy lesnického výzkumu*. 1999, 44(1), s. 1-5.

SMITH, D. R.; STANOSZ, G. R. PCR primers for identification of *Sirococcus conigenus* and *S. tsugae*, and detection of *Sirococcus conigenus* from symptomatic and asymptomatic red pine shoots. *Forest Pathology*. 2008, 38, s. 156-168.

SMITH, H.; WINGFIELD, M. J.; CROUS, P. W.; COUTINHO, T. A. *Sphaeropsis sapinea* and *Botryosphaeria dothidea* endophytic in *Pinus* spp. and *Eucalyptus* spp. in South Africa. *South African Journal of Botany*. 1996, 62(2), s. 86-88.

SOLHEIM, H.; KROKENE, P.; LÅNGSTRÖM, B. Effects of growth and virulence of associated blue-stain fungi on host colonization behaviour of the pine shoot beetles *Tomicus minor* and *T. piniperda*. *Plant Pathology*. 2001, 50, s. 111-116.

SOUKUP, F. Rez vejmutovková *Cronartium ribicola* Fisch. *Lesnická práce*. 2000, 11(Příloha), s. 1-4.

SOUKUP, F. *Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink václavka smrková. *Lesnická práce*. 2005, 10,(Příloha), s. 1-4.

SOUKUP, F.; PEŠKOVÁ, V. *Ascocalyx abietina* (Lagerb.) Schlapfer-Bernhard (prosychnání jehličnanů). *Lesnická práce*. 2001, 10(Příloha), s. 1-4.

SOUKUP, F.; PEŠKOVÁ, V. *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko et Sutton (prosychnání borovic). *Lesnická práce*. 2004, 9(Příloha), s. 1-4.

SPATHELF, P.; VAN DER MAATEN, E.; VAN DER MAATEN-THEUNISSEN, M.; CAMPIOLI, M.; DOBROWOLSKA, D. Climate change impacts in European forests: the expert views of local observers. *Annals of Forest Science*. 2014, 71, s. 131-137.

SWART, W. J.; WINGFIELD, M. J. Biology and control of *Sphaeropsis sapinea* on *Pinus* species in South Africa. *Plant Disease*. 1991, Vol. 75 No. 8, s. 761-766.

ŠIMERDA L. Aktuální problémy ochrany lesů na soukromém majetku Kristiny Colloredo-Mansfeldové v Opočně. *Zpravodaj ochrany lesa*. 2017, 20, s. 49-53.

ŠKORPÍK M. Buprestidae (Krascovití). In: HEJDA R.; FARKAČ J.; CHOBOT K. (eds.) 2017. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. Příroda*, 36, 611 s.

ŠRŮTKA P. *Vztah kambiofágního a xylofágního hmyzu a jeho doprovodné mykobioty*. Disertační práce. 2006 – Mcsr., 92 s. [Depon. in Česká zemědělská univerzita, Praha].

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*. 1948, 38(1), s. 55-94.

ÚHÚL 2001a: *Textová část oblastního plánu rozvoje lesů, část A. Přírodní lesní oblast č. 10 Středočeská pahorkatina*. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka: Stará Boleslav, 1320 s.

ÚHÚL 2001b: *Oblastní plán rozvoje lesů. 17 Polabí*. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka: Hradec Králové, 614 s.

UNGERER M. J.; AYRES M. P.; LOMBARDELO M. J. Climate and the northern distribution limits of *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Biogeography*. 1999, 26, s. 1133-1145.

VERTUI, F.; TAGLIAFERRO, F. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) die-back by unknown causes in the Aosta valley, Italy. *Chemosphere*. 1998, 36(4-5), s. 1061-1065.

WALKER, G. M.; WHITE, N. A. Introduction to Fungal Physiology. In: KAVANAGH, K. (ed.). *Fungi: biology and applications*. Hoboken, NJ: Wiley, 2005. 267 s. ISBN 0-470-86701-9.

WET, DE J.; BURGESS, T.; SLIPPERS, B.; PREISIG, O.; WINGFIELD, B. D.; WINGFIELD, M. J. Multiple gene genealogies and microsatellite markers reflect relationships between morphotypes of *Sphaeropsis sapinea* and distinguish a new species of *Diplodia*. *Mycological Research*. 2003, 107 (5), s. 557-566.

Seznam obrázků

- Obr. 1 Odumírající porost borovice lesní na LHC Colloredo Dobříš
- Obr. 2 Přehled nalezených hmyzích škůdců na Dobříšsku
- Obr. 3 *Porodaedalea pini*, Dobříšsko
- Obr. 4 *Armillaria* sp., Dobříšsko
- Obr. 5 Úhrn srážek na Dobříšsku v mm po měsících v letech 2015 – 2017
- Obr. 6 Vývoj průměrných měsíčních teplot na Dobříšsku v °C v letech 2015 – 2017
- Obr. 7 Přehled nalezených hmyzích škůdců na Opočensku
- Obr. 8 Syrociem houby rodu *Armillaria* na borovici lesní, Opočensko
- Obr. 9 *Viscum album* subsp. *austriacum* na borovici lesní, Opočensko
- Obr. 10 Úhrn srážek na Opočensku v mm po měsících v letech 2015 – 2017
- Obr. 11 Vývoj průměrných měsíčních teplot na Opočensku v °C v letech 2015 – 2017
- Obr. 12 Průměrný počet zjištěných druhů hmyzích škůdců na Dobříšsku
- Obr. 13 Průměrný počet zjištěných druhů hmyzích škůdců na Opočensku

Seznam tabulek

- Tab. 1 Nahodilá hmyzí borová těžba 2003-2016
- Tab. 2 Celková nahodilá těžba vlivem sucha
- Tab. 3 Sledované borové porosty v LHC Colloredo Dobříš a LHC Colloredo Opočno
- Tab. 4 Hodnocení intenzity výskytu houbových patogenů
- Tab. 5 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci 0,5 – 1 m, měřeno od země (Dobříšsko).
- Tab. 6 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed kmene (Dobříšsko).
- Tab. 7 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci na začátku koruny (Dobříšsko).
- Tab. 8 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed koruny (Dobříšsko).
- Tab. 9 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci 0,5 – 1 m, měřeno od země (Opočensko).
- Tab. 10 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed kmene (Opočensko).
- Tab. 11 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci na začátku koruny (Opočensko).
- Tab. 12 Průměrná intenzita výskytu kambioxylofágní fauny v sekci uprostřed koruny (Opočensko).
- Tab. 13 Výsledky popisné statistiky podle sekci pro jednotlivé druhy na lokalitě Dobříš
- Tab. 14 Výsledky popisné statistiky podle sekci pro jednotlivé druhy na lokalitě Opočno

Tab. 15 Průměrné intenzity výskytu patogenů na Dobříšsku

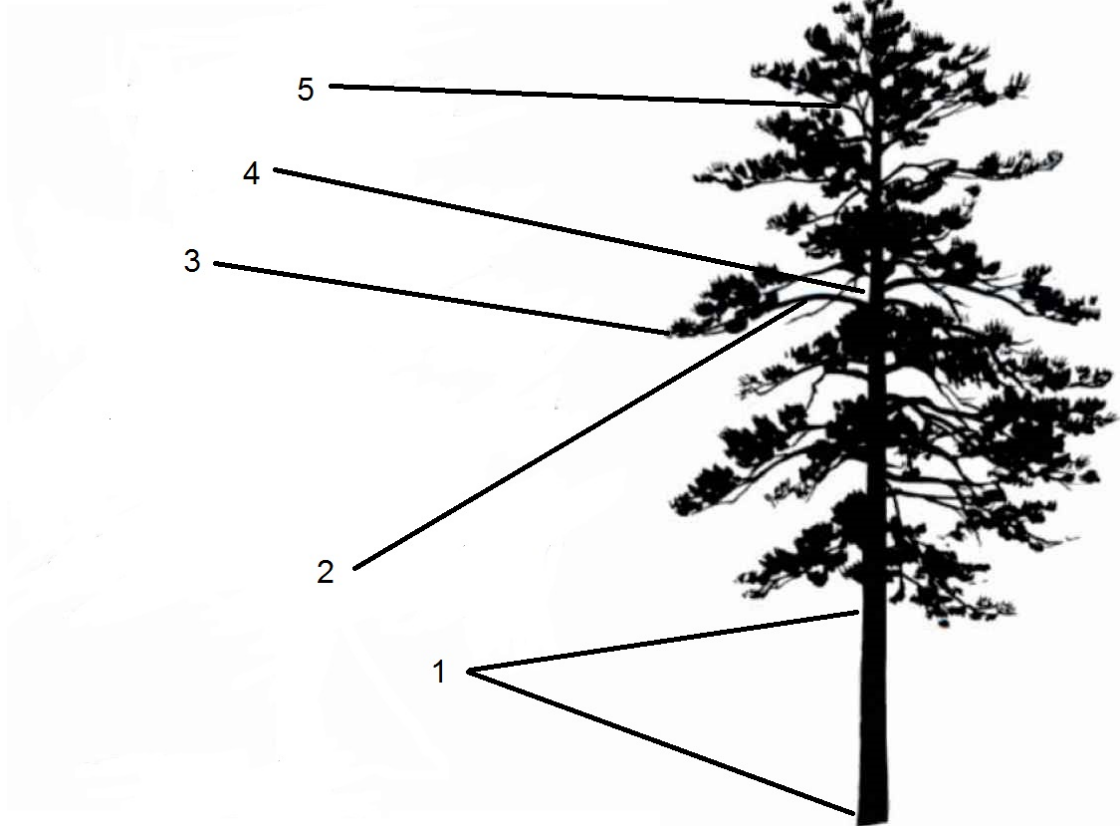
Tab. 16 Průměrné intenzity výskytu patogenů na Opočensku

Seznam příloh

- č. 1 Prostorové uspořádání kambioxylofágního hmyzu na borovici lesní, Dobříšsko
- č. 2 Vliv sucha na hostitelskou dřevinu, fytofágní hmyz a parazitoidy (převzato od MATTSON & HAACK 1987)
- č. 3 Intenzita sucha na Dobříšsku, jaro 2015
- č. 4 Intenzita sucha na Dobříšsku, konec léta 2015
- č. 5 Intenzita sucha na Dobříšsku, konec léta 2016
- č. 6 Intenzita sucha na Dobříšsku, konec léta 2017
- č. 7 Deficit zásoby vody na Dobříšsku, jaro 2017
- č. 8 Deficit zásoby vody na Dobříšsku, konec léta 2017
- č. 9 Intenzita sucha na Opočensku, jaro 2015
- č. 10 Intenzita sucha na Opočensku, konec léta 2015
- č. 11 Intenzita sucha na Opočensku, konec léta 2016
- č. 12 Intenzita sucha na Opočensku, konec léta 2017
- č. 13 Deficit zásoby vody na Opočensku, jaro 2017
- č. 14 Deficit zásoby vody na Opočensku, konec léta 2017

Příloha č. 1

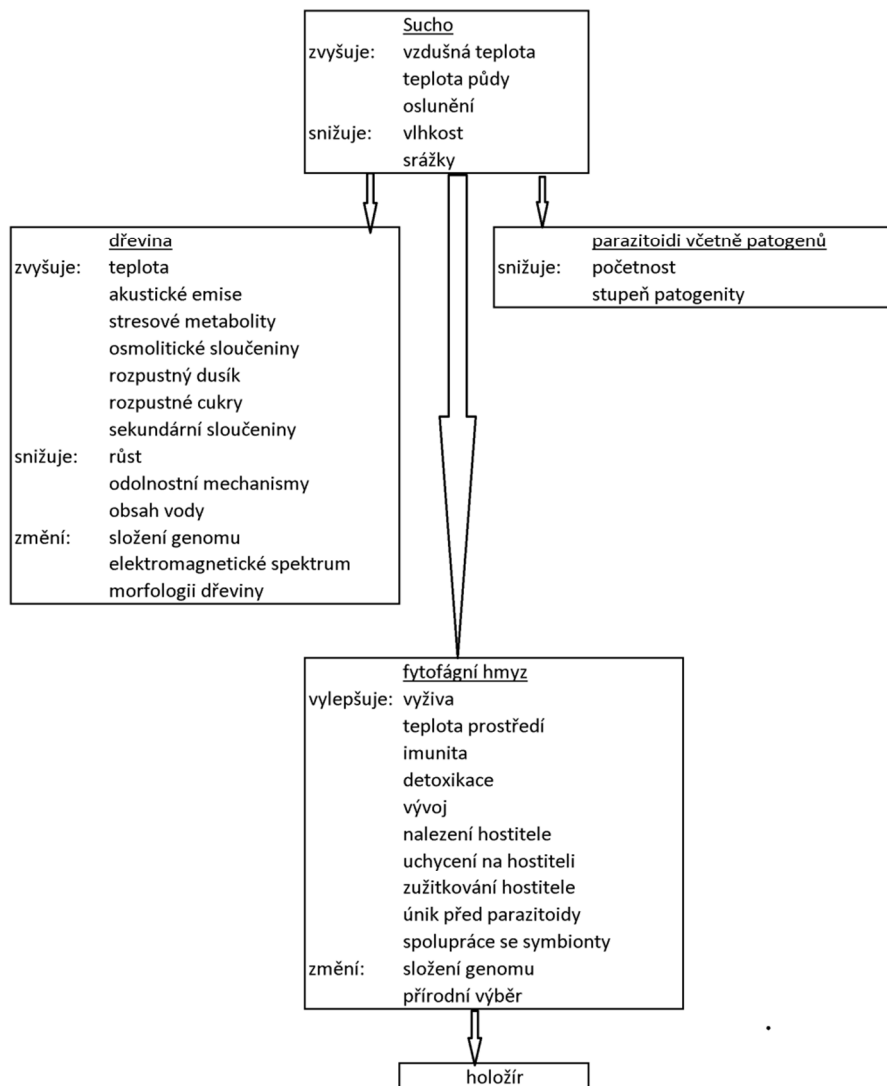
Prostorové uspořádání kambioxylofágního hmyzu na borovici lesní, Dobříšsko



1. *Phaenops cyanea*, *Trypodendron lineatum*, *Arhopalus rusticus*, *Tomicus piniperda*, *Polygraphus poligraphus*, *Rhagium inquisitor*, *Ips amitinus*
2. *Ips acuminatus*, *Pityophthorus pityographus*
3. *Pityogenes bidentatus*, *Pityogenes quadridens*
4. *Tomicus minor*
5. *Anthaxia quadripunctata*, *Anthaxia godeti*, *Pityogenes chalcographus*

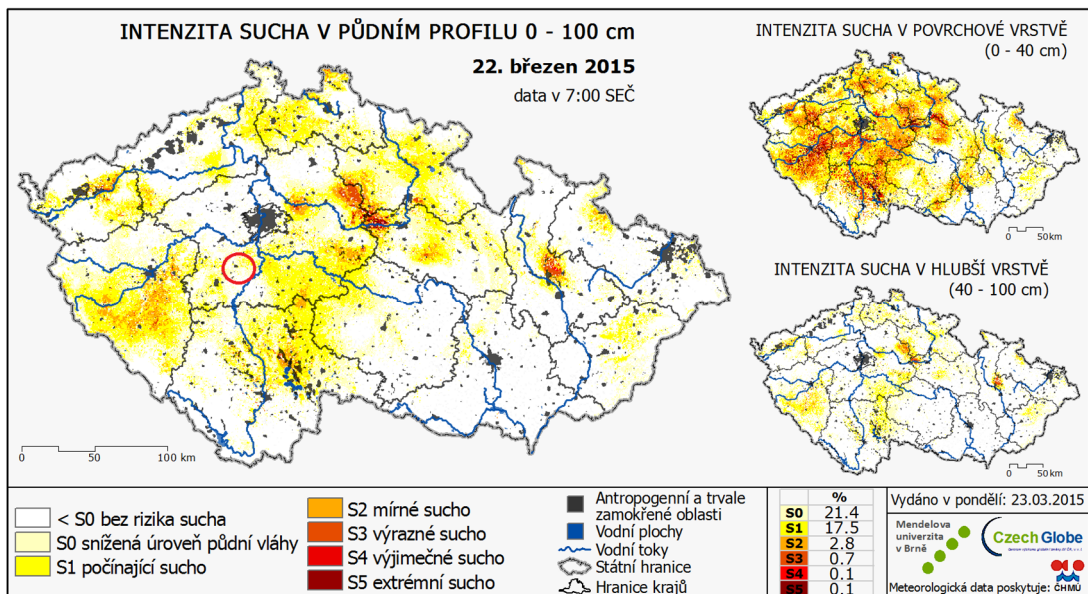
Příloha č. 2

Vliv sucha na hostitelskou dřevinu, fytofágní hmyz a parazitoidy (převzato od MATTSON, HAACK 1987)



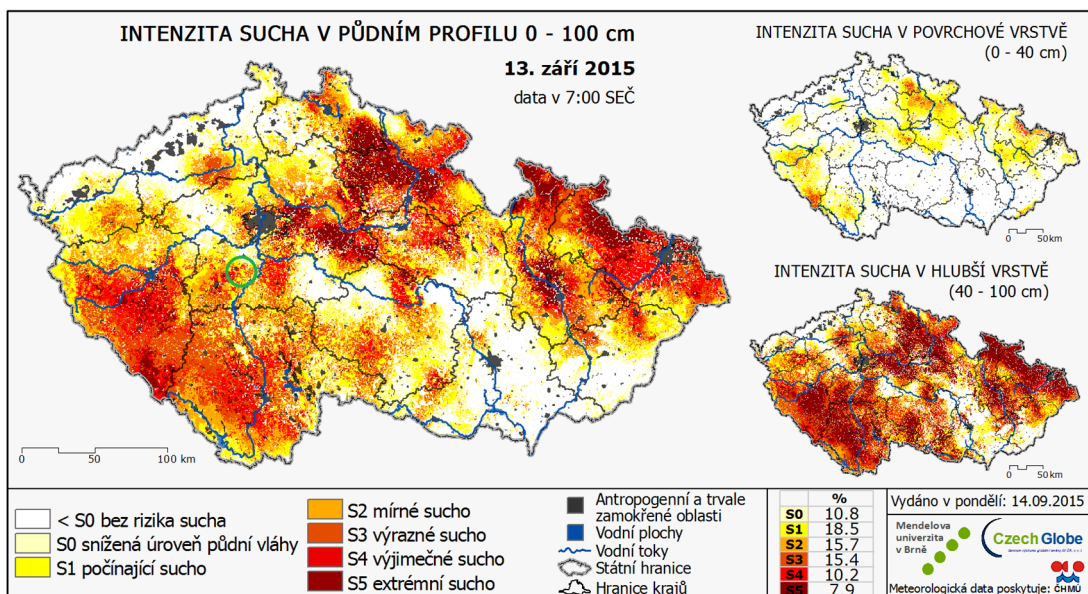
Příloha č. 3

Intenzita sucha na Dobříšsku, jaro 2015 (zdroj: intersucho.cz)



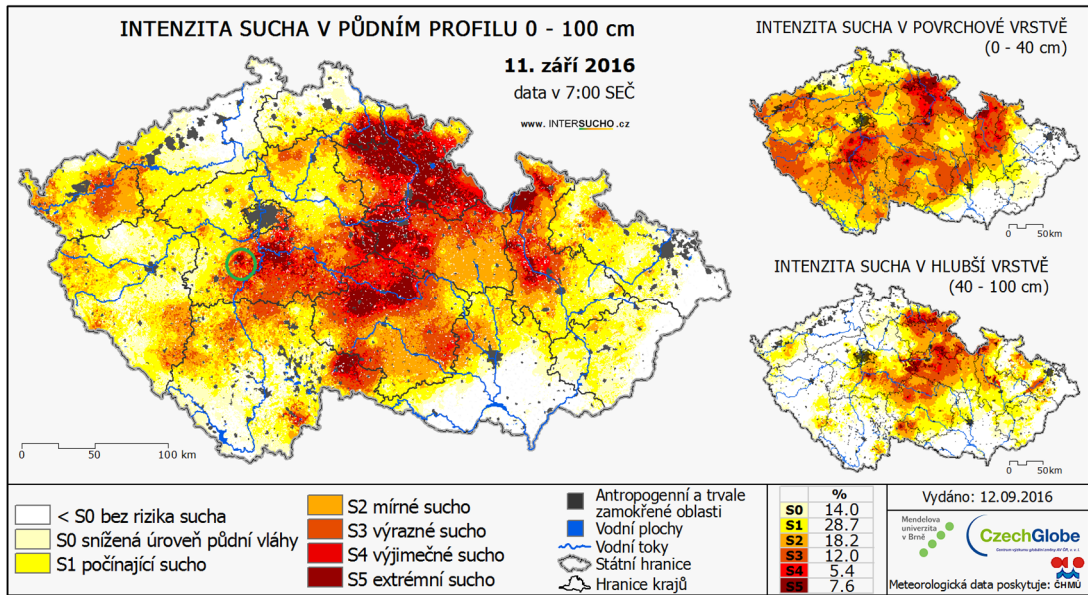
Příloha č. 4

Intenzita sucha na Dobříšsku, konec léta 2015 (zdroj: intersucho.cz)



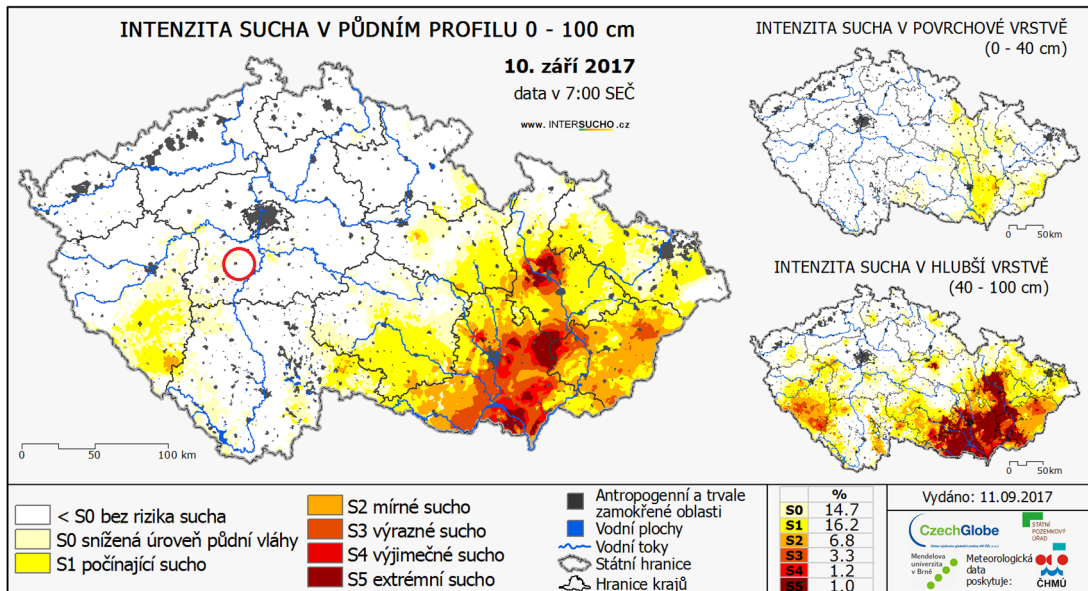
Příloha č. 5

Intenzita sucha na Dobříšsku, konec léta 2016 (zdroj: intersucho.cz)



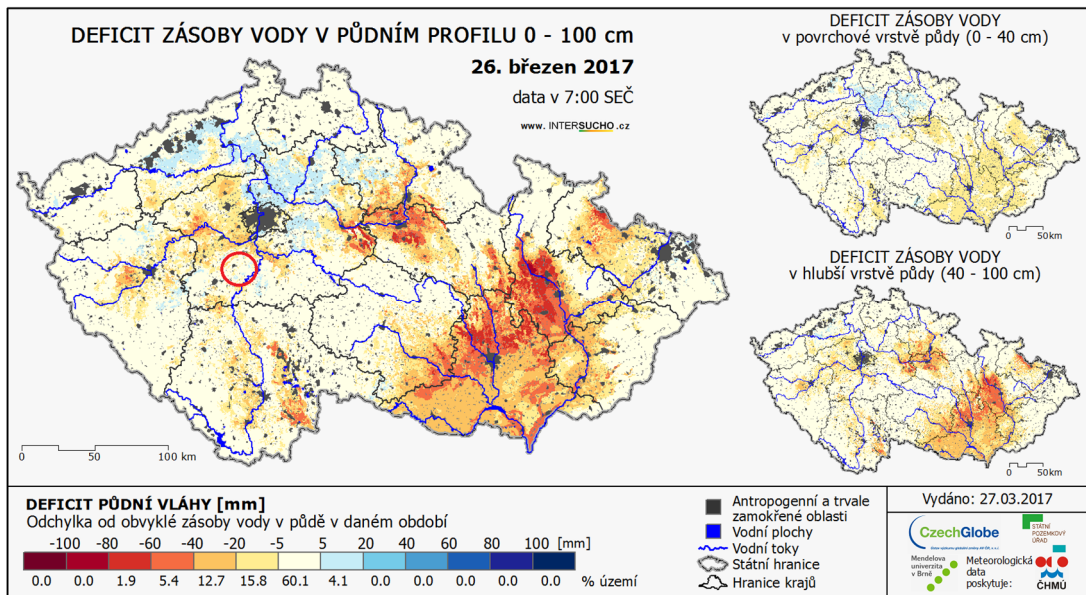
Příloha č. 6

Intenzita sucha na Dobříšsku, konec léta 2017 (zdroj: intersucho.cz)



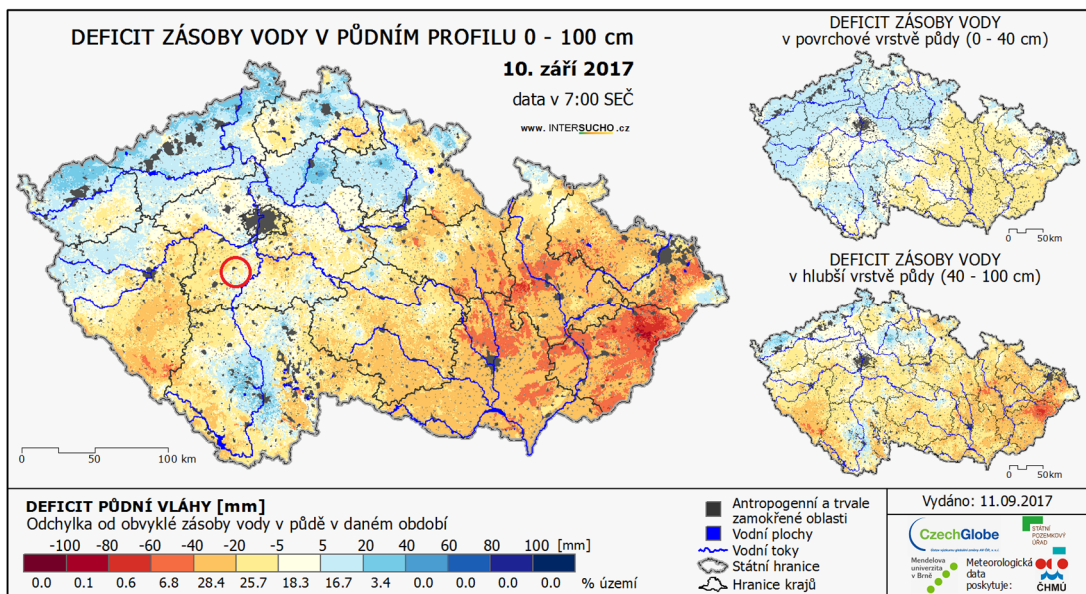
Příloha č. 7

Deficit zásoby vody na Dobříšsku, jaro 2017 (zdroj: intersucho.cz)



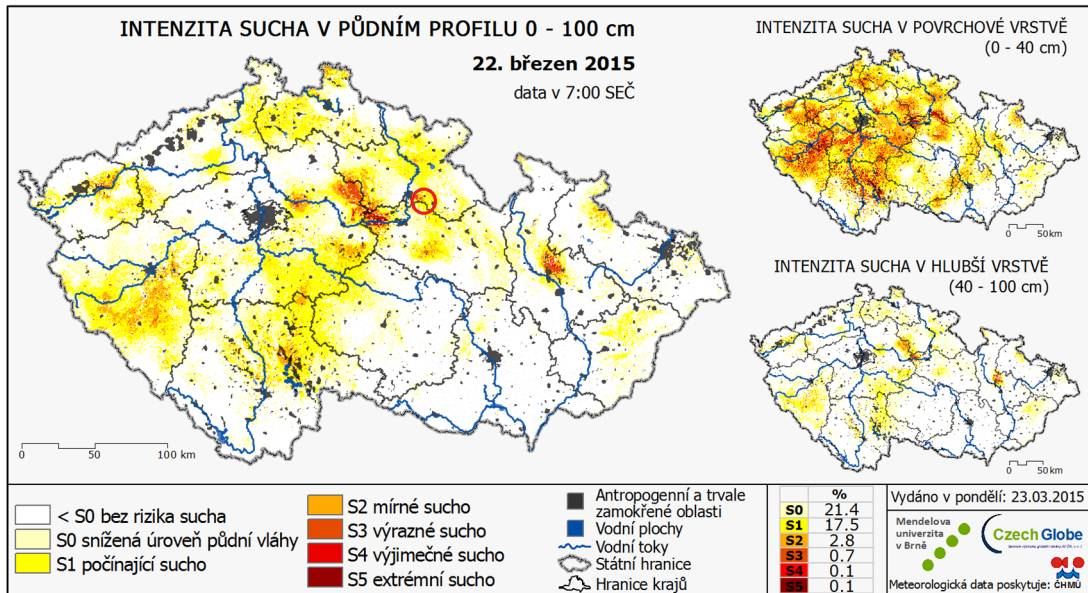
Příloha č. 8

Deficit zásoby vody na Dobříšsku, konec léta 2017 (zdroj: intersucho.cz)



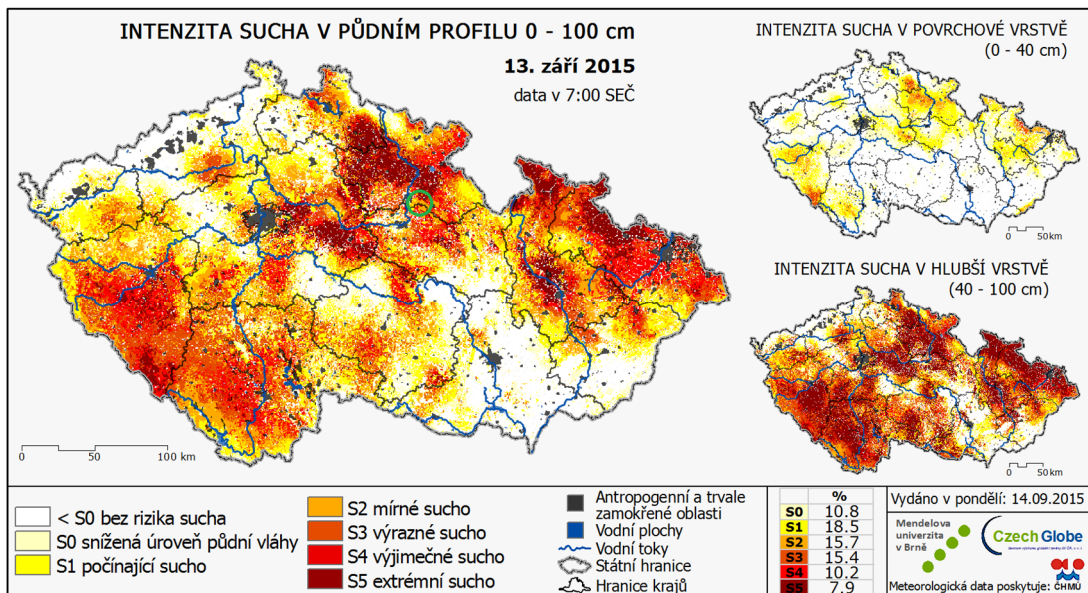
Příloha č. 9

Intenzita sucha na Opočensku, jaro 2015 (zdroj: intersucho.cz)



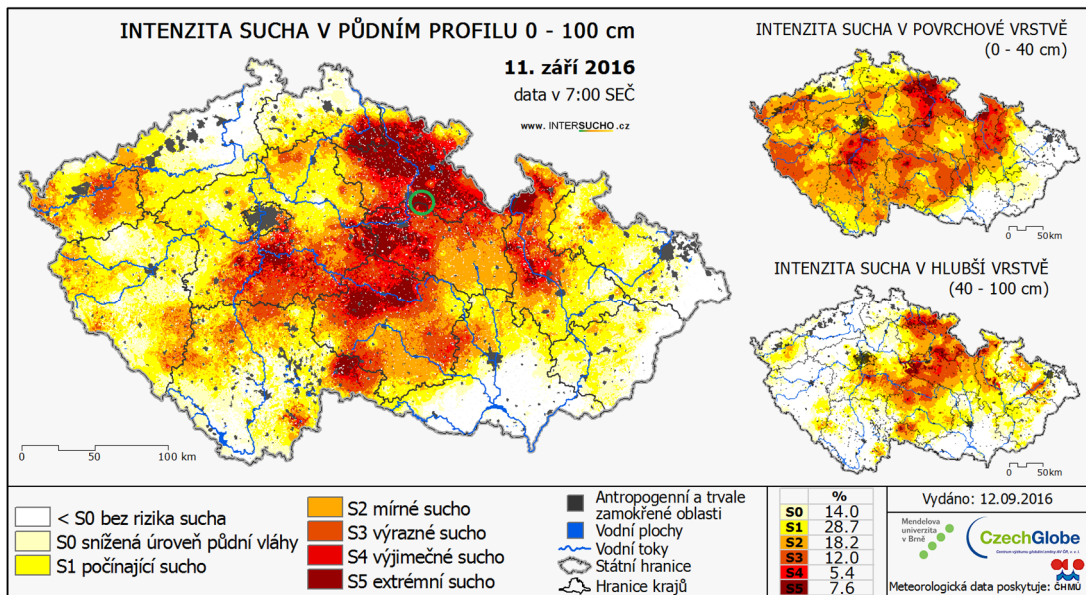
Příloha č. 10

Intenzita sucha na Opočensku, konec léta 2015 (zdroj: intersucho.cz)



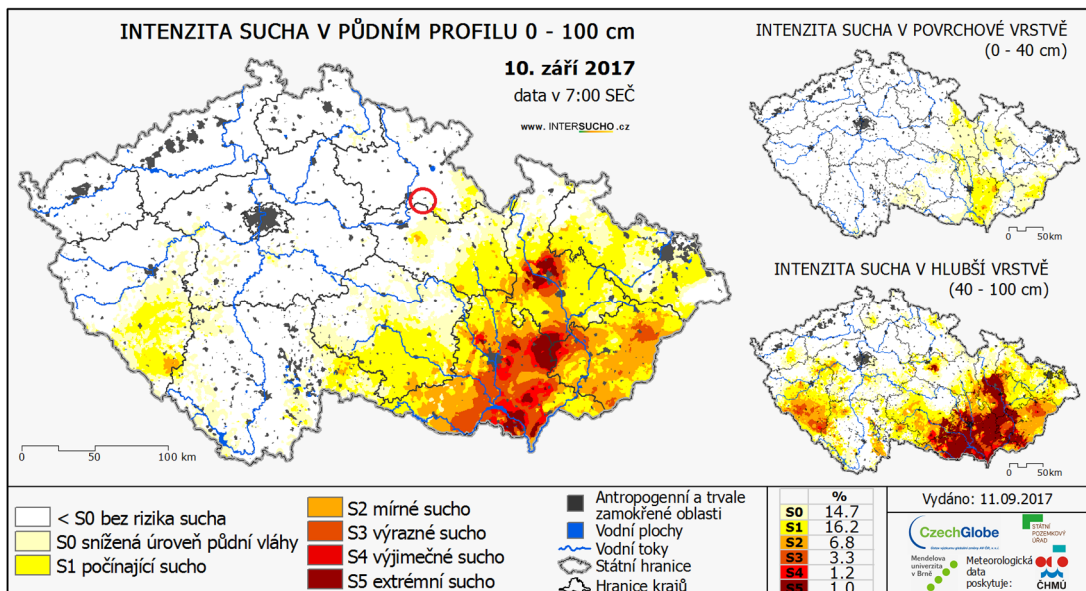
Příloha č. 11

Intenzita sucha na Opočensku, konec léta 2016 (zdroj: intersucho.cz)



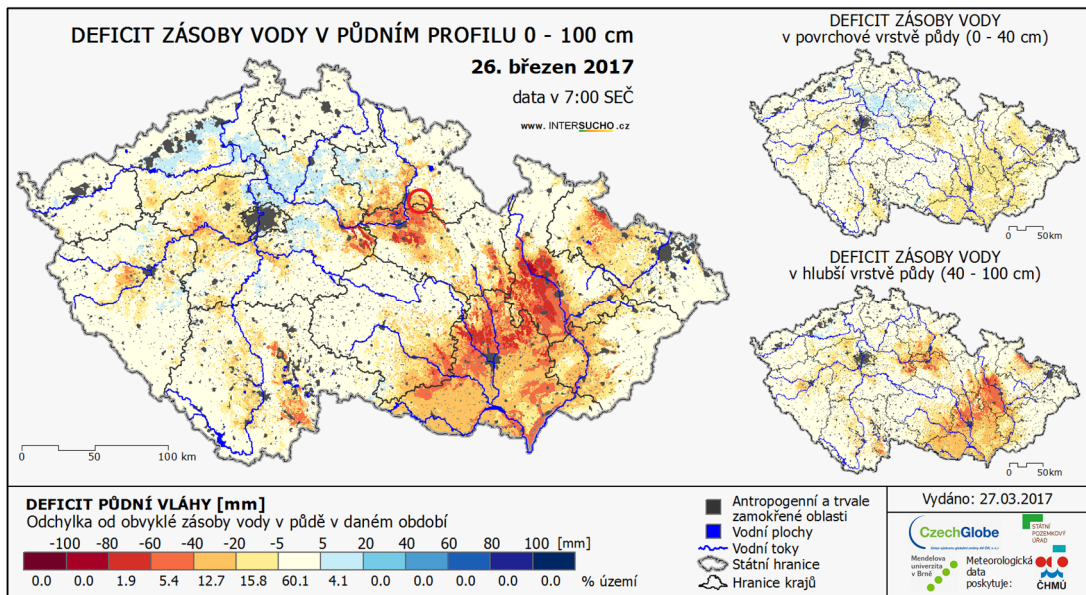
Příloha č. 12

Intenzita sucha na Opočensku, konec léta 2017 (zdroj: intersucho.cz)



Příloha č. 13

Deficit zásoby vody na Opočensku, jaro 2017 (zdroj: intersucho.cz)



Příloha č. 14

Deficit zásoby vody na Opočensku, konec léta 2017 (zdroj: intersucho.cz)

