

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
CENTRUM BIOLOGIE, GEOVĚD A ENVIGOGIKY

**Makrolišejníky modřínových porostů
na Rokycansku**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Martina Střelbová

Přírodovědná studia, Biologie se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: Mgr. Jaroslav Šoun, Ph.D.

Plzeň 2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 28. června 2017

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat především vedoucímu této práce, Mgr. Jaroslavu Šounovi, Ph.D., za veškerý čas, který se mnou strávil na lokalitách, za mnoho cenných informací, jež mi předal, dále za poskytnutí velkého množství literárních zdrojů a v neposlední řadě za přátelské jednání a bezmeznou ochotu v průběhu celého školení.

Ráda bych poděkovala také Mgr. O. Peksovi, Ph.D. za poskytnutý prostor a pomoc při zpracovávání TLC.

Obsah

1.	Úvod	5
1.1	Cíle práce	6
2.	Lišejníky	6
3.	Modříny	7
4.	Lišejníky a modříny	8
5.	Návrat lišejníků po snížení znečištění ovzduší.....	17
6.	Klimatická charakteristika Rokycanska.....	18
7.	Metodika	19
7.1	Charakteristika lokalit.....	21
7.2	Tenkovrstvá chromatografie	23
7.3	Mikrokrystalizační test	23
8.	Výsledky.....	24
8.1	Diverzita druhů.....	24
8.2	Ohrožené druhy.....	27
8.3	Ekologické indikátory	28
8.4	Způsob rozmnožování	35
8.5	Tenkovrstvá chromatografie a mikrokrystalizační test.....	36
9.	Diskuze.....	37
9.1	Komentáře k vybraným druhům	39
10.	Závěr	45
11.	Resumé.....	45
12.	Literatura	46
13.	Přílohy.....	60

1. Úvod

Epifytické lišejníky, tedy lišejníky rostoucí na dřevinách, jsou zejména pro svou citlivost ke kyselým dešťům typickým školním příkladem indikátorů čistoty ovzduší (Nash, 2008). Území naší republiky bylo ve druhé polovině 20. století v důsledku růstu těžkého průmyslu a spalování sirnatého hnědého uhlí v tepelných elektrárnách silně postiženo kyselými dešti a celkovým znečištěním ovzduší. Většina epifytických lišejníků kvůli tomu vyhynula nebo značně ustoupila.

V posledních zhruba dvaceti letech však došlo k útlumu těžkého průmyslu, k odsíření tepelných elektráren a tím pádem i ke značnému zlepšení kvality ovzduší. V souvislosti s tím došlo i k návratu epifytických lišejníků, tedy k fenoménu, který označujeme jako rekolonizaci. Zároveň probíhá v Evropě expanze areálů některých teplomilných druhů, přičemž tato expanze mnohdy dosahuje až na naše území, např. *Flavoparmelia soredians* (Malíček et al., 2011a). Toto šíření je pravděpodobně způsobeno probíhajícími klimatickými změnami (Aptroot et al., 2016) a u nás zatím probíhá vcelku nenápadně na pozadí již zmíněné rekolonizace.

Oba tyto v současnosti probíhající fenomény – rekolonizace a šíření nových teplomilných druhů – nemají za posledních 200 let, kdy jsou lišejníky na našem území studovány, obdobu a jsou proto velmi zajímavým předmětem ke zkoumání. Nejnápadnější projevy rekolonizace – co do kvantity stélek i diverzity druhů – můžeme pozorovat v lesích i v otevřené krajině. V prvním případě na mladých modřínkách, v případě druhém na křovinách – zejména na hlozích a trnkách. Z různých oblastí České republiky byla z těchto substrátů publikována již řada nálezů, včetně vzácných a nových lišejníků (např. Malíček, 2013; Šoun et al., 2015). Avšak samostatná práce věnovaná návratu epifytických lišejníků, a to především na těchto specifických stanovištích, byla u nás zpracována pouze v Doupovských horách na listnatých dřevinách včetně křovin (Syrovátková, 2009). Z modřínů studie tohoto typu, oproti sousedním zemím (např. Lipnicki et al., 2012, Otte a Landeck, 2013), dosud úplně chybí.

Cílem předkládané bakalářské práce je tedy přispět k poznání uvedených fenoménů, a to na vybraných modřínových porostech v okolí Rokycan. Práce je zaměřena pouze na makrolišejníky (tj. lupenité a keříčkovité druhy lišejníků), které v těchto typech porostů převažují, jak množstvím, tak diverzitou. Práce vznikla v rámci probíhajícího širšího výzkumu rekolonizace epifytických lišejníků na Rokycansku.

1.1 Cíle práce

- Na základě literatury shrnout poznatky o modřínu jako specifickém substrátu pro lišejníky a o lišejnících na něm rostoucích.
- Terénním výzkumem zjistit druhovou diverzitu makrolišejníků na vybraných lokalitách modřínových porostů v okolí Rokycan.
- Porovnat získané výsledky s informacemi z literatury.

2. Lišejníky

Vzhledem k tomu, že všechny houby jsou heterotrofní, není překvapivé, že mnohé z nich si kvůli snadnějšímu přístupu k organickým látkám vyvinuly symbiotické vztahy s fotoautotrofními organismy, jako jsou sinice, řasy a vyšší rostliny. U vyšších rostlin se jedná hlavně o různé typy mykorhiz. Pokud jsou řasy či sinice uzavřeny ve stélce tvořené houbovým partnerem (mykobiontem) a nacházejí se vně hyf houby, nazýváme tento typ společenství lišejníkem. Zvláštní případ, který se za lišejník nepovažuje, je houba *Geosiphon pyriforme* z oddělení Glomeromycota. Ta oproti lišejníkům obsahuje sinici rodu *Nostoc* přímo ve specializovaných měchýřkovitých buňkách. Lišejníky tedy představují jen jeden z mnoha typů vztahu hub s fotoautotrofními organismy.

Mykobionti lišejníků vytvářejí na povrchu substrátu rozsáhlé vegetativní struktury – stélky, ve kterých hostí fotosyntetické partnery (fotobionty). Stélky mohou mít různý tvar – korovitý, lupenitý či keříčkovitý. Lupenité a keříčkovité lišejníky bývají neformálně označovány za makrolišejníky, protože většinou tvoří stélky větších rozměrů. Ostatní se označují jako mikrolišejníky. Pokud jsou mykobionti pěstováni izolovaně, pak netvoří stélky, ale rostou jako plísňovité kolonie podobně jako jiné houby. Typická růstová forma (stélka) každé lichenizované houby je druhově specifická. Výjimku tvoří pouze několik druhů, které se spojují s řasou i sinicí. Ty pak mohou v některých případech tvořit různé typy stélky se dvěma rozdílnými fotobionty, jako jsou keříčkovité cyanomorfy a lupenité chloromorfy některých druhů rodu *Sticta*. Nápadné stélky lišejníků zčásti vysvětlují, proč nebyla po dlouhou dobu jejich symbiotická podstata pochopena, ale byly považovány za samostatnou skupinu organismů. Teprve v 80. letech 19. století De Bary a Schwendener zjistili, že lišejníky jsou ve skutečnosti symbiotické entity tvořené jedním houbovým a jedním nebo několika řasovými/sinicovými partnery (Lumbsch a Rikkinen, 2017). Trvalo však dosti dlouho, než byl tento fakt mezi lichenology přijat. Mykobionti

získávají od fotobiontů organické látky (cukry), v případě sinic i zdroj dusíku. Fotobiont získává anorganické látky, ochranu před silným světelným zářením, teplotními extrémy a do jisté míry i před suchem. Zda se jedná o vztah mutualistický nebo o kontrolovaný parazitismus je stále předmětem výzkumů. Nicméně je známo, že fotobionti se vyskytují v přírodě také samostatně a ve stélce lišejníku je regulován jejich růst a potlačeno rozmnožování, zatímco u mykobiontů samostatný výskyt, až na výjimky, zaznamenán nebyl, a jejich závislost na symbióze je tedy obligátní (Nash et al., 2008). V lišejnících se kromě houbových a fotosyntetizujících partnerů navíc nacházejí další houby (např. lichenikolní) a bakterie (Lumbsch a Rikkinen, 2017). Nedávno byl v lišejnících zjištěn také výskyt virů (Petrzik et al., 2014) a v kůře různých druhů makrolišejníků byly objeveny specializované stopkovýtrusné kvasinky (Spribille et al., 2016). Role těchto dalších skupin organismů v lišejnících je dosud málo prozkoumána.

Většina hub tvořících lišejníky (lichenizovaných) náleží do oddělení Ascomycota (vřeckovýtrusné houby). Jedná se o více než 19 tisíc druhů (tj. 27% známých vřeckovýtrusných hub). Mnohem menší množství druhů je známo v rámci oddělení Basidiomycota (stopkovýtrusné houby) – pouze 172 druhů (Lücking et al., 2016, 2017). Sinice (Cyanobacteria) jsou fotosyntetickými partnery v lišejníkové symbióze u 10% druhů, řasy u 86–87% druhů, případně sinice a řasy zároveň u 3–4% druhů lišejníků. Z řas se jedná hlavně o zelené řasy (Chlorophyta). Lišejníky se vyskytují ve všech suchozemských ekosystémech, od polárních oblastí po tropy. Ačkoliv jsou nápadnější v arкто-alpínských typech vegetace, diverzita v tropech, obzvláště ve vlhkých horských lesích, je ve skutečnosti vyšší. Lišejníky jsou schopné růst na široké škále substrátů, zahrnující skály, půdu, dřevo, kůru a také živé listy rostlin (Lumbsch a Rikkinen, 2017). Většina druhů je značně substrátově specifická. Další roli pak hrají vlastnosti substrátu – pH, obsah živin, vodní kapacita a další chemické a fyzikální vlastnosti, včetně okolního prostředí, např. intenzita osvětlení, vzdušná vlhkost atd. (Wirth et al., 2013).

3. Modřiny

V lesích na území České republiky, tedy i na zkoumaném Rokycansku, jsou pěstovány produkční vyšlechtěné modřiny opadavé (*Larix decidua*) různé provenience. V lesnictví jsou uplatňovány jako světlomilná dřevina, tolerantní vůči zimním mrazům a letním horkům. Modřin opadavý se také často vysazuje v parcích a v intravilánech obcí.

Spíše v parcích a zahradách, vzácně i v lesích se pěstuje také modřín japonský (*Larix kaempferi*). Přirozený výskyt modřínu opadavého je v rámci ČR uvažován pouze ve fyto geografických okresech Jesenické podhůří a Nízký Jeseník. Nicméně dnes se zde již nikde nevyskytuje v původních lesních společenstvech a došlo zde k hybridizaci s pěstovanými modříny. Těžiště areálu přirozeného výskytu druhu leží v Alpách, včetně předhoří. Areál dále ostrůvkovitě zasahuje do slovenských, ukrajinských a rumunských Karpat a Polska, v minulosti též České republiky (Hejný a Slavík, 1997). Přirozený výskyt modřínu opadavého je z území České republiky (ne však z Rokycanska) doložen několika fosilními doklady ještě z pozdního glaciálu. Z holocénu (Atlantik) existuje pouze jediný problematický nález šišky z rašeliny od Františkových lázní (Jankovská a Pokorný, 2015).

Modřín opadavý je strom dosahující výšky 20–50 m s přímým kmenem v prsní výši o průměru až 1,5 m. Borka je hrubá, rozpraskaná, vně šedavá, na řezu hnědočervená. Koruna je štíhlá, kuželovitá, řídká, s hlavními větvemi víceméně rovnovážně odstálými v řídkém a nepravidelném uspořádání a převislými tenkými postranními větvemi. Jehlice, o délce 10–40 mm a šířce 1 mm, mají světle zelenou barvu, na líci jsou ploché, na rubu mírně kýlnaté s dvěma podélnými zelenými pruhy. Vyskytují se v brachyblastech ve svazečcích po 30–50 a na auxiblastech jednotlivě, ve šroubovici, o něco širší a špičatější než na brachyblastech. Jehlice na podzim každoročně opadávají. Převislé samčí šišťice vejcovitého tvaru, délky 5–10 mm mají žlutavou barvu. Samičí šišťice širšího vejcovitého tvaru, délky 10–15 mm jsou tvořené převážně karmínovými, výjimečně zelenavými, podpůrnými šupinami. Šišky jsou nerozpadavé, světle hnědé, vejcovité až protáhle vejcovité, 15–45 mm dlouhé a 13–23 mm široké. Semena o délce 3–4 mm jsou opatřena tenkým, hnědým, 6–8 mm dlouhým křídlem. Kvete v dubnu a v květnu (Hejný a Slavík, 1997). Kůra modřínů je kyselá, podle různých zdrojů má pH 3,0–3,2 (Malíček, 2012), 3–5 (Pelechová, 2014), 4–5 (Lipnicki et al., 2012), 4,3 (Alfredsen et al., 2008).

4. Lišejníky a modříny

Jak je již uvedeno v úvodu, lišejníkům na modřínech nebyla dosud v rámci České republiky věnována žádná samostatná studie. Snad proto, že modříny u nás netvoří dominantu žádných přirozených lesních porostů, pouze se vysazují roztroušeně v hospodářských lesích, které nebývají lichenologicky atraktivní. Nicméně již v období před masivním ústupem epifytických lišejníků si nejen lichenologové všimli, že lišejníků

na modříněch roste opravdu velký počet. Například Suza (1925) z Moravy uvádí: „...bývají větve druhdy úplně obaleny asociacemi *Evernietum prunastri*, *Parmelietum physodis*, *Usneetum floridae* neb *Alectorietum jubatae*...“; nebo Domin (1903) z Brd: „...podléhá potom snadno spoustě lišejníků, jež se na těle jeho se zvláštní zálibou usazují a jej dusí.“ Publikované údaje o výskytu lišejníků na modříněch na území České republiky do roku 2016 jsou shrnuty v tabulce 1. Jedná se o předběžnou excerptci, která si nenárokuje úplnost. V tabulce je uvedeno celkem 109 druhů, z toho 63 makrolišejníků a 46 mikrolišejníků.

Tabulka 1: Seznam lišejníků nalezených na modříněch v České republice.

Druh	Literární zdroj
<i>Agonimia flabelliformis</i> J. Halda, Czarnota a Guz.-Krzemiń.	Guzow-Krzemińska et al. (2012)
<i>Amandinea punctata</i>	Kučák (1911, jako <i>Buellia myriocarpa</i>), Wagner (2008)
<i>Bryoria capillaris</i>	Smola (1959, jako <i>Alectoria implexa</i> var. <i>cana</i>)
<i>Bryoria fuscescens</i> agg. (incl. <i>B. jubata</i> auct.)	Hiltzer (1925, jako <i>Alectoria iubata</i>), Kovář (1908, jako <i>Alectoria jubata</i>), Kučák (1910, jako <i>Alectoria jubata</i>), Malíček (2010), Malíček et al. (2015), Spitzner (1890a, b, obě jako <i>Bryopogon jubatum</i>), Steinová et al. (2013), Suza (1925, jako <i>Alectoria jubata</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Bryoria implexa</i>	Hiltzer (1925, jako <i>Alectoria implexa</i>), Kučák (1910, jako <i>Alectoria implexa</i>), Malíček (2013b, 2015b), Suza (1921, 1925, obě jako <i>Alectoria implexa</i>)
<i>Buellia disciformis</i>	Kučák (1910, jako <i>B. parasema</i>)
<i>Buellia griseovirens</i>	Malíček et al. (2011a)
<i>Buellia schaereri</i>	Suza (1925)
<i>Calicium abietinum</i>	Kovář (1906, jako <i>C. curtum</i>)
<i>Calicium salicinum</i>	Kovář (1906, jako <i>C. sphaerocarpum</i>)
<i>Calicium trabinellum</i>	Kovář (1906)
<i>Calicium viride</i>	Kovář (1906, jako <i>C. hyperellum</i>), Spitzner (1897, jako <i>C. hyperellum</i>), Suza (1925, jako <i>C. hyperellum</i>), Vězda (1961b)
<i>Candelaria pacifica</i> M. Westb. a Arup	Malíček et al. (2014)
<i>Candelariella efflorescens</i> agg. (sensu Westberg a Clerc 2012)	Malíček et al. (2011a, 2015)
<i>Cetraria sepincola</i>	Kučák (1910)
<i>Cetrelia olivetorum</i> s. l.	Steinová et al. (2013)
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	Hiltzer (1925), Kučák (1910), Suza (1913, 1922, 1925, 1933)

<i>Chaenotheca ferruginea</i>	Halda (2015), Hilitzer (1923, 1924, obě jako <i>Ch. melanophaea</i>), Kovář (1906, jako <i>Cyphelium melanophaeum</i>), Kuťák (1910, 1927, obě jako <i>Ch. melanophaea</i>), Suza (1921, 1924, 1925, vše jako <i>Ch. melanophaea</i>), Svoboda et al. (2007)
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	Halda (2008), Suza (1925, jako <i>Coniocybe furfuracea</i>)
<i>Chaenotheca phaeocephala</i>	Kuťák (1911), Suza (1925)
<i>Chaenotheca stemonea</i>	Kovář (1908, 1911), Kuťák (1910), Spitzner (1897, jako <i>Cyphelium stemoneum</i>), Suza (1925)
<i>Chaenotheca trichialis</i>	Hilitzer (1926), Kovář (1911), Suza (1925)
<i>Cladonia cenotea</i>	Kuťák (1911), Suza (1925)
<i>Cladonia coniocraea</i>	Halda (2012, 2015)
<i>Cladonia digitata</i>	Halda (2008, 2012, 2015), Hilitzer (1925), Kuťák (1911), Suza (1921, 1925)
<i>Cladonia fimbriata</i>	Halda (2012, 2015), Hilitzer (1925)
<i>Cladonia floerkeana</i>	Suza (1925)
<i>Cladonia macilenta</i>	Suza (1925, 1933)
<i>Cladonia ochrochlora</i>	Suza (1925)
<i>Cladonia squamosa</i>	Suza (1925)
<i>Coenogonium pineti</i>	Halda (2014, 2015)
<i>Evernia divaricata</i>	Steinová et al. (2013), Šoun et al. (2015a, b)
<i>Evernia mesomorpha</i>	Steinová et al. (2013), Šoun et al. (2015a, b)
<i>Evernia prunastri</i>	Hilitzer (1925), Kuťák (1910, 1927), Malíček et al. (2011a), Maloch (1913), Steinová et al. (2013), Suza (1925), Šoun et al. (2015a)
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Malíček (2016), Šoun et al. (2015b)
<i>Flavoparmelia soredians</i> (Nyl.) Hale	Malíček et al. (2011a)
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	Halda (2012, 2014, 2015), Hilitzer (1925, jako <i>Psora ostreata</i>), Kovář (1908, 1911, oboje jako <i>Lecidea ostreata</i>), Kuťák (1927, jako <i>Lecidea ostreata</i>), Liška a Vězda (1990), Malíček (2013a, 2015a), Malíček et al. (2013, 2015), Spitzner (1897, jako <i>Psora ostreata</i>), Suza (1925, jako <i>Lecidea ostreata</i>), Svoboda et al. (2007)
<i>Hypogymnia bitteri</i>	Smola (1959, jako <i>Parmelia obscurata</i>)
<i>Hypogymnia farinacea</i>	Malíček (2013b), Steinová et al. (2013), Vězda (1961b, jako <i>Parmelia farinacea</i>)
<i>Hypogymnia physodes</i>	Halda (2012, 2014, 2015), Hilitzer (1925, jako <i>Parmelia physodes</i>), Kuťák (1910, jako <i>Parmelia physodes</i>), Malíček (2013a, 2015b), Malíček a Kocourková (2014), Malíček et al. (2015), Maloch (1913, jako <i>Parmelia physodes</i>), Smola (1959, jako <i>Parmelia physodes</i>), Steinová et al. (2013), Suza (1921, 1925, oboje jako <i>Parmelia physodes</i>), Šoun et al. (2015a), Wagner (2015)

<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Hilitzer (1925, jako <i>Parmelia tubulosa</i>), Malíček et al. (2011a, 2015), Steinová et al. (2013), Suza (1925, jako <i>Parmelia tubulosa</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Hypogymnia vittata</i>	Suza (1925, jako <i>Parmelia vittata</i>)
<i>Hypotrachyna revoluta</i>	Šoun et al. (2015b)
<i>Lecanora albella</i>	Kučák (1910)
<i>Lecanora albellula</i>	Kučák (1911, jako <i>L. piniperda</i>)
<i>Lecanora cadubriae</i>	Kovář (1906, jako <i>Biatora obscurella</i>), Novák (1913, jako <i>Biatora Cadubriae</i>), Suza (1922, jako <i>Lecidea cadubriae</i> ; 1925, jako <i>Lecidea cadubriae</i> a <i>Lecidea obscurella</i>)
<i>Lecanora chlarotera</i>	Malíček (2012)
<i>Lecanora conizaeoides</i>	Halda (2012, 2014, 2015), Malíček (2013a), Malíček a Kocourková (2014)
<i>Lecanora expallens</i>	Halda (2008)
<i>Lecanora pulicaris</i>	Malíček (2012), Malíček et al. (2011a, 2015), Šoun et al. (2015a)
<i>Lecanora subfusca</i> agg.	Hilitzer (1925, jako <i>L. subfusca</i>)
<i>Lecanora symmicta</i>	Malíček (2010)
<i>Lecanora varia</i>	Hilitzer (1923, 1925)
<i>Lecidea pullata</i>	Vězda (1961a)
<i>Lecidea turgidula</i>	Kovář (1907, jako <i>Lecidella turgidula</i>), Suza (1925)
<i>Lecidella elaeochroma</i>	Kučák (1910, jako <i>Lecidea parasema</i>)
<i>Lepraria incana</i>	Halda (2014, 2015), Hilitzer (1925)
<i>Lepraria jackii</i>	Malíček et al. (2015)
<i>Lepraria lobificans</i>	Malíček et al. (2015)
<i>Lepraria umbricola</i>	Slavíková-Bayerová (2006)
<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler a Arup	Hilitzer (1925, jako <i>Parmelia laetevirens</i>), Malíček et al. (2015)
<i>Melanelixia subaurifera</i>	Malíček et al. (2011a, 2015), Peksa ed. (2008), Steinová et al. (2013), Suza (1925, jako <i>Parmelia subaurifera</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Melanohalea exasperata</i>	Hilitzer (1923, 1925, oboje jako <i>Parmelia aspidota</i>)
<i>Melanohalea exasperatula</i>	Malíček et al. (2015), Suza (1921, 1925, obě jako <i>Parmelia exasperatula</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Micarea denigrata</i>	Malíček a Kocourková (2014)
<i>Micarea prasina</i> agg.	Halda (2015), Kovář (1906, jako <i>Biatorina prasina</i>), Malíček et al. (2015), Suza (1925, jako <i>Catillaria prasiniza</i>)
<i>Nephromopsis laureri</i>	Malíček (2013b)
<i>Ochrolechia androgyna</i>	Suza (1922)
<i>Parmelia barrenoae</i> Divakar, M. C. Molina a A. Crespo	Šoun et al. (2015b)
<i>Parmelia saxatilis</i>	Malíček et al. (2011a, 2015), Maloch (1913), Suza (1925)

<i>Parmelia sulcata</i>	Halda (2015), Hilitzer (1925), Malíček a Kocourková (2014), Malíček et al. (2015), Suza (1925), Šoun et al. (2015a)
<i>Parmelina tiliacea</i>	Suza (1925, jako <i>Parmelia scortea</i>)
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	Hilitzer (1925), Kuřák (1910), Malíček et al. (2015), Suza (1925), Šoun et al. (2015a)
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	Hilitzer (1925), Novák (1913, jako <i>Parmelia hyperopta</i>), Suza (1925)
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	Halda (2015), Suza (1925, jako <i>Physcia virella</i>)
<i>Physcia adscendens</i>	Halda (2015), Nádvorník (1947, jako <i>P. ascendens</i>)
<i>Physcia stellaris</i>	Malíček et al. (2011a), Suza (1925)
<i>Physcia tenella</i>	Halda (2015)
<i>Physconia enteroxantha</i>	Suza (1922, 1925, obě jako <i>Physcia leucoleiptes</i>)
<i>Placynthiella icmalea</i>	Halda (2012)
<i>Platismatia glauca</i>	Hilitzer (1925, jako <i>Cetraria glauca</i>), Malíček et al. (2015), Suza (1924, 1925, obě jako <i>Cetraria glauca</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Porina aenea</i>	Halda (2014, 2015)
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Halda (2014), Hilitzer (1925, jako <i>Parmelia furfuracea</i>), Malíček et al. (2011a, 2015), Steinová et al. (2013), Suza (1925, jako <i>Parmelia furfuracea</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Psilolechia lucida</i>	Novák (1913, jako <i>Biatora lucida</i>)
<i>Punctelia jeckeri</i>	Malíček (2010), Malíček et al. (2011a)
<i>Punctelia subrudecta</i>	Malíček et al. (2011a)
<i>Ramalina baltica</i>	Suza (1925), Vězda (1971)
<i>Ramalina farinacea</i>	Malíček (2015b), Steinová et al. (2013), Suza (1925), Šoun et al. (2015a)
<i>Ramalina fraxinea</i>	Suza (1925)
<i>Rinodina exigua</i>	Suza (1922)
<i>Scoliosporum chlorococcum</i>	Halda (2015), Steinová et al. (2013), Vězda (1965)
<i>Scoliosporum sarothamni</i>	Malíček et al. (2015)
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	Kovář (1906, jako <i>Biatora flexuosa</i>), Suza (1925, jako <i>Lecidea flexuosa</i>)
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	Malíček et al. (2015)
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	Hilitzer (1925, jako <i>Cetraria chlorophylla</i>), Los (1924, jako <i>Cetraria chlorophylla</i>), Malíček (2010), Malíček et al. (2015), Mejstřík (1982, jako <i>Cetraria chlorophylla</i>), Steinová et al. (2013), Suza (1925, jako <i>Cetraria chlorophylla</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Usnea barbata</i> (L.) F. H. Wigg.	Malíček (2010, 2015b), Malíček et al. (2011a, 2015), Steinová et al. (2013), Šoun a Němec (2015), Šoun et al. (2015a, 2016)
<i>Usnea dasypoga</i>	Hilitzer (1925), Malíček (2013b, 2016), Smola (1959, jako <i>U. flagellata</i>), Šoun et al. (2016)
<i>Usnea diplotypus</i>	Malíček (2015b)

<i>Usnea florida</i>	Hilitzer (1925, 1929), Kuřák (1910), Maloch (1913), Smola (1959), Suza (1921, 1925)
<i>Usnea glabrata</i>	Malíček (2013b), Šoun et al. (2015b)
<i>Usnea glabrescens</i>	Malíček et al. (2011a), Šoun et al. (2015b)
<i>Usnea hirta</i>	Hilitzer (1925), Malíček (2013b, 2015b, 2016), Malíček a Kocourková (2014), Malíček et al. (2011a), Suza (1925), Šoun a Němec (2015)
<i>Usnea intermedia</i>	Smola (1959, jako <i>U. faginea</i>), Suza (1935, jako <i>U. faginea</i>), Šoun et al. (2015b)
<i>Usnea subfloridana</i>	Malíček (2010, 2013b), Malíček et al. (2015), Šoun a Němec (2015)
<i>Usnea substerilis</i> Motyka	Malíček (2013b, 2015b), Steinová et al. (2013), Šoun et al. (2015a)
<i>Usnea wasmuthii</i> Räsänen	Šoun et al. (2015b)
<i>Vulpicida pinastri</i>	Hilitzer (1925, jako <i>Cetraria pinastri</i>), Malíček et al. (2011a, 2015), Spitzner (1890b, jako <i>Cetraria pinastri</i>), Steinová et al. (2013), Suza (1916, 1925, obě jako <i>Cetraria pinastri</i>), Šoun et al. (2015a)
<i>Xanthoria parietina</i>	Halda (2015), Kuřák (1910), Suza (1925)
<i>Xanthoria polycarpa</i>	Malíček a Kocourková (2014), Malíček et al. (2011a, 2015), Suza (1921, 1925)

Z první čtvrtiny dvacátého století, tj. z doby daleko před silným znečištěním ovzduší, existuje řada zajímavých zmínek o modřínech a lišejnících na nich se vyskytujících. Z popisu lesů města Rokycany uvádí Jakobe (1914, s. 24): „Modřín jest jen v některých starších porostech jednotlivě zastoupen. V mladších porostech na mnoha místech spatříme modříny u věku 30 až 40 roků úplně mechem [lišejníky?] obrostlé a chřadnoucí. Zdejší na vápno chudá půda mu nesvědčí.“ Domin (1903) ve své fyto geografické studii o Brdech píše o modřínech toto: „Lesy modřínové jsou dosti vzácné, za to však viděti hojně urostlé modříny jako obrubu lesních silnic nebo v jednotlivých skupinách. Ovšem že modřín jest pouze zaveden (str. 9)... Někde pozdravují nás i pěkně vzrostlé modříny, které poprvé počátkem XIX. stol. v Brdech byly vysázeny a které se nyní shlukují leckde v celé lesíky. Jmenovitě tam, kde vroubí silnice proplétající se rozlehlým pásmem lesním, poutá mile jejich zjev; arci někde, jak ukážeme, krní a trpí velice od rozmanitých škůdců rostlinných i živočišných (str. 13)... Všude plno lišejníků, jež dusí namnoze i dorostlé stromy lesní, pokrývající je hustými kožíšky svých rozmanitě vytvořených a zbarvených stélek. Nejvíce jimi trpí modříny a borovice, kdežto smrky, zdá se, kladou mnohem větší odpor, aby nebyly úplně zadušeny. *Evernie*, *Usnea*, nejznámější epifyt lesních stromů, a *Parmelia physodes* mají ovšem lví podíl při ničivé té činnosti

(str. 25)... Dosti hojně se tu [Hřebený] pěstuje modřín, ale s nevalným zdarem. Trpí tu velice a to několikerým způsobem, tak že s praktického stanoviska nelze kultury jeho doporučiti. Pozdní mrazy, jež se v Brdech zpravidla dostavují, škodí nadmíru mladému listí, a nad to zhoubný discomycet *Dasyscypha Willkommii* ničí většinu kmenů, způsobuje na nich známou rakovinu nebo zeslabuje aspoň strom tak, že podléhá potom snadno spoustě lišejníků, jež se na těle jeho se zvláštní zálibou usazují a jej dusí (str. 30)... Modříny vysázené v skupině Dědu [u Berouna] trpí zase zhoubným molem *Coleophora laricella* (str. 31)... V celku měli jsme příležitost pozorovati, že modříny na mnohých místech velice trpí, ač by měly býti zejména proti zimě otužilé, jelikož jsou původu horského a mimo to shazují také každoročně jehličí. Příčiny neobvyklého toho úkazu, že modříny vedle normálních smrků a borovic namnoze hynou, nehledám ani v tom, že by snad nedovedly vůbec tou měrou jako ostatní stromy vzdorovati různým škodným vlivům i pozdním mrazům, *Dasyscypha Willkommii*, zmíněnému již molu, lišejníkům – vždyť někde v pohoří třemošenském prospívají výborně – jako v tom, že se sázejí na nevhodná místa, tak že pak bojují proti škůdcům, které les vůbec hubí, nezbytně s menší intenzitou a rázností než stromy, jež mají na týchž místech přirozené své stanovisko (str. 33).“

Maloch (1913) z modřínů na Plzeňsku uvádí pouze několik málo druhů makrolišejníků: *Hypogymia physodes*, *Parmelia saxatilis*, *Evernia prunastri* (plodný na modříněch na Lopatě) a *Usnea florida* (na modříněch na Lopatě až 3 dm dl.). O modříněch píše: „Velice skromný strom (spokojí se s 10 týdny veg. doby), pochází z Alp, sází se u nás v lesích od 17 st. (?) a to zvláště na pokrajích, dle les. cest, na zalesňovaných ladech.“ Los (1924) uvádí *Tuckermannopsis chlorophylla* jako hojný na modříněch pod Brdy, jinde vzácný. V Monografii Hořovicka (Los 1928) o modřínu píše: „Tehdy [za Josefa II] se počaly vysazovati (alpské) modříny, ježto mají dříví těžké jako dub, ale horské stromy uzavřené v porostech beze světla a vzduchu hromadně odumíraly; prospívaly jen při krajích (ve špalírech).“ Z oblasti Chrudimska a Nasavrcka Kalenský (1906) píše: „Zvláštní svou florou honosí se stromy jehličnaté. Některé druhy rostou sice také na stromech listnatých, ale nikdy v takové hojnosti. Nade všechny vyniká starší modřín; avšak i na mladých kmenech učiníme pěkné nálezy. Často bývá obrostlý od paty až do koruny.“

Suza (1925, s. 77) shrnuje do té doby známé údaje o modřínu a lišejnících na něm rostoucích takto: „Modřín (*Larix decidua*) je strom lesní horských poloh, který tvoří v Alpách a na Karpatech mezi 900–2000 m rozlehlé porosty a činí tu hranici stromovou.

U nás, dle povahy stanovisek i dle tradice lesnické, jest modřín většinou stromem sázeným, zvláště na pokrajích kultur. Uvádí se jako původní strom na Jeseníku. Velmi pravděpodobný je indigenat jeho na nepřístupných skalách Moravského krasu. Lišejníková florula modřínů blíží se nejvíce oné na borovicích. Souvisí to s povahou kůry obou těchto Conifer, která je v dolní části značně rozprýskána. Na tenkých větvičkách je však kryt lišejníkový naprosto odchylný. Tím, že modřín shazuje každoročně listí, umožněn je volný přístup světla ke kmeni aspoň v určité době. Mimo to sází se modřín téměř pravidelně na pokrajích jiných kultur lesních, vroubí se jím aleje, průseky, takže vyznačuje se obvykle bohatější vegetací lišejníkovou. V tomto případě bývají větve druhy úplně obaleny asociacemi *Evernietum prunastri*, *Parmelietum physodis*, *Usneetum floridae* neb *Alectorietum jubatae*; dosti často roste též na slabých větvičkách a brachyblastech *Xanthoria polycarpa*. Na rozprýskané kůře starých kmenů modřínových význačně se usazuje zvláště *Chaenotheca chrysocephala*, *Ch. melanocephala*, *Ch. phaeocephala*, od base vzhůru rozrůstá se *Lecidea ostreata*. Odchylná florula lišejníková, upomínající poněkud na asociace stromů listnatých, usadila se na modřínech v Oboře u Rájce (400 m): *Ramalina baltica*, *R. fraxinea*, *R. farinacea*, *Evernia prunastri*, *Parmelia furfuracea*, *P. exasperatula*, *Xanthoria parietina*, *Physcia leucoleiptes*, *Ph. obscura*. Na modřínech zaznamenány byly v naší literatuře lichenologické dosud tyto lišejníky...“.

Lišejníky na modřínech se v zahraničí zabývala celá řada prací. Například v západním Polsku se od devadesátých let minulého století návratem epifytických lišejníků na hospodářsky pěstovaných modřínech (*Larix decidua*) v lesích zabývali Lipnicki et al. (2012). Uvádějí odtud řadu vzácných druhů vracejících se po zlepšení kvality ovzduší, včetně chráněných a ohrožených druhů rodu *Usnea* a *Bryoria*. Celkem zde na modřínech našli 36 druhů. Recentně byly také zkoumány modříny v obcích v oblasti Podlasie v severovýchodním Polsku (Matwiejuk, 2014). Celkem zde bylo nalezeno 29 druhů, citlivé keříčkovité lišejníky rodů *Usnea* a *Bryoria* chyběly, naopak byly přítomny nitrofilní druhy. V této práci je uveden také přehled literatury zabývající se lišejníky na modřínech v Polsku. Excerpcí této literatury z let 1935–2010 bylo zjištěno 107 druhů.

V Německu se lišejníky na pěstovaných modřínech v poslední době zabýval hlavně Otte (Otte, 2008, 2011a, b, 2012; Otte a Landeck, 2013; Otte et al., 2006). V Braniborsku a Sasku spolu s kolegy zaznamenal masivní šíření lišejníků v mladých modřínových porostech, včetně velkého množství citlivých lupenitých a keříčkovitých druhů. Otte

(2012) danou problematiku shrnuje ve svém krátkém příspěvku o důležitosti modřínových výsadeb pro ochranu ohrožených lišejníků v jihovýchodním Německu a přilehlých územích. Jak uvádí, během dvacátého století bylo znečištění ovzduší hlavním faktorem způsobujícím ohrožení lišejníků ve střední Evropě. Jih Východního Německa a přilehlé Polsko a Československo bylo tehdy centrem znečištění v Evropě, to zde způsobilo vymizení většiny epifytických druhů lišejníků. Po citelném snížení znečištění ovzduší se mnoho druhů začalo vracet a zároveň se ve složení společenstev lišejníků zvýšil relativní význam jiných faktorů, než je znečištění ovzduší.

Jeden z hlavních faktorů ovlivňujících diverzitu epifytických lišejníků je lesnictví. Je známo, že některé lišejníky jsou závislé na lesích s přirozenou skladbou a dlouhou kontinuitou. Avšak pralesovité lesy, tím spíše bez předchozího vlivu znečištění, jsou dnes ve střední Evropě velmi vzácné. Z daleka největší část zalesněného území pokrývají pěstované lesy. Ty jsou často na epifytické lišejníky velmi chudé. Nicméně modřínové výsadby se jeví být výjimkou. Modřín byl pěstován zejména v osmdesátých letech dvacátého století v oblastech v té době těžce postižených znečištěním ovzduší. Po snížení znečištění ovzduší probíhá masivní kolonizace těchto výsadeb epifytickými lišejníky. V mnoha modřínových porostech bylo nalezeno nejméně půl tuctu druhů rodu *Usnea*, které jsou z většiny považovány za ohrožené. Většina současných nálezů ohrožených druhů (kategorie 1 a 2 německého červeného seznamu): *Usnea glabrata*, *U. glabrescens*, *U. barbata*, *U. fulvovireagens*, *U. lapponica*, *U. wasmuthii*, *Evernia mesomorpha*, *E. divaricata*, *Bryoria capillaris*, *B. implexa* a *B. nadvornikiana* v jihovýchodním Německu pochází z modřínových výsadeb. Pocházejí odtud také jednotlivé nálezy druhů, které jsou ve střední Evropě obecně vzácné, jako např. *Usnea flavocardia*, *Parmotrema reticulatum*, *Nephromopsis laureri* a *Bryoria subcana*. Modřínový tedy dokáží být pro ohrožené lišejníky ve střední Evropě důležitým stanovištěm. I v budoucnu by bylo dobré je zahrnovat do lesních plánů, aby se alespoň z části kompenzoval negativní efekt intenzivního lesnictví na diverzitu lišejníků. Nicméně touto cestou mohou být chráněny pouze některé skupiny lišejníků. Týká se to především druhů ze společenstev *Parmelietum furfuraceae* a *Bryorio-Usneetum*. Druhy, které jsou závislé na starých nedotčených listnatých lesích, modřínový zachránit nemohou a musí být chráněny v rezervacích.

Z Alp, těžiště přirozeného areálu modřínu opadavého (*Larix decidua*), existuje řada prací týkajících se lišejníků na modřínech. Napříč italskými Alpami studovali vegetaci

epifytických lišejníků na modříněch Nascimbene et al. (2006a). Uvádějí odtud 98 taxonů. Lišejníků na modříněch v italských Alpách se týkají i další práce (např. Caniglia et al., 1988; Nascimbene et al., 2006b, 2008, 2012, 2014a, b). Lišejníky na modříněch opadavých ve slovinských Alpách ve spojitosti s mapováním druhu *Letharia vulpina* zkoumali Dakskobler et al. (2011).

Vzhledem k ostatním druhům modřínů, byly lišejníky na modřínu sibiřském (*Larix sibirica* Ledeb.) studovány např. v Mongolsku (Biazrov, 1974, 1977; Hauck, 2008; Hauck et al., 2007, 2012, 2014) a Kazachstánu (Hauck, 2013). V Japonsku se lišejníky na modřínu japonském (*Larix kaempferi*, syn. *L. leptolepis*) zabývali např. Harada et al. (2006) a Nakanishi (1966). Na americkém kontinentu např. studovali lišejníky na modřínu západoamerickém (*Larix occidentalis* Nutt.) v Montaně v USA Hauck a Spribille (2005) a v Albertě v Kanadě na modřínu Lyallově (*Larix lyallii* Parl.) např. Kalgutkar a Bird (1969).

5. Návrat lišejníků po snížení znečištění ovzduší

O tom, jaké lišejníky – obzvláště epifytické – rostly v okolí Rokycan (ve smyslu současného okresu Rokycany) v období před znečištěním ovzduší, je známo dosti málo. Oproti botanikům byla oblast Rokycanska stranou zájmu lichenologů. Lákaly je spíše Brdy a pak jiná místa západních Čech.

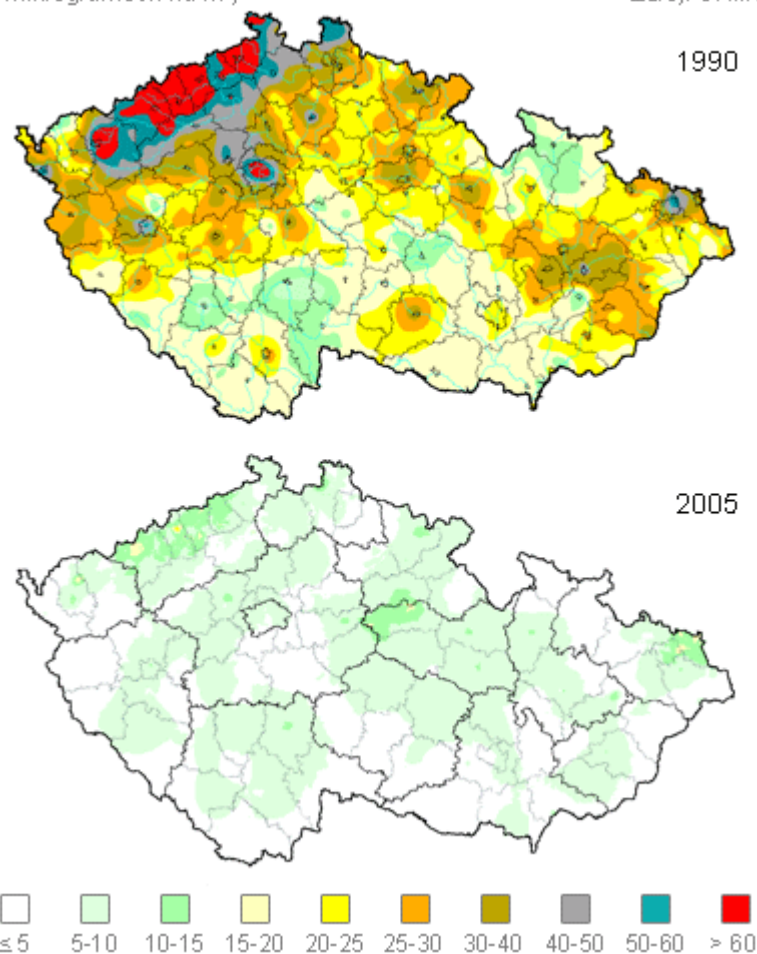
Několik údajů zmiňuje Maloch (1913) a Los (1923, 1924). Největší pozornost na Rokycansku přitahoval Žďár, jehož sutě zahrnul do své práce Sofron (1984). Lišejníky stejnojmenné rezervace byly zpracovány v rámci jejích inventarizací (Peksa, 2014; Žán et al., 1982). Několik zajímavých nálezů dutohlávek odtud bylo publikováno také Malíčkem et al. (2011b).

Z Rokycanska existuje také několik nepublikovaných položek lišejníků v herbářích Muzea Dr. Bohuslava Horáka v Rokycanech a Západočeského muzea v Plzni. Ačkoliv vymizení citlivějších epifytických lišejníků v průběhu druhé poloviny dvacátého století není v této oblasti konkrétně doloženo, lze ho předpokládat zejména vzhledem k přítomnosti četných průmyslových podniků v oblasti, viz také mapa znečištění ovzduší oxidem siřičitým v roce 1990 (obr. 1).

Roční průměrné koncentrace oxidu siřičitého

(v mikrogramech na m³)

Zdroj: ČHMÚ



Obrázek 1: Průměrné roční koncentrace oxidu siřičitého v ČR v roce 1990 a 2005. Zdroj ČHMÚ.

Oproti několika studiím sledujícím vliv znečištění ovzduší na lišejníky (např. Mejstřík, 1982; Anděl a Černohorský, 1978; Liška a Herben, 2008) nebyla, kromě již v úvodu zmíněné diplomové práce Syrovátkové (2009) z Doupovských hor, vypracována na území České republiky žádná práce na rekolonizaci lišejníků. V zahraničí se tomuto tématu věnovala řada prací, v souvislosti se snižováním znečištění ovzduší (např. Bates et al., 1990; Hawksworth a McManus, 1989; Hultengren et al., 2004; Kricke, 2003; Lange et al., 2005; Otte, 2008; Seaward, 1997; Showman, 1981).

6. Klimatická charakteristika Rokycanska

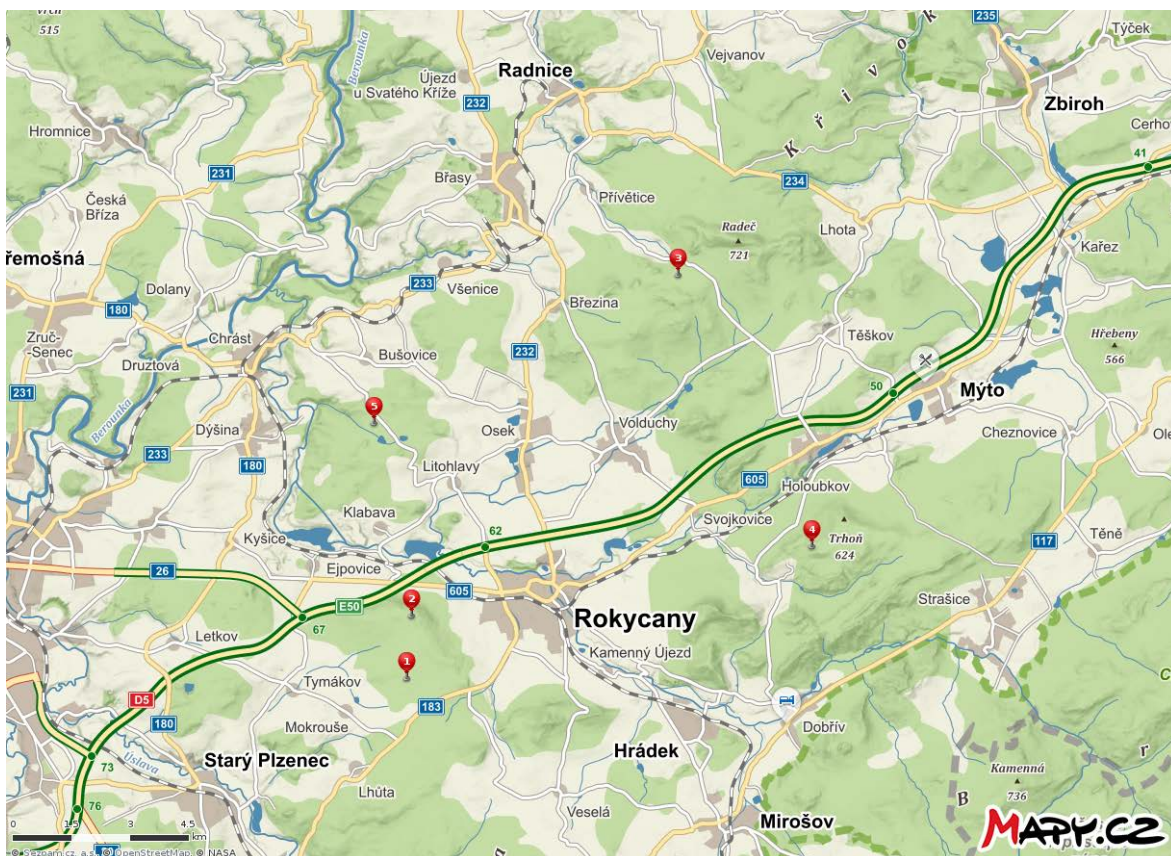
Okres Rokycany leží v mírně teplé klimatické oblasti (MT11, MT10, MT7, MT5). Průměrné roční teploty na Rokycansku se pohybují od 7,2 °C (Strašice) do 8,1 °C (Liblín).

Maximální teploty vzduchu stoupají k 37 °C, minimální k -27 °C (obě Liblín). Letních dnů je na tomto území v průměru 30 až 40 a mrazových dnů 100 až 130. Z dlouhodobého hlediska se průměry ročních úhrnů atmosférických srážek pohybují od 489 mm (Liblín) k 652 mm (Strašice). Směry větrů jsou zde jihozápadní, západní a severozápadní. Vyšší četnost inverzních situací zde není příliš častá, území je dobře provětráváno. Čistota ovzduší se zvyšuje. Průměrné roční imisní koncentrace oxidu siřičitého, oxidů dusíku a prašného aerosolu nepřesahují 10 až 25 g/m³. Ve větších sídlech s průmyslem a dopravní zátěží bývají zaznamenány koncentrace vyšší (Zahradnický, Mackovčín a kol., 2004).

7. Metodika

Terénní výzkum byl proveden v různých částech Rokycanska na pěti předem vyznačených lokalitách mladých modřínových porostů s hojným výskytem makrolišejníků a zvláště provazovek (obr. 2). Všechny se nacházejí uvnitř lesních komplexů, ale liší se velikostí, charakterem (liniové nebo plošné porosty) i dalšími charakteristikami (např. nadmořská výška), viz jejich podrobný popis dále.

Omezený počet lokalit byl zvolen pro snahu o co nejdůkladnější průzkum a tím pádem časovou náročnost výzkumu. V následujících popisech lokalit se geografická lokalizace vztahuje přibližně ke středu lokality (linie, plochy), vzdálenost od nejbližšího okraje lesa se vztahuje k nejbližšímu místu lokality k okraji lesa. Souřadnice, vzdálenosti a nadmořské výšky byly odečteny z aplikace Mapy.cz.



Obrázek 2: Mapa s vyznačenými lokalitami. Zdroj Mapy.cz

Na každé lokalitě byl zaznamenán výskyt všech taxonů makrolišejníků na modřinech do výšky cca 2 m a to jak na větvích, tak na kmenech. Pouze lišejníky rostoucí těsně nad zemí na patách kmenů (hlavně rod *Cladonia*) nebyly zaznamenávány. V terénu obtížně určitelné lišejníky byly sebrány a určeny později v laboratoři. Výskyt byl zaznamenáván pomocí stupnice: 1 – jedna až tři stélky na lokalitu, 2 – čtyři až deset stélek na lokalitu, 3 – více než deset stélek na lokalitu. Také byly zaznamenány dominantní druhy. U rodů *Bryoria* a *Usnea* stupnice nebyla použita, jelikož tyto lišejníky není možné v terénu s jistotou určit do druhu. Pro srovnání byl na každé lokalitě zaznamenán výskyt makrolišejníků na ostatních dřevinách bezprostředně sousedících s modřínou. Průměr modřínů ve výčetní výšce 1,3 m (DBH) byl měřen pomocí krejčovského metru.

Pro určování lišejníků v terénu byla použita kapesní lupa (16×). V laboratoři binokulární lupa (16, 25×). Ke stanovení výskytu sekundárních metabolitů byly použity nejprve stélkové reakce. Jedná se o nanesení malé kapky činidla na určitou část stélky lišejníku (kůru nebo dřev) a pozorování případné barevné změny. Byla použita činidla

K (=KOH) a C (=NaClO·5H₂O). V případě potřeby byla dále použita tenkovrstvá chromatografie, případně mikrokrytalizační test.

Lišejníky byly určovány pomocí flóry lišejníků Německa (Wirth et al., 2013), druh *Parmelia barrenoae* podle práce Divakar et al. (2005), rod *Bryoria* navíc podle Velmala et al. (2014).

Nomenklatura lišejníků byla sjednocena podle aktuálního Červeného seznamu lišejníků České republiky (Liška a Palice, 2010), druhy chybějící v uvedené práci jsou uvedeny s autorskými zkratkami. Nomenklatura dřevin je sjednocena podle Kubáta et al. (2012), druhy chybějící v uvedené práci jsou uvedeny s autorskými zkratkami.

Herbářové doklady budou uloženy v herbáři Muzea Dr. Bohuslava Horáka v Rokycanech, pobočce Západočeského muzea v Plzni.

7.1 Charakteristika lokalit

Lokalita č. 1

Katastrální území Rokycany, 160 m dlouhá linie modřínů podél lesní cesty v lesním komplexu východně od města, pouze na severní straně cesty, 1 565 m jižně (185°) od vrcholu Čilina (523 m n. m.), 49°43'18.876"N, 13°32'49.668"E až 49°43'20.157"N, 13°32'57.358"E, 453–455 m n. m., vzdálenost od nejbližšího okraje lesa činí cca 415 m a les zde sousedí s obhospodařovanou loukou, na kterou navazuje další zemědělská krajina; DBH modřínů (min. – max.) 67–257 mm; lokalita navštívena 22. 3., 24. 3. a 31. 3. 2016. Čas strávený na lokalitě činil 6–8 hodin pro každý den návštěvy. Ilustrační fotografie lokality na obr. č. 1 v příloze 1.

Lokalita č. 2

Katastrální území Rokycany, přibližně trojúhelníkovitý porost (6 371 m²) modřínů v lesním komplexu východně od města, 80 m severozápadně (315°) od vrcholu Čilina (523 m n. m.), 49°44'10.880"N, 13°32'55.731"E – 49°44'9.772"N, 13°32'58.494"E – 49°44'13.423"N, 13°33'1.733"E, 516–520 m n. m., vzdálenost od nejbližšího okraje lesa činí cca 600 m a les zde sousedí se zarůstajícím ladem, na kterou navazuje obhospodařovaná louka a dálnice; DBH modřínů (min. – max.) 42–455 mm; navštívena 31. 3. 2016, 2. 4. a 6. 4. 2016. Čas strávený na lokalitě činil 6–8 hodin pro každý den návštěvy. Ilustrační fotografie lokality na obr. č. 2 v příloze 1.

Lokalita č. 3

Katastrální území Sklená Huť, modřiny podél průseku a lesní cesty, na sebe kolmých (dohromady v úseku cca 680 m), podél průseku jsou modřiny vysázeny jen roztroušeně, podél cesty tvoří souvislou linii po jedné (jihozápadní) straně, ale několik se jich nachází i na druhé; v lesním komplexu jihovýchodně vesnice, 650 m severovýchodně (48°) od vrcholu Rumpál (639 m n. m.), 49°48'56.077"N, 13°38'35.436"E – 49°48'51.479"N, 13°38'46.028"E – 49°49'2.204"N, 13°38'58.434"E, 580–590 m n. m., vzdálenost od nejbližšího okraje lesa činí cca 430 m a les zde sousedí s usedlostí a obhospodařovanými loukami, na kterou navazuje další zemědělská krajina a vesnice; DBH modřínů (min. – max.) 25–306 mm; navštívena 7. 4., 10. 4. a 20. 9. 2016. Čas strávený na lokalitě činil 6–8 hodin pro každý den návštěvy. Ilustrační fotografie lokality na obr. č. 3 v příloze 1.

Lokalita č. 4

Katastrální území Hůrky u Rokycan, přerušovaná linie modřínů podél lesní cesty (360 m dlouhý úsek), většina modřínů na jedné (severní) straně, v lesním komplexu severovýchodně od vesnice, 1080 m jihozápadně (229°) od vrcholu Trhoň (624 m n. m.), 49°45'6.033"N, 13°41'25.115"E až 49°45'10.405"N, 13°41'42.593"E, 537–571 m n. m., vzdálenost od nejbližšího okraje lesa činí cca 180 m a les zde sousedí s obhospodařovanou loukou, na kterou navazuje další zemědělská krajina a vesnice; DBH modřínů (min. – max.) 89–290 mm; navštívena 26. 9. a 4. 12. 2016. Čas strávený na lokalitě činil 6–8 hodin pro každý den návštěvy. Ilustrační fotografie lokality na obr. č. 4 v příloze 1.

Lokalita č. 5

Katastrální území Bušovice, polygonální porost (2 516 m²) modřínů v lesním komplexu jižně od obce, 950 m severoseverovýchodně (25°) od vrcholu Ostrý kámen (474 m n. m.), 49°46'51.640"N, 13°32'8.394"E – 49°46'49.595"N, 13°32'8.691"E – 49°46'49.982"N, 13°32'12.670"E, 440–443 m n. m., vzdálenost od nejbližšího okraje lesa činí cca 645 m a les zde sousedí s obhospodařovanou loukou, na kterou navazuje další zemědělská krajina; DBH modřínů (min. – max.) 51–267 mm; navštívena 17. 11., 19. 11. a 27. 11. 2016. Čas strávený na lokalitě činil 6–8 hodin pro každý den návštěvy. Ilustrační fotografie lokality na obr. č. 5 v příloze 1.

7.2 Tenkovrstvá chromatografie

U lišejníků rodů *Bryoria*, *Cetrelia* a *Usnea* nebylo možné jednoznačně určit sekundární metabolity stélkovými reakcemi, a proto byly analyzovány pomocí tenkovrstvé chromatografie (dále jako TLC z anglického Thin-Layer Chromatography). Celkem bylo analyzováno 94 položek, z toho 22 rodu *Bryoria*, 1 rodu *Cetrelia* a 71 rodu *Usnea*. Postup analýzy byl následující.

Pod binokulární lupou byl pečlivě vybrán a očištěn malý kousek stélky lišejníku a následně byl vložen na dno plastové Eppendorfovy zkumavky. Poté byla k této vybrané části stélky přidána kapka acetonu. Vzniklý extrakt byl pomocí skleněné kapiláry nanesen na očíslovanou startovní čáru desky s tenkou vrstvou silikagelu. Čísla na deskách korespondovaly s čísly vzorků v Eppendorfových zkumavkách. V rámci úspory počtu použitých desek byly vzorky nanášeny na obě strany každé desky. Jako kontrola byl použit vzorek obsahující kyselinu norstiktovou a atranorin. Byly použity dvě hliníkové desky a jedna deska skleněná. Skleněná deska byla zvolena kvůli zjištění mastných kyselin. Deska s nanesenými extrakty byla následně vložena do vyvíjecí vany se směsí rozpouštědel – vyvíjecí soustavy. Vyvíjecí soustavu tvořil toluen a kyselina octová v poměru 170 : 30 (solvent system C podle Orange et al., 2001). Po vyvzlínání rozpouštědel do poloviny desky se označil bod, do kterého rozpouštědla dovzlíkala. Deska se otočila a rozpouštědla se opět nechala vyvzlínat do poloviny. Poté byla deska vyjmuta a ponechána v digestoři k vyschnutí. Následně byly pod UV lampou (254 nm a 366 nm) tužkou označeny jednotlivé viditelné skvrny a zhotovena fotodokumentace. V případě skleněné desky byla ještě deska navlhčena vodou a označeny mastné skvrny. Pro zviditelnění sekundárních metabolitů byly suché desky potřeny 10% kyselinou sírovou a zahřívány po dobu několika minut v elektrické troubě dokud se barvy úplně nezviditelnily. Desky byly následně vyfotografovány a to jak ve viditelném, tak UV (254 nm a 366 nm) světle.

Jednotlivé látky byly identifikovány na základě relativní vzdálenosti od startu s využitím referenčních kontrolních látek a barvy ve viditelném a UV světle. K určování látek jakož i postupu byla použita práce Orange et al. (2001).

7.3 Mikrokrystalizační test

U druhu *Punctelia borreri* byl pro potvrzení kyseliny gyroforové oproti kyselině lekanorové, přítomné u ostatní druhů rodu *Punctelia* v ČR, použit mikrokrystalizační test.

Tyto látky bylo obtížné odlišit pomocí tenkovrstvé chromatografie s rozpouštědly použitými pro ostatní lišejníky (viz výše).

Malá část stélky lišejníku byla vložena do plastové Eppendorfovy zkumavky a zakápnuta acetonem. Vzniklý extrakt byl nanesen skleněnou kapilárou na podložní sklíčko, na němž se nechal zaschnout. Po zaschnutí byla na skvrnu přidána kapka směsi rozpouštědel – glycerol, etanol a voda v poměru 1 : 1 : 1 (GAW podle Orange et al., 2001). Po přikrytí krycím sklíčkem bylo místo zahříváno nad plamenem do vzniku prvních bublinek, ponecháno zchladnout a následně prohlédnuto v mikroskopu. Vzniklé krystaly byly určeny pomocí obrázků v Orange et al. (2001).

Kyselina gyroforová tvoří drobné shluky krátkých krystalů, zatímco kyselina lekanorová shluky velkých prohnutých krystalů. Jako referenční druh obsahující kyselinu lekanorovou byla použita *Punctelia jeckeri*.

8. Výsledky

8.1 Diverzita druhů

Celkem bylo na modříních na lokalitách nalezeno 48 taxonů makrolišejníků, z toho 47 druhů a 1 varieta. Výskyt na jednotlivých lokalitách je uveden v tabulce 3. Druhově nejbohatší byla lokalita č. 1, následovaly lokality č. 5, 4, 3 a 2 (tab. 2). Na ostatních dřevinách v bezprostředním okolí modřínů bylo dohromady na všech lokalitách nalezeno jen 18 druhů (tab. 4). Počty druhů na modříních byly na každé lokalitě vyšší než na ostatních dřevinách (tab. 2, obr. 3).

Dominantními druhy na modříních byly *Hypogymnia physodes* (všechny lokality), *H. tubulosa* (lokalita č. 3 a 5) a *Parmelia sulcata* na lokalitě č. 1.

Na všech pěti lokalitách se vyskytovaly tyto druhy:

Evernia prunastri, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa*, *Melanelixia subaurifera*, *Melanohalea exasperatula*, *Parmelia sulcata*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina farinacea*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea barbata*, *Usnea dasypoga*, *Usnea hirta*, *Usnea subfloridana*, *Xanthoria polycarpa*.

Na čtyřech lokalitách:

Bryoria fuscescens, *Evernia divaricata*, *Flavoparmelia caperata*, *Hypogymnia farinacea*, *Physcia tenella*, *Punctelia jeckeri*, *Usnea dasypoga* s. l. (chemotyp s kyselinou alektorialovou), *Usnea glabrata*, *Usnea lapponica*, *Usnea substerilis*, *Vulpicida pinastri*.

Na třech lokalitách:

Bryoria implexa, *Evernia mesomorpha*, *Evernia prunastri* var. *herinii*, *Hypotrachyna afrorevoluta*, *Parmelia saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Parmotrema perlatum*, *Usnea glabrescens*, *Usnea wasmuthii*.

Na dvou lokalitách:

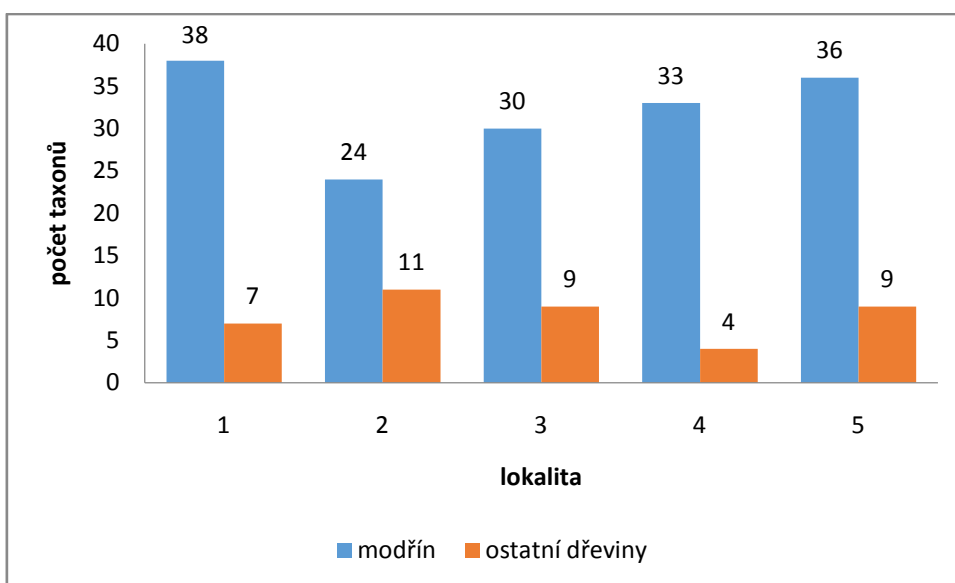
Hypotrachyna revoluta, *Imshaugia aleurites*, *Melanelixia glabratula*, *Punctelia subrudecta*, *Xanthoria candelaria*.

Pouze na jedné lokalitě:

Bryoria capillaris, *Cetrelia cetrarioides*, *Flavoparmelia soledians*, *Nephromopsis laureri*, *Parmelia barrenoae*, *Physcia adscendens*, *Punctelia borrieri*, *Usnea fulvoreaegens*.

Tabulka 2: Počty taxonů na jednotlivých lokalitách podle typu substrátu.

Lokalita	1	2	3	4	5
modřín	38	24	30	33	36
ostatní dřeviny	7	11	9	4	9



Obrázek 3: Počty taxonů na jednotlivých lokalitách podle typu substrátu.

Tabulka 3: Seznam nalezených taxonů na modřínkách. ČS – kategorie ohrožení podle aktuálního Červeného seznamu lišejníků České republiky (Liška a Palice, 2010), u druhu *Usnea glabrata* opravena podle Malíčka (2013b): DD – nedostatek dat, RE – vyhynulý, CR – kriticky ohrožený, EN – ohrožený, VU – zranitelný, NT – blízký ohrožení, LC – neohrožený. Četnost výskytu na lokalitách: 1 – jedna až tři stélky, 2 – čtyři až deset stélek, 3 – více než deset stélek, X – nebyla zaznamenána. Hvězdička (*) značí, že na dané lokalitě byl pořízen herbářových doklad daného druhu. D – dominanta.

Taxon	ČS	Lokalita				
		1	2	3	4	5
<i>Bryoria capillaris</i>	CR			X*		
<i>Bryoria fuscescens</i>	VU	X*	X*	X*		X*
<i>Bryoria implexa</i>	EN			X*	X*	X*
<i>Cetrelia cetrarioides</i>	EN					1*
<i>Evernia divaricata</i>	CR	1*		1	1	1
<i>Evernia mesomorpha</i>	CR	1	1	1		
<i>Evernia prunastri</i>	NT	3	3	3	3	3
<i>Evernia prunastri</i> var. <i>herinii</i> (Duv.) Maas G.		2			1	1
<i>Flavoparmelia caperata</i>	EN	3	1		2	1
<i>Flavoparmelia soredians</i> (Nyl.) Hale		1*				
<i>Hypogymnia farinacea</i>	VU	1*		1	1	1*
<i>Hypogymnia physodes</i>	LC	3D	3D	3D	3D	3D
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	NT	3	3	3D	3	3D
<i>Hypotrachyna afrorevoluta</i> (Krog a Swinscow) Krog a Swinscow		2*	1	1*		
<i>Hypotrachyna revoluta</i>	CR	2			1*	
<i>Imshaugia aleurites</i>	VU	1		1		
<i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler a Arup	LC	2*				1*
<i>Melanelixia subaurifera</i>	VU	3*	3	3	3	3
<i>Melanohalea exasperatula</i>	LC	1	2	3	3	3
<i>Nephromopsis laureri</i>	CR				1	
<i>Parmelia barrenoae</i> Divakar, M. C. Molina a A. Crespo					1*	
<i>Parmelia saxatilis</i>	LC			1*	1*	1*
<i>Parmelia sulcata</i>	LC	3D	3	3	3	3
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	LC	1*			2	1
<i>Parmotrema perlatum</i>	CR	2*			1*	1
<i>Physcia adscendens</i>	LC				3	
<i>Physcia tenella</i>	LC	3	3		3	3
<i>Platismatia glauca</i>	NT	3	3	3	3	3
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	NT	2*	3	3	3	3
<i>Punctelia borneri</i> (Sm.) Krog		1*				
<i>Punctelia jeckeri</i>	VU	3	1		2	2
<i>Punctelia subrudecta</i>	VU	2				1*
<i>Ramalina farinacea</i>	VU	3	1	2	2	2
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	NT	2	2	3	3	2
<i>Usnea barbata</i> (L.) F. H. Wigg.	CR	X*	X*	X*	X*	X*
<i>Usnea dasypoga</i> s. str.	VU	X*	X*	X*	X*	X*
<i>Usnea dasypoga</i> s. l. (chemotyp s kyselinou alektorialovou)		X*		X*	X*	X*
<i>Usnea glabrata</i>	CR		X*	X*	X*	X*
<i>Usnea glabrescens</i>	EN	X*		X*		X*
<i>Usnea fulvoreaegens</i>	DD	X*				

<i>Usnea hirta</i>	VU	X*	X*	X*	X*	X*
<i>Usnea lapponica</i>	CR	X*		X*	X*	X*
<i>Usnea subfloridana</i>	EN	X*	X*	X*	X*	X*
<i>Usnea substerilis</i> Motyka		X*	X*		X*	X*
<i>Usnea wasmuthii</i> Räsänen			X*	X*		X*
<i>Vulpicida pinastris</i>	NT	3		1	2	2
<i>Xanthoria candelaria</i>	LC				1	1
<i>Xanthoria polycarpa</i>	NT	1	1	1	2	1

Tabulka 4: Seznam druhů nalezených na ostatních dřevinách v bezprostředním okolí modřínů. Bp – *Betula pendula*, Fa – *Frangula alnus*, Pa – *Picea abies*, Ps – *Pinus sylvestris*, Qp – *Quercus petraea*, Sa – *Sorbus aucuparia*.

Taxon	Lokalita				
	1	2	3	4	5
<i>Bryoria</i> sp. juv.					Fa
<i>Evernia prunastri</i>		Qp	Pa		Fa
<i>Hypogymnia physodes</i>	Pa, Ps	Bp, Pa, Ps, Qp	Bp, Pa, Ps	Pa, Ps	Fa, Pa, Ps, Qp, Sa
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Pa	Ps, Qp	Bp, Pa, Ps	Pa, Ps	Fa
<i>Melanelixia glabrata</i>					Fa
<i>Melanelixia subaurifera</i>	Pa	Qp	Bp		Fa, Sa
<i>Melanohalea exasperatula</i>		Qp			
<i>Parmelia sulcata</i>	Pa	Pa, Ps, Qp	Bp, Pa	Pa, Ps	Fa, Ps
<i>Physcia tenella</i>	Pa				
<i>Platismatia glauca</i>			Pa		
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Ps	Ps, Qp	Pa	Pa, Ps	
<i>Punctelia jeckeri</i>	Pa				
<i>Ramalina farinacea</i>		Qp			
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>		Qp	Pa		
<i>Usnea barbata</i>		Qp			
<i>Usnea dasypoga</i> s. str.		Qp			
<i>Usnea</i> sp. juv.			Pa		Fa
<i>Xanthoria polycarpa</i>					Fa, Sa

8.2 Ohrožené druhy

Celkem bylo na modříněch nalezeno 23 ohrožených druhů, 7 druhů blízkých ohrožení, 9 neohrožených a 1 druh s nedostatkem dat o ohrožení. U osmi taxonů nebyla kategorie ohrožení k dispozici, většinou proto, že byly publikovány z České republiky až pod vydání červeného seznamu, případně publikovány ještě nebyly.

8.3 Ekologické indikátory

Hodnoty ekologických indikátorů (Wirth, 2010) jednotlivých na modříněch nalezených druhů jsou uvedeny v tabulce 5. Taxony *Bryoria implexa*, *Evernia mesomorpha*, *Evernia prunastri* var. *herinii*, *Nephromopsis laureri*, *Parmelia barrenoae*, *Usnea barbata*, *Usnea glabrata*, *Usnea glabrescens*, *Usnea lapponica*, *Usnea substerilis* a *Usnea wasmuthii* nejsou v dané práci uvedeny a proto nejsou v tabulce zahrnuty. Četnosti hodnot pro jednotlivé ekologické indikátory u nalezených druhů jsou zobrazeny na obrázcích 4–9.

Dle ekologického indikátoru pro světlo spadaly nalezené druhy do rozsahu od polostínomilných po světlomilné, přičemž nejčtetnější byl výskyt světlomilných druhů rostoucích většinou při plném světle, ale také ve stínu (obr. 4).

Dle ekologického indikátoru pro teplotu spadaly nalezené druhy do rozsahu od chladnomilných po extrémně teplomilné, přičemž nejhojnější byl výskyt druhů rostoucích hlavně na dosti chladných místech (obr. 5).

Dle ekologického indikátoru pro kontinentalitu spadaly nalezené druhy do rozsahu od euatlantských po široce rozšířené, které byly nejhojnější (obr. 6).

Dle ekologického indikátoru pro vlhkost spadaly nalezené druhy do rozsahu od zřetelně upřednostňujících stanoviště s malým množstvím srážek po druhy obvykle omezené na srážkově bohaté oblasti, přičemž nejhojnější byl výskyt druhů tolerujících stanoviště s malým množstvím srážek, ale osidlujících často také vlhké polohy (obr. 7).

Dle ekologického indikátoru pro pH spadaly nalezené druhy do rozsahu od druhů upřednostňujících velmi kyselé stanoviště po druhy upřednostňující subneutrální stanoviště, přičemž nejhojnější byl výskyt druhů upřednostňujících dosti kyselé stanoviště (obr. 8).

Dle ekologického indikátoru pro eutrofizaci spadaly nalezené druhy do rozsahu od druhů netolerujících žádnou/téměř žádnou eutrofizaci stanoviště po druhy osidlující silně eutrofizovaná místa, přičemž nejhojnější byl výskyt druhů netolerujících téměř žádnou eutrofizaci (obr. 9).

Tabulka 5: Hodnoty ekologických indikátorů podle Wirtha (2010). L – světlo, T – teplota, K – kontinentalita, F – vlhkost, R – pH, N – eutrofizace, KO – ekologicko-klimatická oceanita.

Taxon	L	T	K	F	R	N	KO
<i>Bryoria capillaris</i>	6	3	5	7	3	1	6
<i>Bryoria fuscescens</i>	7	4	6	6	3	4	5
<i>Cetrelia cetrarioides</i>	5	4	3	6	5	2	6,5
<i>Evernia divaricata</i>	7	4	6	6	3	2	5
<i>Evernia prunastri</i>	7	5	6	4	3	4	4
<i>Flavoparmelia caperata</i>	6	7	3	4	5	4	5,5
<i>Flavoparmelia soledians</i>	7	9	1	2	6	5	5,5
<i>Hypogymnia farinacea</i>	6	4	6	7	3	2	5,5
<i>Hypogymnia physodes</i>	7	x	6	3	3	3	3,5
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	7	5	5	3	5	4	4
<i>Hypotrachyna afrorevoluta</i>	6	7	2	5	4	4	6,5
<i>Hypotrachyna revoluta</i>	6	7	2	6	5	4	7
<i>Imshaugia aleurites</i>	6	4	6	3	2	2	3,5
<i>Melanelixia glabratula</i>	5	5	6	4	3	4	4
<i>Melanelixia subaurifera</i>	6	5	5	5	6	5	5
<i>Melanohalea exasperatula</i>	7	5	6	3	5	6	3,5
<i>Parmelia saxatilis</i>	6	x	6	5	3	3	4,5
<i>Parmelia sulcata</i>	7	x	6	3	5	7	3,5
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	6	4	6	5	2	2	4,5
<i>Parmotrema perlatum</i>	6	7	2	6	5	4	7
<i>Physcia adscendens</i>	7	x	6	3	7	8	3,5
<i>Physcia tenella</i>	7	x	6	3	6	7	3,5
<i>Platismatia glauca</i>	7	4	6	5	2	2	4,5
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	8	4	6	5	3	2	4,5
<i>Punctelia borrieri</i>	7	8	2	5	5	6	6,5
<i>Punctelia jeckeri</i>	7	7	3	3	4	6	5
<i>Punctelia subrudecta</i>	7	7	3	3	4	5	5
<i>Ramalina farinacea</i>	6	5	6	4	5	4	4
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	6	4	6	6	3	3	5
<i>Usnea dasypoga</i>	7	4	6	6	3	2	5
<i>Usnea fulvoreagens</i>	7	4	6	6	5	2	5
<i>Usnea hirta</i>	7	4	6	5	3	4	4,5
<i>Usnea subfloridana</i>	7	4	3	6	5	2	6,5
<i>Vulpicida pinastri</i>	6	3	6	7	2	2	5,5
<i>Xanthoria candelaria</i>	7	x	x	3	6	8	
<i>Xanthoria polycarpa</i>	7	x	5	3	7	8	4

Vysvětlivky k hodnotám ekologických indikátorů (Wirth, 2010)

Světlo (L):

- 1 hluboce stínomilné, vyskytující se ještě při < 1 %, zřídka > 10 % relativního osvětlení (r. o.)
- 2 mezi 1 a 3
- 3 stínomilné, vyskytující se většinou při < 5% r. o.

- 4 mezi 3 a 5
- 5 polostínomilné, vyskytující se většinou při > 10 % r. o., ale málokdy na plném světle
- 6 mezi 5 a 7
- 7 polosvětломilné, většinou při plném světle, ale také ve stínu
- 8 světломilné, jen výjimečně při < 40 % r. o.
- 9 plně světломilné, pouze v plném světle, zřídka při < 50 % r. o.

Teplota (T):

- 1 studenomilný, většinou ve vysokých horách, většinou s alpínsko-niválním či arkticko-boreálním rozšířením
- 2 mezi 1 a 3, alpínské druhy, často také sestupují do subalpínského stupně
- 3 chladnomilný, převážně subalpínský a vyšší montánní stupeň
- 4 mezi 3 a 5, hlavně na dosti chladných místech, hlavně montánní rozšíření
- 5 hlavně v mírně chladných až mírně teplých polohách, často převážně montánní až submontánní rozšíření, často rozšíření do střední Fennoskandie
- 6 hlavně v submontánním až kolinním, ale také v mírných montánních stupních, na severu ještě v oblastech listnatých lesů Fennoskandie, obvykle nepřesahuje jižní Švédsko a nejj jižnější Finsko (po hranici rozšíření *Quercus robur*)
- 7 teplomilný, hlavně v kolinním stupni, na severu hranice rozšíření v severním Německu, Dánsku nebo výspami dosahuje do nejmírnějších jižních oblastí Skandinávie
- 8 teplomilný, těžiště v submediteránní až mediteránní oblasti, na přes den silně vyhřívaných místech, ale často rozšířen až do montánního stupně
- 9 extrémně teplomilný, jen v jižní až střední Evropě zasahující z mediteránní až submediteránní oblasti

Kontinentalita (K):

- 1 euatlantský, jen s málo (východními) výsadky v západním, jihozápadní popřípadě severozápadní střední Evropě
- 2 atlantský, s těžištěm v západní Evropě včetně západní střední Evropy, ve východních sousedních zemích omezen na jednotlivá příznivá místa

- 3 mezi 2 a 4, tzn. s roztroušenými až rozptýlenými výskyty na relativně mírných stanovištích ve většině střední Evropy
- 4 subatlantský, v celé střední Evropě, na východ řídne
- 5 intermediární, buď široce rozšířen od západní Evropy po Sibiř nebo těžiště ve střední Evropě, ale v západní i východní Evropě vzácnější
- 6 široce rozšířen, od západní Evropy po východní a široce pronikající do kontinentální oblasti (Asie), např. druhy boreálního pásu jehličnatých lesů
- 7 subkontinentální, v západní Evropě (Britské ostrovy, západní Francie) vzácně nebo chybí
- 8 kontinentální, převážně ve východní Evropě, ve střední Evropě jen na zvláštních místech
- 9 kontinentální, ve vlastní střední Evropě chybí

Vlhkost (F):

- 1 omezen na nejsušší místa
- 2 zřetelně upřednostňuje stanoviště s malým množstvím srážek (pod 750 mm/rok)
- 3 toleruje stanoviště s malým množstvím srážek, ale často také ve vlhkých polohách
- 4 také na stanovištích s nízkým množstvím srážek, ale jen při vyšší vzdušné vlhkosti
- 5 vyhýbá se oblastem s nízkým množstvím srážek; srážky většinou nad 700 mm
- 6 srážky obvykle přes 800 mm
- 7 obvykle omezen na poměrně srážkově bohaté oblasti; srážky většinou přes 1000 mm
- 8 obvykle v srážkově bohatých oblastech (přes 1400 mm), ale také snáší vyschnutí
- 9 obvykle v srážkově bohatých oblastech (přes 1400 mm), na velmi vlhkých stanovištích; lišejníky vysychají jen dočasně

pH (R):

- 1 extrémně kyselý, pH substrátu méně než 3,4
- 2 velmi kyselý, pH 3,4 – 4,0
- 3 dosti kyselý, pH 4,1– 4,8
- 4 dosti/mírně kyselý, pH 4,5 –5,2
- 5 mírně kyselý, pH 4,9 –5,6
- 6 slabě kyselý, pH 5,3 – 6,1

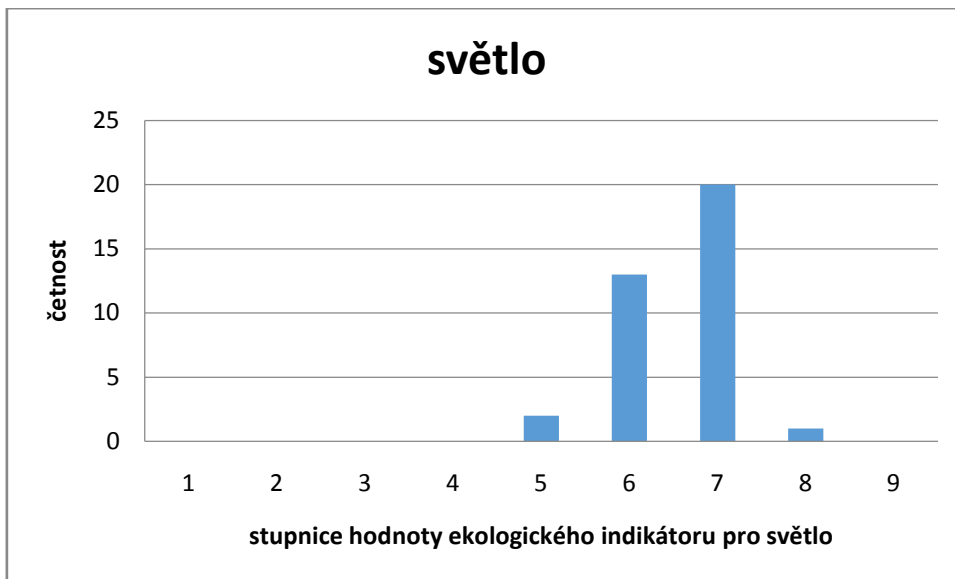
- 7 subneutrální, pH 5,7– 6,5
- 8 neutrální, pH 6,6 –7,5
- 9 bazický, pH více než 7

Eutrofizace (N):

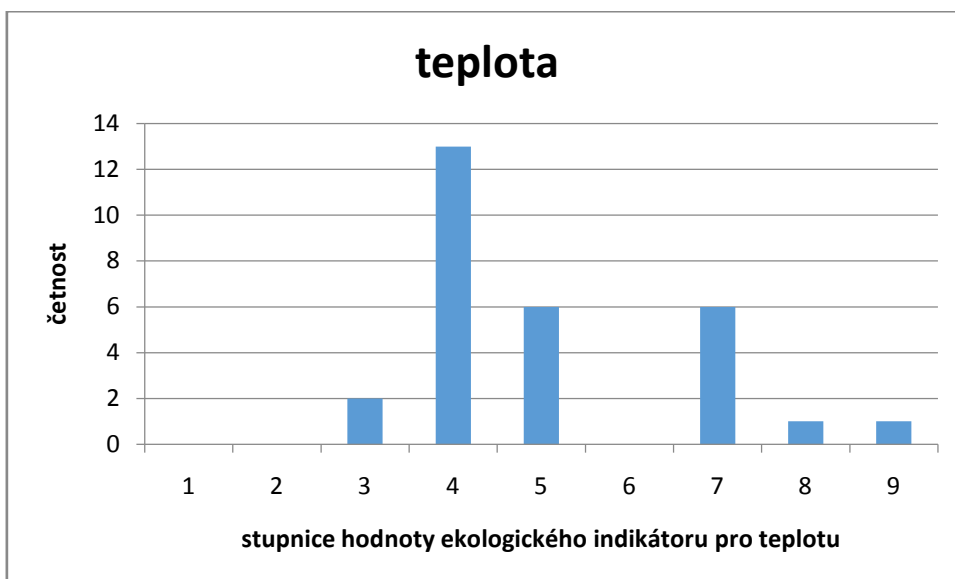
- 1–2 netolerující žádnou/téměř žádnou eutrofizaci stanoviště (například lesní stromy a převislé skalní stěny v lese)
- 3–4 slabá/spíše slabá eutrofizace (lehké zaprášení kůry nebo skalního povrchu)
- 5–6 mírná/významná eutrofizace (volně stojící stromy, skály otevřené na pastviny)
- 7 poměrně silná eutrofizace (zaprášené zdi a střešní tašky, volně stojící stromy na polích a na ulicích s větším provozem, v místech s průměrně frekventovaným osídlením ptactvem, zdi a střešní krytiny pod korunami stromů)
- 8 silná eutrofizace (místa osídlená ptáky, silně zaprášená stanoviště)
- 9 velmi silná eutrofizace (například extrémně zaprášené báze stromů, místa pomočená od psů, zdi na hnojištích)

Ekologicko-klimatická oceanita (KO):

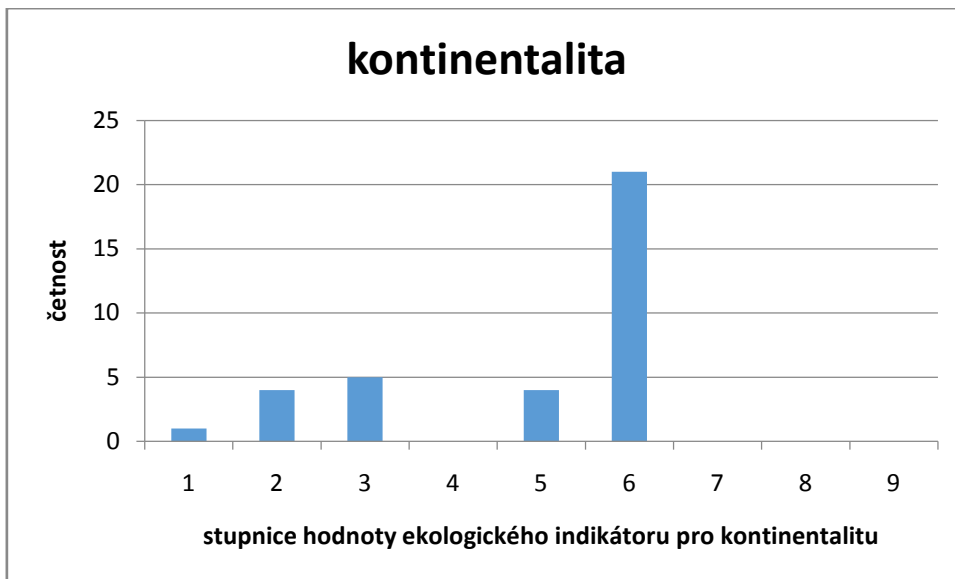
- 1–2 osidlující velmi silně kontinentálně laděná stanoviště (velká amplituda teploty v průběhu roku: teplá léta, chladné zimy, suché klima)
- 3 osidlující silně kontinentálně laděná stanoviště
- 4 osidlující mírně kontinentálně laděná stanoviště
- 5 osidlující mírně oceánsky laděná stanoviště
- 6 osidlující poměrně oceánsky laděná stanoviště
- 7 osidlující silně oceánsky laděná stanoviště
- 8–9 osidlující klimaticko-ekologicky extrémně oceánsky laděná stanoviště (nepatrná amplituda teploty v průběhu roku: chladná léta, mírné zimy, vlhčí klima)



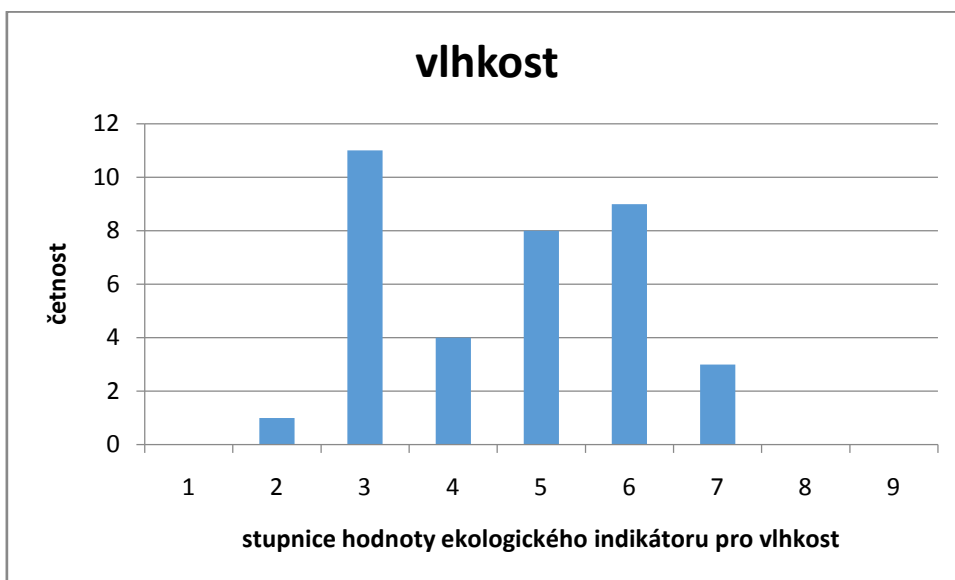
Obrázek 4: Četnost hodnot ekologického indikátoru pro světlo u nalezených druhů.



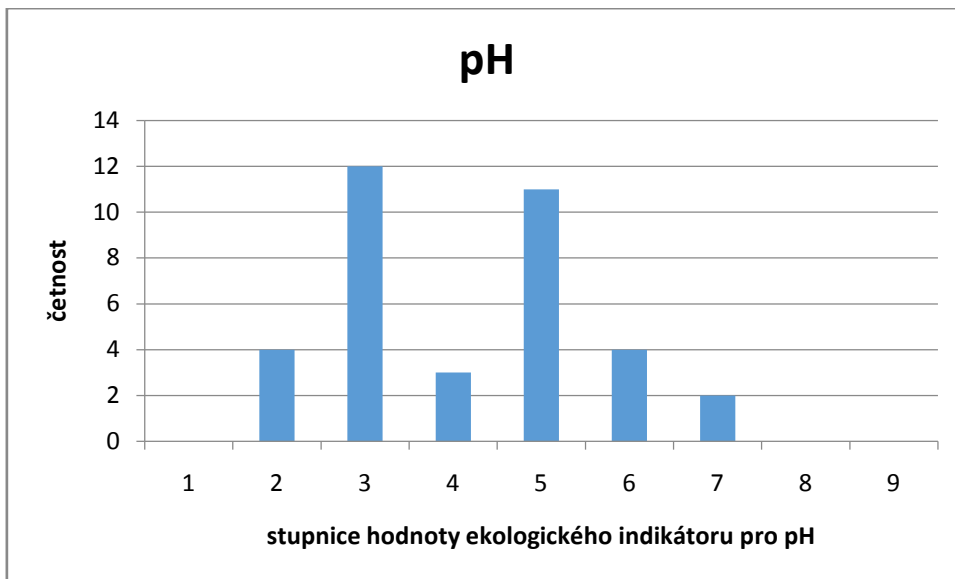
Obrázek 5: Četnost hodnot ekologického indikátoru pro teplotu u nalezených druhů.



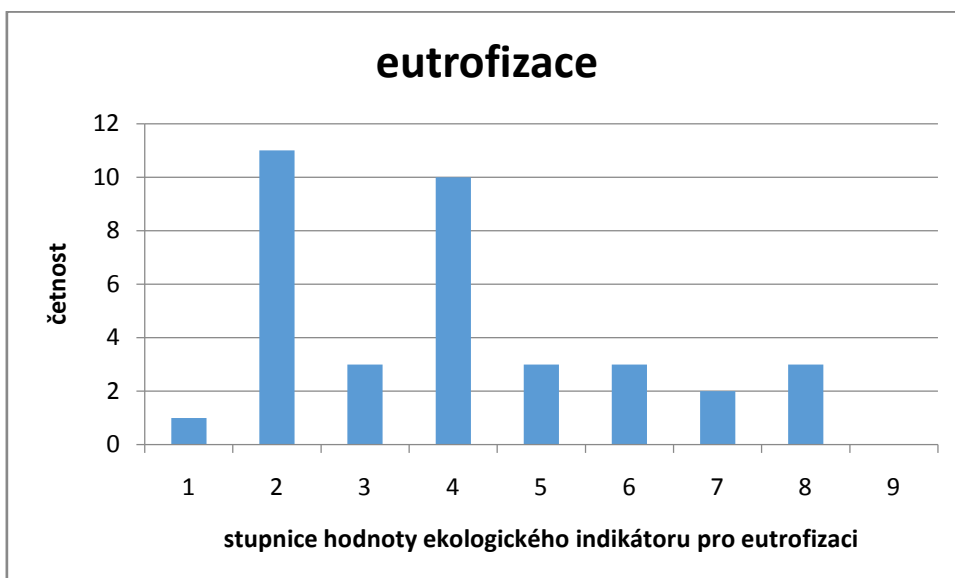
Obrázek 6: Četnost hodnot ekologického indikátoru pro kontinentalitu u nalezených druhů.



Obrázek 7: Četnost hodnot ekologického indikátoru pro vlhkost u nalezených druhů.



Obrázek 8: Četnost hodnot ekologického indikátoru pro pH u nalezených druhů.



Obrázek 9: Četnost hodnot ekologického indikátoru pro eutrofizaci u nalezených druhů.

8.4 Způsob rozmnožování

S ohledem na způsob rozmnožování se pouze jediný z nalezených druhů – *Xanthoria polycarpa* – rozmnožuje výhradně generativně, všechny ostatní vytvářejí apothecia velmi vzácně (v případě této práce nebyly nalezeny u žádného z druhů) a šíří se především vegetativními diasporami či úlomky stélky.

8.5 Tenkovstvá chromatografie a mikrokrystalizační test

Zjištěné obsahové látky u sběrů rodu *Usnea* a *Bryoria* jsou uvedeny v tabulce 6. U položky *Cetrelia cetrarioides* z lokality č. 5 byla potvrzena kyselina perlatolová a atranorin. Fotografie desek jsou v příloze 2 na obr. č. 6–17. Přítomnost kyseliny gyroforové u druhu *Punctelia borrieri* z lokality č. 1 byla mikrokrystalizačním testem potvrzena výskytem drobných shluků krystalů, oproti kontrolnímu vzorku s kyselinou lekanorovou tvořící velké prohnuté krystaly.

Tabulka 6: Obsahové látky zjištěné pomocí TLC u sebraných položek rodů *Bryoria* a *Usnea*. Chemotypy u rodu *Usnea* jsou uvedeny podle Randle et al. (2009), u rodu *Bryoria* podle Myllys et al. (2011b). + = vždy přítomno, ± = přítomno jen někdy.

Taxon	Chemotyp	kys. alektorialová	kys. barbatolová	kys. barbatová	kys. fumarprotocetrarová	kys. kaperatová	kys. konstiktová	kys. menegaziová	komplex kys. muralové	kys. norstiktová	kys. protocetrarová	kys. psoromová	kys. salazinová	kys. stiktová	kys. thamnolová	kys. usnová
<i>Bryoria capillaris</i>		+	+													
<i>Bryoria fuscescens</i>					+						+					
<i>Bryoria implexa</i>	1											+				
	2									+						
	4				+						+					
<i>Usnea barbata</i>	1												+			+
<i>Usnea dasypoga</i> s. str.	1												+			+
<i>Usnea dasypoga</i> s. l.		+														+
<i>Usnea glabrata</i>	1				+						±					+
<i>Usnea glabrescens</i>	2						+	+		+				+		+
<i>Usnea fulvoreaegens</i>	5															+
<i>Usnea hirta</i>	1								+	±						+
<i>Usnea lapponica</i>	1												+			+
	3															+
<i>Usnea subfloridana</i>	2														+	+
<i>Usnea substerilis</i>	1			+									+			+
<i>Usnea wasmuthii</i>	1			+												+
	3			+									+			+

9. Diskuze

Zjištěná druhová diverzita makrolišejníků na modříněch na Rokycansku je značně velká a odpovídá pokročilému stádiu rekolonizace. Spodní, často odumřelé, větve modřínů jsou více méně souvisle porostlé makrolišejníky s dominujícími *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa* a někdy i *Parmelia sulcata*, roztroušenými *Evernia prunastri*, *Melanelixia subaurifera*, *Physcia tenella*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina farinacea*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, různými druhy převislých i keříčkovitých druhů rodu *Usnea* a druhy rodu *Bryoria*. Ostatní druhy, tvořící většinu diverzity, se vyskytovali vzácněji, často jen v jednotlivých exemplářích. Tyto bohaté porosty lišejníků se mohou pravděpodobně měřit s porosty popisovanými autory z počátku 20. století (např. Suza, 1925).

Na zkoumaných pěti lokalitách na modříněch byla tedy nalezena společenstva čítající celkem 48 taxonů makrolišejníků. Tento počet je trochu nižší než v excerpovaném seznamu lišejníků publikovaných z modřínů v celé České republice (tab. 1), který uvádí 63 druhů makrolišejníků. V rámci mého výzkumu jsem nenalezla z udávaných druhů makrolišejníků *Candelaria pacifica*, *Cetraria sepincola*, *Hypogymnia bitteri*, *H. vittata*, *Melanohalea exasperata*, *Parmelina tiliacea*, *Parmeliopsis hyperopta*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia stellaris*, *Physconia enteroxantha*, *Ramalina baltica*, *R. fraxinea*, *Usnea florida*, *U. intermedia* a *Xanthoria parietina*. Nepočítaje excerpované druhy rodu *Cladonia*, rostoucí při bázi stromů, protože ty nebyly v mé práci zaznamenávány. Během výzkumu tedy nebyly nalezeny jak např. horské druhy (*Hypogymnia bitteri*, *H. vittata*, *Parmeliopsis hyperopta*) – což souvisí s nadmořskou výškou studovaných lokalit – tak vysloveně nitrofilní druhy (např. *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina*) ukazující nízkou eutrofizaci lokalit. Není příliš překvapivé, že nebyly nalezeny ani vzácné citlivé druhy s generativním rozmnožováním (např. *Cetraria sepincola*, *Ramalina fraxinea*, *Usnea intermedia*). Na studovaných lokalitách byl nalezen jediný generativně se množící druh (*Xanthoria polycarpa*), který je však běžný. Modříny na lokalitách tedy osidlují v absolutní většině druhy s vegetativním rozmnožováním, pro něž je evidentně snadnější se na mladých substrátech větví uchytit a porůst je.

Během výzkumu bylo nalezeno několik druhů, které z modřínů v ČR podle excerpce nebyly dosud udávány. Jedná se o *Imshaugia aleurites*, *Parmelia barrenoae*, *Parmotrema perlatum*, *Usnea fulvoreagens*, *U. lapponica* a *Xanthoria candelaria*. Navíc

během průzkumu byly na modřínech nalezeny dva dosud z České republiky nepublikované druhy: *Hypotrachyna afroreolata* a *Punctelia borreri* (viz komentáře dále). 23 z nalezených druhů je zařazeno v posledním červeném seznamu v některé z kategorií ohrožení (Liška a Palice, 2010), což z modřínů na lokalitách činí významná centra diverzity vzácných druhů. Ve srovnání s počty druhů na modřínech, byly počty na ostatních dřevinách v jejich bezprostředním okolí na všech lokalitách mnohem nižší a obsahovaly jen běžnější druhy přítomné zároveň i na modřínech. Na význam modřínů pro ochranu vzácných druhů lišejníků upozornil již Otte (2012). Vzhledem ke změnám v rozšíření, ekologii a rozlišování některých epifytických druhů, uvedených v posledním červeném seznamu v různých kategoriích ohrožení a zde v tabulce 3, je nutno brát tyto udávané kategorie s rezervou. Kategorie u některých druhů neodpovídají dnešnímu stavu, protože se účastní rekolonizace a šíří se v křovinách a na modřínech (např. *Evernia mesomorpha*, *E. divaricata*, *Hypotrachyna revoluta*, *Melanelixia subaurifera*, *Parmotrema perlatum*, *Usnea barbata*, *U. glabrata*, *U. lapponica*).

Druhovú diverzitu mnou zaznamenanú na lokalitách z Rokycanska více méně odpovídá složením tomu, co např. uvádějí Otte a Landeck (2013) z jedné lokality v Dolní Lužici v Německu, kde prováděli tříhodinový průzkum na mladých pěstovaných modřínech v oblasti v minulosti se silně znečištěným ovzduším. Navíc našli vzácně *Bryoria nadvornikiana* a *Physconia enteroxantha*. Oproti mým lokalitám nenalezli na dané lokalitě *Cetrelia cetrarioides*, *Hypotrachyna revoluta*, *Imshaugia aleurites*, *Melanelixia glabrata*, *Parmelia barrenoae*, *Parmeliopsis ambigua*, *Physcia adscendens* a *Punctelia borreri*. Dále z Německa Otte (2012) uvádí z modřínů výskyt ve střední Evropě vzácných druhů *Usnea flavocardia* a *Parmotrema reticulatum*. Ty dosud nejsou z České republiky známy.

Ve srovnání s polskými pracemi (Lipnicki et al., 2012; Matwiejuk, 2014) jsou mnou zkoumané lokality bohatší.

Překvapivý je na zkoumaných modřínech výskyt teplomilných druhů listnatých stromů např. *Flavoparmelia soledians*, *Hypotrachyna revoluta*, *Parmotrema perlatum*, *Punctelia borreri* (Wirth et al., 2013), zaznamenaný také v Německu (Otte a Landeck, 2013).

Velká druhová diverzita makrolišejníků na modřínech na vhodných stanovištích, včetně mnou zkoumaných, je nejspíše způsobena, jak také ukazují hodnoty ekologických indikátorů, dostatkem světla, které modříny epifytům poskytují a vlastnostmi borky, na

které mohou růst druhy preferující velmi kyselá stanoviště (pH 3,4) i druhy preferující pH subneutrální (pH 6,5).

9.1 Komentáře k vybraným druhům

Zde jsou podrobněji okomentovány vybrané v rámci České republiky vzácné a nové druhy.

***Bryoria fuscescens* agg.**

Na každé studované lokalitě byly roztroušeně nalezeny stélky rodu *Bryoria* zařaditelné do skupiny *B. fuscescens* (*Bryoria* sect. *Implexae* sensu Myllys et al., 2011a). Taxonomie této skupiny je velmi složitá a není dosud vyřešena. Různí autoři pojmají druhy různě. Z území České republiky jsou z této skupiny udávány: *Bryoria capillaris*, *B. chalybeiformis*, *B. fuscescens*, *B. implexa*, *B. lanestris* a *B. subcana* (Liška a Palice, 2010). Tradičně jsou rozlišovány na základě morfologických odlišností (přítomnost pseudocyfel, úhel větvení, barva stélky) a hlavně chemismu (např. Myllys et al., 2011b; Velmala et al., 2014). Nicméně skupina je morfologicky velice plastická a jak bylo nedávno zjištěno, molekulárně se tyto druhy nedají od sebe odlišit (Boluda et al., 2015; Myllys et al., 2011a; Velmala et al., 2014).

Byly nalezeny stélky barev od světlé po tmavou, většinou se sorály, část s viditelnými pseudocyfelami a s následujícími obsahovými látkami zjištěnými TLC: kyselina protocetrarová, fumarprotocetrarová, norstiktová, psoromová, barbatolová a alektorialová. Podle zjištěných látek a morfologie druhy odpovídají *B. capillaris* (k. barbatolová a alektorialová, lok. 3), *B. fuscescens* (k. fumarprotocetrarová, lok. 1, 2, 3, 5) a *B. implexa* (chemotyp 1 – k. psoromová – lok. 5, chemotyp 2 – k. norstiktová – lok. 3, chemotyp 4 - k. fumarprotocetrarová - lok. 3, 4, 5) (Myllys et al., 2011b). Na základě nejnovějšího taxonomického pojetí (Velmala et al., 2014) lze nalezené druhy určit jako *B. capillaris* (k. barbatolová a alektorialová, lok. 3), *B. implexa* (k. psoromová, lok. 5), *B. kuemmerleana* (Gyeln.) Brodo a D. Hawksw. (k. norstiktová, lok. 3).

U sběrů obsahujících k. fumarprotocetrarovou je přiřazení obtížnější, sběry s pseudocyfelami (často vzácnými) by patřily druhu *B. vrangiana* (Gyeln.) Brodo a D. Hawksw. (lok. 3, 4, 5) a bez nich druhu *B. fuscescens* (lok. 1, 2, 3, 5). Ve světle zmiňovaných výsledků molekulárních studií je však toto pojetí pravděpodobně zavádějící a bude nutné počkat na výsledky podrobnějších molekulárních studií.

Cetrelia cetrarioides

Zástupce u nás málo prozkoumaného rodu *Cetrelia*. Na našem území kromě něj jsou známy také *C. monachorum* a *C. olivetorum* (Liška a Palice, 2010), lišící se nenápadnými morfologickými znaky, ale hlavně obsahovými látkami (Wirth et al., 2013). V rámci mého výzkumu byl nalezen pouze na lokalitě č. 5 a to jediná hezky vyvinutá stélka, která morfologicky (drobné pseudocyfely na spodní části stélky) i chemicky (přítomnost kyseliny perlatolové potvrzena TLC) odpovídala *C. cetrarioides*. Rozšíření tohoto druhu je v rámci České republiky málo známé, recentně byl publikován z Novohradských hor (Malíček a Palice, 2013).

Evernia divaricata

Tento druh se na našem území vyskytoval převážně v horských oblastech na smrcích, ale postupně mizel vlivem znečištění ovzduší. V devadesátých letech 20. století byl znám jen ze Šumavy (Liška et al., 1996). V rámci návratu epifytických lišejníků se šíří v křovinách s dominantní trnkou a hlohem nebo na modříněch v lesích (Halda et al., 2011; Steinová et al., 2013). V rámci mého průzkumu byly nalezeny dvě stélky na lokalitě č. 1 a jen po jedné stélce na lokalitách č. 3, 4 a 5.

Evernia mesomorpha

Nejvzácnější druh z našich větvičníků. V minulosti byl znám pouze z několika lokalit z borovic a kyselých skal. Poznatky o rozšíření a ekologii v rámci České republiky shrnuli Vondrák a Liška (2010). V současnosti se šíří v křovinách a na modříněch podobně jako *E. divaricata* (Malíček, 2016; Steinová et al., 2013; Šoun et al., 2015a, b). V rámci mého průzkumu byla nalezena na lokalitách č. 1 (3 exempláře), 2 (1 exemplář) a 3 (1 exemplář).

Flavoparmelia soredians

Tato terčovka se od podobného druhu *Flavoparmelia caperata* liší menší stélkou s užšími a více přitisklými laloky, typem sorálů (ohraničené, okrouhlé sorály s moučnatými sorediemi u *F. soredians* oproti rozptýleným, puchýřkovitým sorálům se zrnitými sorediemi u *F. caperata*), a odlišnou chemií (dřeň K+ červená (kyselina salazinová) u *F. soredians* a dřeň K+ špinavě žlutá (k. kaperatová a protocetrarová) u *F. caperata*). Jedná se v ČR dosud o velmi vzácný druh. Publikován zatím byl pouze nález jediné stélky z modřínu ve středním Polabí z roku 2011 (Malíček et al., 2011a), nicméně z ČR existuje i několik dalších nepublikovaných recentních nálezů (Šoun, in verb.). Jedná se o ve světě

široce rozšířený druh (J. Amerika, Evropa, Afrika, Austrálie, Nový Zéland). V Evropě má atlantsko-mediteránní charakter rozšíření, ale v posledních desetiletích se šíří do vnitrozemí a je považována za indikátor klimatické změny (Aptroot et al., 2016). Roste převážně na kůře (nebo dřevě) různých listnatých (vzácně jehličnatých – výskyt na modřínu v Německu uvádějí např. Otte a Landeck, 2013) dřevin v otevřených, slunných (lesích nebo alejích) místech nebo mnohem vzácněji slunných silikátových skalách. Z okolních států je známa pouze z Německa, kde se šíří v posledních cca 20 letech (Wirth, 1997; Wirth et al., 2013) a Maďarska, kde první nález je datován shodně s ČR rokem 2011 (Farkas et al., 2016). Z Rakouska, Polska ani Slovenska dosud nebyla publikována. V rámci mého průzkumu byly nalezeny pouze dvě stélky na lokalitě č. 1.

Hypotrachyna afrorevoluta

Druh se v Evropě dříve nerozlišoval od podobné *Hypotrachyna revoluta*. Liší se však od ní puchýřkatými sorály s hrubě zrnitými sorediemi a delšími, lesklejšími, černými, nevětvenými nebo nepravidelně málo větvenými rhiziny, které někdy vyrůstají i na okrajích laloků. Oba druhy jsou podrobně popsány např. v práci Masson (2005). Z území ČR dosud nebyla udávána, ale je možné, že část starších nálezů *H. revoluta* z našeho území náleží tomuto druhu. Na Rokycansku se vyskytuje i na dalších lokalitách, podobně jako *H. revoluta* (Šoun, in verb.). *H. afrorevoluta* je známa ze všech okolních zemí – Německa (Masson, 2005), Polska (Flakus a Kukwa, 2009), Rakouska (Breuss a Spier, 2010) i Slovenska (Vondrák et al., 2015). V rámci mého průzkumu byla nalezena na lokalitách č. 1 (6 exemplářů), 2 (1 exemplář) a 3 (2 exempláře).

Hypotrachyna revoluta

Od podobné *H. afrorevoluta* se liší plochými sorály s jemnějšími, moučnatými, nazelenalými sorediemi na vystoupavých lalocích a kratšími, matnějšími, hnědými až černými, vidličnatě větvenými rhiziny. Rhiziny na okrajích laloků chybí. Ekologie a rozšíření druhu na našem území jsou podrobně zpracovány v práci Vondrák a Liška (2010), nové nálezy publikovali Šoun et al. (2015b). Druh se dříve na našem území vyskytoval roztroušeně, převážně jako epifyt a v druhé polovině 20. století téměř úplně vymizel. Teprve na začátku tohoto století byl nalezen na řadě míst, nejprve jako epilit na „reliktních“ stanovištích v údolích řek a později i jako epifyt v křovinách a na mladých modřínech. Na Rokycansku byl objeven mimo tuto práci na několika dalších lokalitách na

modřínách a listnatých dřevinách (Šoun, in verb.). V rámci mého průzkumu byl nalezen na lokalitách č. 1 (4 exempláře) a 4 (1 exemplář).

Nephromopsis laureri

V minulosti na našem území velmi vzácný druh, který se v současné době šíří hlavně na křovinách a mladých modřínových porostech. Současné i minulé rozšíření je shrnuto v práci Steinová et al. (2013). Dále byl publikován z Polínského vrchu v západních Čechách (Šoun et al. 2015a). V rámci mého průzkumu byla nalezena jediná stélka na lokalitě č. 4.

Parmelia barrenoae

Lupenitý druh velmi podobný běžné *Parmelia sulcata*, od které dřív nebyl rozlišován. *P. barrenoae* má rhiziny jednoduché, nevětvené nebo nanejvýš vidličnatě větvené. *P. sulcata* má oproti ní rhiziny mimo okrajů laloků, kde bývají také jednoduché, kostrbatě větvené. Soredie vypadávají ze sorálů u *P. barrenoae* brzy a odhalují holou dřev, zatímco u *P. sulcata* zůstávají dlouho nevypadané. Laloky bývají u *P. barrenoae* odstálé a stočené, u *P. sulcata* bývají přitisklé a ploché, ale mohou také odstávat, přičemž ovšem nebývají stočené. Popsán byl relativně nedávno ze Španělska a Portugalska na základě morfologických a molekulárních znaků (Divakar et al., 2005) a následně byl jeho výskyt potvrzen také v USA a Maroku (Hodkinson et al., 2010), Rusku (Urbanavichus a Urbanavichene, 2011), České republice (Šoun et al., 2015b) a Polsku (Ossowska a Kukwa, 2016). Rozšíření tohoto druhu na našem území není dosud příliš známo. Jediný publikovaný údaj pochází z modřínu na Třebíčsku, čili z podobného stanoviště jako v této práci. V rámci mého průzkumu byla nalezena jediná stélka na lokalitě č. 4.

Parmotrema perlatum

V minulosti řídce se vyskytující druh, který byl po roce 1950 publikován pouze z CHKO Blanský les (Vondrák a Liška, 2010), CHKO Blaník (Malíček, 2015b) a středního Povltaví (Malíček, 2016). Poznatky o rozšíření a ekologii v rámci České republiky shrnuli Vondrák a Liška (2010). V současnosti se šíří hlavně v křovinách a na modřínách. V rámci mého průzkumu byl nalezen na lokalitách č. 1 (4 exempláře), 4 (2 exempláře) a 5 (1 exemplář).

Punctelia borreri

Na rozdíl od v České republice známých druhů *Punctelia jeckeri* a *P. subrudecta* obsahuje místo kyseliny lekanorové kyselinu gyroforovou a spodek stélky nemá světlý, ale černý. Na první pohled je však velmi podobná *P. subrudecta*. Podobně jako u *Flavoparmelia soledians* se jedná o teplomilný druh, který se v posledních desetiletích šíří a je považován za indikátor klimatické změny (Aptroot et al., 2016). Od nás dosud tento lišejník nebyl publikován, ale kromě mé práce existuje několik dalších nálezů (Šoun, in verb.). Z okolních zemí se vyskytuje pouze v Německu (Wirth et al., 2013) a nejistý doklad existuje z Rakouska (Hafellner a Türk, 2016). V rámci mého průzkumu byla nalezena pouze jedna malá stélka na lokalitě č. 1.

***Usnea dasypoga* s. l.**

Kromě na všech lokalitách častého druhu *Usnea dasypoga* s. str. charakteristického převislou stélkou a obsahující kyselinu salazinovou jsem na všech lokalitách (vyjma č. 2) našla provazovky se spíše odstále keříčkovitou než převislou stélkou, s hojnými dlouhými izidiomorfami a obsahující místo kyseliny salazinové kyselinu alektorialovou, soustředěnou hlavně v izidiomorfách (ty pak reagují KC+ červenavě). Clerc v klíči uvedeném ve Wirth et al. (2013) řadí takovéto lišejníky do okruhu *Usnea dasypoga* s. l. s poznámkou, že se jedná pravděpodobně o nový nepopsaný druh.

Usnea glabrata

Nejdrobnější a proto snad také částečně přehlížený druh našich provazovek. Charakteristické jsou pro ni zaškrcované postranní větvičky a obsah kyselin protocetrarové a fumarprotocetrarové. V minulosti se vyskytovala roztroušeně, v posledním červeném seznamu je dokonce uvedena jako vyhynulá, ale recentně byly publikovány jednotlivé stélky z Doupovských hor, Brd a Třebíčska (Malíček, 2013b; Šoun et al., 2015b). V rámci mého průzkumu byla vzácně nalezena na všech lokalitách, kromě č. 1.

Usnea wasmuthii

Od podobných druhů *U. glabrescens* a *U. subfloridana* se tato provazovka liší podélně protáhlými sorály, podélnými prasklinami na černé bázi stélky a přítomností kyseliny barbatové. *U. glabrescens* má sorály okrouhlé, obsahuje většinou kyselinu norstiktovou, kyselina barbatová a podélné praskliny chybí. *U. subfloridana* obsahuje buď

kyselinu thamnolovou nebo skvamatovou, má sorály s izidiemi a bázi bez podélných prasklin. Z České republiky nebyla dlouho známa, nalezena byla teprve v roce 2013 na modříněch na Třebíčsku (Šoun et al., 2015b). Nalezeny zde byly pouze dvě stélky odpovídající chemotypům 1 a 3 podle Randlane et al. (2009). Vzhledem k tomu, že roste ve všech okolních státech (Randlane et al., 2009), je pravděpodobné, že na našem území byla spíše přehlížena, čemuž nasvědčují i mé nálezy tohoto druhu na třech lokalitách. Přesto se bude asi jednat o druh rostoucí spíše jednotlivě mezi běžnějšími druhy provazovek. Podobně jako na Třebíčsku i mé sběry odpovídají chemotypům 1 (lokalita č. 3) a 3 (lokality č. 2 a 5).

10. Závěr

Cílem této práce bylo zachytit diverzitu makrolišejníků modřínových porostů na vybraných lokalitách na Rokycansku. Terénním výzkumem jsem zjistila 48 taxonů makrolišejníků, což potvrzuje fakt, že modřín je pro lišejníky výjimečným substrátem mezi našimi dřevinami. Kromě běžně se vyskytujících druhů byla nalezena také řada ohrožených (23) a vzácných druhů, např. *Bryoria capillaris*, *Flavoparmelia soledians*, *Nephromopsis laureri*, *Parmelia barrenoae*, *Usnea glabrata*, *U. wasmuthii* a dva druhy, které dosud nebyly z České republiky publikovány – *Hypotrachyna afrorevoluta* a *Punctelia borreri*. Obsahem práce je také srovnání nalezených druhů s literárními údaji z našeho území i okolních států. Tato práce je první studií zaměřenou na rekolonizaci lišejníků na modřínech v ČR.

11. Resumé

The aim of this study was to explore the diversity of macrolichens in the larch plantations at selected localities in the Rokycany region. By field research, I have detected 48 taxa of macrolichens, which confirms fact, that larch is a exceptional substrate among our woody plants. In addition to common species, a number of endangered species (23) and rare species such as *Bryoria capillaris*, *Flavoparmelia soledians*, *Nephromopsis laureri*, *Parmelia barrenoae*, *Usnea glabrata*, *U. wasmuthii* and two species not yet published from the Czech Republic have been found – *Hypotrachyna afrorevoluta* and *Punctelia borreri*. A comparison of recorded species with literature data from our territory and neighboring countries is also included in the study. This work is the first study focused on the lichen recolonisation on larch in the Czech Republic.

12. Literatura

- ALFREDSEN, G., H. SOLHEIM a R. SLIMESTAD, 2008. Antifungal effect of bark extracts from some European tree species. – *European Journal of Forest Research* 127: 387–393. ISSN: 1612-4677.
- ANDĚL, P. a Z. ČERNOHORSKÝ, 1978. Lišejníky a znečištění ovzduší na Liberecku. – *Preslia* 50: 341–359. ISSN: 0032-7786.
- APTROOT, A., N. J. STAPPER, J. KOŠUTHOVÁ a M. E. S. CÁCERES, 2016. Lichens. In: LETCHER, T. M., ed. *Climate Change: Observed Impacts on Planet Earth*. – Elsevier 295-307. ISBN: 9780080933030.
- BATES, J. W., J. N. B. BELL a A. M. FARMER, 1990. Epiphyte recolonization of oaks along a gradient of air pollution in South-East England, 1979-1990. – *Environmental Pollution* 68: 81-99. ISSN: 0269-7491.
- BIAZROV, L. G, 1974. Lichen synusiae in herb larch forests (Khangai Mountain Ridge, Mongolia). – *Botanicheskii Zhurnal* 59: 1425–1438. ISSN: 0006-8136.
- BIAZROV, L. G., 1977. Lichen sinusia in a grassy-sedge-large herbs larch forest (Khangai ridge) [Likhenosinuzii listvennichnika zlakovo-osokovo-krupnotravnogo (Khangauski khrebet)]. In: *Rastitelnyi i zhivotnyi mir Mongolii*. Leningrad: Nauka. pp. 149-156.
- BOLUDA, C. G., V. J. RICO, A. CRESPO, P. K. DIVAKAR a D. L. HAWKSWORTH, 2015. Molecular sequence data from populations of *Bryoria fuscescens* s. lat. in the mountains of central Spain indicates a mismatch between haplotypes and chemotypes. – *The Lichenologist* 47: 279–286. ISSN: 0024-2829.
- BREUSS, O. a L. SPIER, 2010. *Hypotrachyna afrorevoluta* (lichenisierte Ascomycota, Parmeliaceae) in Österreich. – *Stapfia* 92: 5–6. ISSN: 0252-192X.
- CANIGLIA, G., M. DE BENETTI, A. BUSNARDO, E. LUCHESCHI, 1988. La vegetazione lichenica epifita, indice ambientale in Valle Isarco (Bolzano). – *Thalassia Salentina* 18: 371–391. ISSN: 0563-3745.

- DAKSKOBLER, I., A. SELIŠKAR a F. BATIČ, 2011. Distribution of *Letharia vulpina* (lichenized Ascomycetes) in the subalpine larch stands (Rhodothamno-Laricetum) in the eastern Julian Alps (Slovenia). – *Hacquetia* 10: 95–112. ISSN: 1581-4661.
- DIVAKAR, P. K., M. C. MOLINA, H. T. LUMBSCH a A. CRESPO, 2005. *Parmelia barroanae*, a new lichen species related to *Parmelia sulcata* (Parmeliaceae) based on molecular and morphological data. – *The Lichenologist* 37: 37–46. ISSN: 0024-2829.
- DOMIN, K., 1903. Brdy. Studie fytoogeografická. – *Sborník České společnosti zeměvědné* 9: 129–315. ISSN: 1805-2754.
- FARKAS, E., Á. LAJTHA-TABAJDI, L. LÖKÖS, K. MOLNÁR, L. PACZKÓ a M. SINIGLA, 2016. *Flavoparmelia soledians* (Parmeliaceae, lichenised Ascomycetes), a spreading lichen species in Hungary. – *Studia botanica hungarica* 47: 5–12. ISSN: 0301-7000.
- FLAKUS A. a M. KUKWA, 2009. Additions to the biota of lichenized fungi of Poland. – *Acta Mycologica* 44: 249–257. ISSN: 2353-074X.
- GUZOW-KRZEMIŃSKA, B., J. P. HALDA a P. CZARNOTA, 2012. A new *Agonimia* from Europe with a flabelliform thallus. – *The Lichenologist* 44: 55–66. ISSN: 0024-2829.
- HAFELLNER, J. a R. TÜRK, 2016. Die lichenisierten Pilze Österreichs – eine neue Checkliste der bisher nachgewiesenen Taxa mit Angaben zu Verbreitung und Substratökologie. – *Stapfia* 140: 1–216. ISSN: 0252-192X.
- HALDA, J. P., 2008. Seznam lišejníků české strany Králického Sněžníku. – *Acta musei richnoviensis, sect. Natur* 15: 43–84. ISSN: 1213–4260.
- HALDA, J. P., 2012. Diverzita lišejníků v oblasti horního toku Divoké Orlice. – *Orlické hory a Podorlicko* 19:235–266. ISSN: 0475-0640.
- HALDA, J. P., 2014. Lišejníky NPP Babiččino údolí. – *Orlické hory a Podorlicko* 20: 281–311. ISSN: 0475-0640.
- HALDA, J. P., 2015. Lišejníky NPP Třesín (CHKO Litovelské Pomoraví). – *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci* 309: 5–25. ISSN: 1212-1134.
- HALDA, J., F. BOUDA, A. FESSOVÁ, J. KOCOURKOVÁ, J. MALÍČEK, A. MÜLLER, O. PEKSA, D. SVOBODA, J. ŠOUN a J. VONDRÁK, 2011. Lišejníky zaznamenané během

- podzimního bryologicko-lichenologického setkání v CHKO Železné hory v září 2009. – *Bryonora* 47: 40–51. ISSN: 0862-8904.
- HARADA, H., T. OKAMOTO a T. ANZAI, 2006. Corticolous lichens in a *Larix kaempferi* plantation with 60 years old trees on Mt. Kamanashi, Nagano-ken, central Japan. – *Lichenology* 5: 77–82. ISSN: 1347-6270.
- HAUCK, M., 2008. Epiphytic lichens indicate recent increase in air pollution in the Mongolian capital Ulan Bator. – *The Lichenologist* 40: 165–168. ISSN: 0024-2829.
- HAUCK, M., 2013. Edge effects on epiphytic lichen diversity in the forest-steppe of the Kazakh Altai. – *Plant Ecology and Diversity* 7: 473–783. ISSN: 1755-0874.
- HAUCK, M. a T. SPRIBILLE, 2005. The significance of precipitation and substrate chemistry for epiphytic lichen diversity in spruce-fir forests of the Salish Mountains, Montana. – *Flora* 200: 547–562. ISSN: 0367-2530.
- HAUCK, M., CH. DULAMSUREN a M. MÜHLENBERG, 2007. Lichen diversity on steppe slopes in the northern Mongolian mountain taiga and its dependence on microclimate. – *Flora* 202: 530–546. ISSN: 0367-2530.
- HAUCK, M., S. JAVKHLAN, D. LKHAGVADORJ, B. BAYARTOGTOKH, CH. DULAMSUREN a C. LEUSCHNER, 2012. Edge and land-use effects on epiphytic lichen diversity in the forest-steppe ecotone of the Mongolian Altai. – *Flora* 207: 450-458. ISSN: 0367-2530.
- HAUCK, M., U. DE BRUYN, S. JAVKHLAN a D. LKHAGVADORJ, 2014. Forest edge-interior differentiation in the epiphytic lichen diversity of the forest steppe in the Khangai Mountains, Mongolia. – *Journal of Plant Ecology* 7: 287–297. ISSN: 1752-9921.
- HAWKSWORTH, D. L. a P. M. MCMANUS, 1989. Lichen recolonization in London underconditions of rapidly falling sulphur dioxide levels, and the concept of zoneskipping. – *Botanical Journal of the Linnean Society* 100: 99–109. ISSN: 1095-8339.
- HEJNÝ, S. a B. SLAVÍK, 1997. *Květena České republiky 1*. Praha: Academia. (2. vydání – reprint 1. vydání z roku 1988). ISBN: 80-200-0643-5.

- HILITZER, A., 1923. Příspěvky k lišejníkům Šumavy a Pošumaví. I. Lišejníky všerubských amfibolitů. – *Časopis Národního musea* 97: 116–127. ISSN: 0008-7351.
- HILITZER, A., 1924. Addenda ad lichenographiam Bohemiae. – *Acta Botanica Bohemica* 3: 3–15.
- HILITZER, A., 1925. Étude sur la végétation épiphyte de la Bohême. – *Spisy Přírod. Fak. Karl. Univ. Praha* 41: 1–202.
- HILITZER, A., 1926. Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series II. – *Acta Botanica Bohemica* 5: 42–51.
- HODKINSON, B. P., J. C. LENDEMER a T. L. ESSLINGER, 2010. *Parmelia barrenoae*, a macrolichen new to North America and Africa. – *North American Fungi* 5: 1–5. ISSN 1937-786X.
- HULTENGREN, S., H. GRALÉN a H. PLEIJEL, 2004. Recovery of the epiphytic lichen flora following air quality improvement in south-west Sweden. – *Water, Air, and Soil Pollution* 154: 203–211. ISSN: 0049-6979.
- JAKOBE, J., 1914. *Popis lesů král. svobodného města Rokycan a průvodce k vycházce České lesnické jednoty v roce 1914*. Praha: Česká lesnická jednota.
- JANKOVSKÁ, V. a P. POKORNÝ, 2015. Native occurrence of larch (*Larix*) in Central Europe: Overview of currently available fossil record. In: SÁZELOVÁ, S., M. NOVÁK a A. MIZEROVÁ, eds. *Forgotten times and spaces: New perspectives in paleoanthropological, paleoetnological and archeological studies*. 1st Edition. Brno: Institute of Archeology of the Czech Academy of Sciences; Masaryk University, pp. 80-90. ISBN: 978-80-7524-000-2.
- KALENSKÝ, E., 1906. Lišejníky. In: VEPŘEK, P., ed. *Chrudimsko a Nasavrcko. I. díl*. – *Chrudim* 1: 207-223.
- KALGUTKAR, R. M. a C. D. BIRD, 1969. Lichens found on *Larix lyallii* and *Pinus albicaulis* in south-western Alberta, Canada. – *Canadian Journal of Botany* 47: 627–648. ISSN: 0008-4026.
- KOVÁŘ, F., 1906. Příspěvek ku květeně lišejníků v krajině žďárské na Moravě. – *Věstn. Klub Přírod. Prostějov* 8:55–68.

- KOVÁŘ, F., 1907. Příspěvek ku květeně lišejníků moravských. – *Věstn. Klub Přírod. Prostějov* 9: 37–48.
- KOVÁŘ, F., 1908. Třetí příspěvek ku květeně lišejníků moravských. – *Věstn. Klub Přírod. Prostějov* 11: 55–99.
- KOVÁŘ, F., 1911. Čtvrtý příspěvek ku květeně lišejníků moravských. – *Věstn. Klub Přírod. Prostějov* 13: 17–54.
- KRICKE, R. Modellvorschlag zum Verlauf der Wiederbesiedelung ehemals flechtenfreier Räume. – *Bibliotheca lichenologica* 86: 381–392. ISSN: 1436-1698.
- KUBÁT, K., 2002. *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia. ISBN 80-200-0836-5.
- KUŤÁK, V., 1910. První příspěvek ku květeně českých lišejníkův. – *Věstn. Klub. přírod. Prostějov* 12: 179–202.
- KUŤÁK, V., 1911. Druhý příspěvek ku květeně českých lišejníkův. – *Věstn. Klub. přírod. Prostějov* 14: 55–74.
- KUŤÁK, V., 1927. Třetí příspěvek ku květeně českých lišejníků. – *Preslia* 36: 36–51. ISSN: 0032-7786.
- LANGE, O. L., R. TÜRK a D. G. ZIMMERMANN, 2005. Neufunde der boreal-montanen Flechte *Evernia divaricata* im trocken-warmen Main-Tauber-Gebiet und ihre Begleiter. – *Herzogia* 18: 51–62. ISSN: 0018-0971.
- LIPNICKI, L., P. GROCHOWSKI a W. GRUSZKA, 2012. The protected and threatened lichens on the bark of *Larix decidua* in the selected localities in the central part of the western Poland. In: LIPNICKI, L., ed. *Lichen protection – protected lichens species*. P. 187–196. Gorzów Wielkopolski: Sonar Literacki.
- LIŠKA, J. a A. VĚZDA, 1990. Lišejníky Průhonického parku u Prahy. – *Preslia* 62: 293–306. ISSN: 0032-7786.
- LIŠKA, J. a T. HERBEN, 2008. Long-term changes of epiphytic lichen species composition overlandscape gradients: an 18 year time series. – *The Lichenologist* 40: 437–448. ISSN: 0024-2829.

- LIŠKA, J. a Z. PALICE, 2010. Červený seznam lišejníků České republiky (verze 1.1). – *Příroda* 29: 3–66. ISSN: 1803-3318.
- LIŠKA, J., R. DĚTINSKÝ a Z. PALICE, 1996. Importance of the Šumava Mts. for the biodiversity of lichens in the Czech Republic - Význam Šumavy pro biodiverzitu lišejníků v České republice. – *Silva Gabreta* 1: 71–81. ISSN: 1211-7420.
- LOS, V., 1923. K fytogeografii horských lišejníků brdských. – *Časopis Národního musea* 97: 22–28. ISSN: 1214-0627.
- LOS, V., 1924. Lichenografický ráz Brd. – *Musejní spisy* 6: 1–20.
- LOS, V., 1928. Květena. In: JŮNA, J., ed. *Monografie Hořovicka a Berounska*. p. 107-132, Praha.
- LÜCKING, R., B. P. HODKINSON a S. D. LEAVITT, 2016. The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota – Approaching one thousand genera. – *The Bryologist* 119: 361–416. ISSN: 0007-2745.
- LÜCKING, R., B. P. HODKINSON a S. D. LEAVITT, 2017. Corrections and amendments to the 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota. – *The Bryologist* 120: 58–69. ISSN: 0007-2745.
- LUMBSCHE, H. T. aj. RIKKINEN. Evolution of lichens. In: DIGHTON, J. a J. F. WHITE, eds. *The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem*. 4. edn, Mycology series. 32: 53–62. Boca Raton: CRC Press / Taylor a Francis. ISBN: 9781498706650.
- MALÍČEK, J., 2010. Zajímavé nálezy lišejníků v údolí Kocáby u Nového Knína (Střední Čechy). – *Bryonora* 45: 19–30. ISSN: 0862-8904.
- MALÍČEK, J., 2012. Epifytické druhy skupiny *Lecanora subfusca* České republiky. – Ms., 75 p. [Dipl. práce; depon. in: Knihovna katedry botaniky PŘF UK, Praha].
- MALÍČEK, J., 2013a. Lišejníky Týnčanského krasu. – *Zprávy České botanické společnosti* 48: 143–162. ISSN: 1212-3323.
- MALÍČEK, J., 2013b. Zajímavé nálezy lišejníků v Brdech. – *Erica* 20: 67–101. ISSN: 1210-065X.

- MALÍČEK, J., 2015a. Lišejníky NPP Medník v údolí Sázavy (střední Čechy). – *Bryonora* 55: 46–55. ISSN: 0862-8904.
- MALÍČEK, J., 2015b. Lišejníky Křížovského lomu v CHKO Blaník. – *Pod Blaníkem* 19: 3–5. ISSN: 1213-1040.
- MALÍČEK, J., 2016. Zajímavé nálezy lišejníků ve středním Povltaví I. – epifytické a terikolní druhy. – *Bryonora* 57: 45–64. ISSN: 0862-8904.
- MALÍČEK, J. a J. KOCOURKOVÁ, 2014. Lišejníky chráněných území Na Babě a Vraní skála na Křivoklátsku. – *Bryonora* 53: 1–15. ISSN: 0862-8904.
- MALÍČEK, J. a Z. PALICE, 2013. Lichens of the virgin forest reserve Žofínský prales (Czech Republic) and surrounding woodlands. – *Herzogia* 26: 253-292. ISSN: 0018-0971.
- MALÍČEK, J., I. ČERNAJOVÁ a L. SYROVÁTKOVÁ, 2011a. Lišejníky v lesních porostech Svatojiřského lesa a PP Černý orel a okolí. – *Muzeum a současnost* 26: 3–12. ISSN: 0862-2035.
- MALÍČEK, J., F. BOUDA, J. KOCOURKOVÁ, Z. PALICE a O. PEKSA, 2011b. Zajímavé nálezy vzácných a přehlížených dutohlávek v České republice. – *Bryonora* 48: 34–50. ISSN: 0862-8904.
- MALÍČEK, J., F. BERGER, F. BOUDA, R. CEZANNE, M. EICHLER, J. KOCOURKOVÁ, A. MÜLLER, Z. PALICE, O. PEKSA, J. ŠOUN a J. VONDRÁK, 2013. Lišejníky zaznamenané během podzimního bryologicko-lichenologického setkání v Novohradských horách 2012. – *Bryonora* 51: 24–35. ISSN: 0862-8904.
- MALÍČEK, J., Z. PALICE a J. VONDRÁK, 2014. New lichen records and rediscoveries from the Czech Republic and Slovakia. – *Herzogia* 27: 257–284. ISSN: 0018-0971.
- MALÍČEK, J., O. PEKSA aj. STEINOVÁ, 2015. Lišejníky sutí v jižních Brdech. – *Bryonora* 56: 24–44. ISSN: 0862-8904.
- MALOCH, F., 1913. *Květena v Plzeňsku*. I. díl, Soustavný výčet druhů a jejich nálezišť. Plzeň.
- MASSON, D., 2005. Taxinomie, écologie et chorologie des espèces françaises des genera *Hypotrachyna* et *Parmelinopsis* (Ascomycota lichénisés, Parmeliaceae). – *Cryptogamie, Mycologie* 26: 205–263. ISSN: 0181-1584.

- MATWIEJUK, A., 2014. Lichens of larch *Larix* sp. in places of the Podlasie province (NE Poland). – *Ecological Questions* 19: 9–24. ISSN: 1644-7298.
- MEJSTŘÍK, V., 1982. Lišejníky a znečištění ovzduší v okolí Příbrami. – *Vlastivědný sborník Podbrdská* 22: 207–236.
- MYLLYS, L., S. VELMALA, H. HOLIEN, P. HALONEN, L. S. WANG a T. GOWARD, 2011a. Phylogeny of the genus *Bryoria*. – *The Lichenologist* 43: 617–638. ISSN: 0024-2829.
- MYLLYS, L., S. VELMALA a H. HOLIEN, 2011b. *Bryoria*. In: THELL, A. a R. MOBERG, eds. *Nordic Lichen Flora 4: 26–37*. ISBN: 9789185221240.
- NÁDVORNÍK, J., 1947. Physciaceae Tchécoslovaques. – *Stud. Bot. Čechos.* 8: 69–124.
- NAKANISHI, S., 1966. On dynamics of the epiphytic communities on *Larix leptolepis*. – *Misc. Bryol. & Lichenol* 4: 51–54. ISSN: 0037-2277.
- NASCIMBENE, J., D. ISOCRONO, L. MARINI, G. CANIGLIA a R. PIERVITTORI, 2006a. Epiphytic lichen vegetation on *Larix* in the Italian Alps. – *Plant Biosystems* 140: 132–137. ISSN: 1126-3504.
- NASCIMBENE, J., G. CANIGLIA, M. DALLE VEDONE, 2006b. Lichen diversity and ecology in five EU habitats of interest of the Sexten Dolomiten Natural Park (S Tyrol — NE Italy). – *Cryptogamie, Mycologie* 27: 185–193. ISSN: 0181-1584.
- NASCIMBENE, J., L. MARINI, L. MOTTA, R. MOTTA a P. L. NIMIS, 2008. Lichen diversity of coarse woody habitats in a *Pinus-Larix* stand in the Italian Alps. – *The Lichenologist* 40: 153–163. ISSN: 0024-2829.
- NASCIMBENE, J., G. THOR, P. L. NIMIS, 2012. Habitat types and lichen conservation in the Alps: Perspectives from a case study in the Stelvio National Park (Italy). – *Plant Biosystems* 146: 428–442. ISSN: 1126-3504.
- NASCIMBENE, J., V. FONTANA, D. SPITALE, 2014a. A multi-taxon approach reveals the effect of management intensity on biodiversity in Alpine larch grasslands. – *Science of the Total Environment* 487: 110–116. ISSN: 0048-9697.
- NASCIMBENE, J., P. L. NIMIS, M. DAINESE, 2014b. Epiphytic lichen conservation in the Italian Alps: The role of forest type. – *Fungal Ecology* 11: 164-172. ISSN: 1754-5048.

- NASH, T. H., 2008. *Lichen biology. 2nd ed.* Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521692168
- NOVÁK, J., 1913. Lišejníky okolí Královéhradeckého. – *Sborn. Klubu Přírod. Praha* 1912: 1–15.
- ORANGE, A., P. W. JAMES a F. J. WHITE, 2001. *Microchemical methods for the identification of lichens.* – British Lichen Society, London. ISBN: 0954041801.
- OSSOWSKA E a M. KUKWA, 2016. *Parmelia barroanae* and *P. pinnatifida*, two lichen species new to Poland. – *Herzogia* 29: 198–203. ISSN: 0018-0971.
- OTTE, V., 2008. Rückkehr der Bartflechten – Über die Wiedereinwanderung von *Usnea*- und *Bryoria*-Arten in Brandenburg und Sachsen mit Hinweisen zu ihrer Bestimmung. – *Boletus* 30: 95–105. ISSN: 0232-4598.
- OTTE, V., 2011a. Bericht über die Flechtenexkursion “Bart- und andere Flechten in Niederlausitzer Lärchenbeständen” am 27. März 2011. – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 144: 235-237. ISSN: 0724-3111.
- OTTE, V., 2011b. *Usnea flavocardia* found in Germany. – *Herzogia* 24: 151–154. ISSN: 0018-0971.
- OTTE, V., 2012. The value of larch (*Larix* Mill.) plantations for the protection of threatened lichens in southern East Germany and adjacent areas. In: LIPNICKI, L., ed. *Lichen protection - protected lichen species*, p. 333. Gorzów Wlkp.: Sonar Literacki.
- OTTE, V. a I. LANDECK, 2013. *Nephromopsis laureri* und weitere Flechten im Kippenforst bei Schipkau. – *Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg* 145: 151–159. ISSN: 0724-3111.
- OTTE, V., P. VAN DEN BOOM a S. RÄTZEL, 2006. Bemerkenswerte Funde von Flechten und lichenicolen Pilzen aus Brandenburg XI. – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 139: 275-291. ISSN: 0724-3111.
- PEKSA, O., 2008. Zajímavé lichenologické nálezy IV. (Parmeliaceae). – *Bryonora* 42 (2008): 30-37. ISSN: 0862-8904.
- PEKSA, O., 2014. Inventarizační průzkum PR Žďár - lišejníky. – *Ms., 14 pp. + příl.*

- PELECHOVÁ, K., 2014. Epifytické lišejníky České republiky. – *Ms.*, 40 p. [Bakal. práce; depon. in: Knihovna katedry botaniky PŘF UK, Praha].
- PETRZIK, K., J. VONDRÁK, M. BARTÁK, O. PEKSA a O. KUBEŠOVÁ, 2014. Lichens – a new source or yet unknown host of herbaceous plant viruses? – *European Journal of Plant Pathology* 138: 549–559. ISSN: 0929-1873.
- RANLANE, T., T. TÖRRA, A. SAAG a L. SAAG, 2009. Key to European *Usnea* species. – *Bibliotheca Lichenologica* 100: 419–462. ISSN: 1436-1698.
- SEAWARD, M. R. D., 1997. Urban deserts bloom: a lichen renaissance. – *Bibl. Lichenol.* 67: 297-309. ISSN: 1436-1698.
- SLAVÍKOVÁ – BAYEROVÁ, Š., 2006. New and interesting records of *Lepraria* (Stereocaulaceae, Ascomycota) from the Czech Republic. In: LACKOVIČOVÁ, A., A. GUTTOVÁ, E. LISICKÁ a P. LIZOŇ, eds. *Central European lichens – diversity and threat*, s. 97-107, Mycotaxon Ltd., Ithaca. ISBN: 0-930845-14-5.
- SMOLA, J., 1959: Poznámky o rozšíření lišejníků na Plzeňsku. – *Sborn. Vyš. Pedag. Šk. Plzeň, sect. biol.-chem.* 2: 172–206.
- SOFRON, J., 1984: Flóra a vegetace sutí západního Podbrdská, Brd a Hřebenů. – *Vlastiv. Sborn. Podbrdská* 22 (1982): 157–183.
- SPITZNER, V., 1897. Příspěvek ku květeně lišejníků moravsko-slezských. – *Výr. Zpr. Zem. Vyš. Real. Šk. Prostějov* 97: 21–32.
- SPITZNER, V., 1890a. Beitrag zur Flechtenflora Mährens und Oesterreichisch-Schlesiens. Strauch-, Blatt- und Galertflechten. – *Verh. Naturforsch. Ver. Brünn* 28: 130–137.
- SPITZNER, V., 1890b. Příspěvek ku květeně lišejníků moravsko-slezských. Klíč k určování lišejníků křovitých, lupenitých a rosolovitých. – *Výr. Zpr. Zem. Vyš. Real. Šk. Prostějov* 90: 3–28.
- SPRIBILLE, T., V. TUOVINEM, P. RESL, D. VANDERPOOL, H. WOLINSKI, M. C. AIME, K. SCHNEIDER, E. STABENTHEINER, M. TOOME-HELLER, G. THOR, H. MAYRHOFER, H. JOHANESSON a J. P. MCCUTCHEON, 2016. Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. – *Science* 353: 488–492. ISSN: 1095-9203.

- STEINOVÁ, J., F. BOUDA, J. P. HALDA, M. KUKWA, J. MALÍČEK, A. MÜLLER, Z. PALICE, O. PEKSA, U. SCHIEFELBEIN, D. SVOBODA, L. SYROVÁTKOVÁ, J. ŠOUN, P. UHLÍK, J. VONDRÁK, 2013. Lišejníky zaznamenané během 16. setkání Bryologicko-lichenologické sekce ČBS ve Slavkovském lese v dubnu 2009. – *Bryonora* 51: 1–14. ISSN: 0862-8904.
- SUZA, J., 1913. První příspěvek k lichenologii Moravy. – *Věstník Klubu přírod. Prostějov* 16: 5–31.
- SUZA, J., 1916. Druhý příspěvek k lichenologii Moravy. – *Čas. Mor. Mus., Brno* 16: 93–102.
- SUZA, J., 1921. Čtvrtý příspěvek k lichenologii Moravy. – *Sborn. Klubu Přír. Brno* 3: 1–50.
- SUZA, J., 1922. Pátý příspěvek k lichenologii Moravy. – *Sborn. Klubu přírod., Brno* 4: 13–20.
- SUZA, J., 1924. Šestý příspěvek k lichenologii Moravy. – *Sborn. Klubu Přír. Brno* 6: 27–44.
- SUZA, J., 1925. Nástin zeměpisného rozšíření lišejníků na Moravě vzhledem k poměrům evropským. – *Spisy přír. fakulty Mas. Univ., Brno* 55: 1–151.
- SUZA, J., 1933. Kapitoly k lichenografickému výzkumu Podvyjí. – *Acta Soc. Scient. Natur. Moravicae, Brno* VIII: 1–53.
- SUZA, J., 1935. Doplnky k rozšíření lišejníků v Čechách. Část II. – *Čas. Nár. Muzea, Praha* 109: 146–149.
- SVOBODA, D., P. CZARNOTA, F. BOUDA, J. P. HALDA, J. LIŠKA, M. KUKWA, A. MÜLLER, Z. PALICE, O. PEKSA, J. ŠOUN, J. ZELINKOVÁ a J. VONDRÁK, 2007. Lišejníky zaznamenané během 13. jarního setkání Bryologicko-lichenologické sekce ČBS na exkurzích v Bílých Karpatech a dalších lokalitách na JV Moravě. – *Bryonora* 39: 39–49. ISSN: 0862-8904.
- SYROVÁTKOVÁ, L., 2009. Návrat epifytických lišejníků na území Doupovských hor po snížení znečištění ovzduší. – *Ms., 75 p. [Dipl. práce; depon. in: Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha]*.
- ŠOUN, J. a R. NĚMEC, 2015. Lišejníky rodu *Usnea* na Znojemsku. – *Thayensia (Znojmo)* 12: 65–78. ISSN: 1212-3560.

- ŠOUN, J., F. BOUDA, J. KOCOURKOVÁ, J. MALÍČEK, O. PEKSA, D. SVOBODA, P. UHLÍK a J. VONDRÁK, 2015a. Lišejníky zaznamenané během jarního setkání Bryologicko-lichenologické sekce ČBS na Manětínsku (západní Čechy) v dubnu 2014. – *Bryonora* 55: 20–36. ISSN: 0862-8904.
- ŠOUN, J., J. VONDRÁK a F. BOUDA, 2015b. Vzácné a málo známé druhy lišejníků Třebíčska a okolí. – *Bryonora* 56: 1–23. ISSN: 0862-8904.
- ŠOUN, J., V. LENZOVÁ, J. MALÍČEK, A. MÜLLER a O. PEKSA, 2016. Lišejníky zaznamenané během Bryologicko-lichenologických dnů v Českém ráji v září 2015. – *Bryonora* 57: 65–75. ISSN: 0862-8904.
- URBANAVICHUS, G. a I. URBANAVICHENE, 2011. New records of lichens and lichenicolous fungi from the Ural Mountains, Russia. – *Folia Cryptog. Estonica* 48: 119–124. ISSN: 1406-2070.
- VELMALA, S., L. MYLLYS, T. GOWARD, H. HOLIEN a P. HALONEN, 2014. Taxonomy of Bryoria section Implexae (Parmeliaceae, Lecanoromycetes) in North America and Europe, based on chemical, morphological and molecular data. – *Annales Botanici Fennici* 51: 345–371. ISSN: 0003-3847.
- VĚZDA, A., 1961a. *Lichenes selecti exsiccati, editi ab Instituto botanico Universitatis Agriculturae et Silviculturae, Brno, ČSR*. Fasciculus III.-V. (no. 51-125).
- VĚZDA, A., 1961b. Třetí příspěvek k rozšíření lišejníků v Jeseníku. – *Přírod. Čas. Slez., Opava* 22: 447–458.
- VĚZDA, A., 1965. *Lichenes selecti exsiccati, editi ab Instituto botanico Academiae Scientiarum Českoslovacae, Průhonice prope Pragam. Fasciculus XIII.-XV. (no. 301-375) et XVII.-XVIII. (no. 401-450).* – 48 p., Brno.
- VĚZDA, A., 1971. *Lichenes selecti exsiccati, editi ab Instituto botanico Academiae Scientiarum Českoslovacae, Průhonice prope Pragam. Fasciculus XXXIX.-XLI. (no. 951-1025).* – 24 p., Brno.
- VONDRÁK, J. a J. LIŠKA, 2010. Changes in distribution and substrate preferences of selected threatened lichens in the Czech Republic. – *Biologia* 65: 595–602. ISSN: 0006-3088.

- VONDRÁK, J., J. MALÍČEK, J. ŠOUN a V. POUŠKA, 2015. Epiphytic lichens of Stužica (E Slovakia) in the context of Central European old-growth forests. – *Herzogia* 28: 104–126. ISSN: 0018-0971.
- WAGNER, B., 2008. Epifytické lišejníky města Litoměřice. – *Severočeskou Přírodou* 39: 125-133. ISSN: 0231-9705.
- WAGNER, B., 2015. Lišejníky Vrchu Bořeně (severní Čechy). – *Bryonora* 55: 56–63. ISSN: 0862-8904.
- WESTBERG, M. a P. CLERC, 2012. Five species of Candelaria and Candelariella (Ascomycota, Candelariales) new to Switzerland. – *MycoKeys* 3: 1–12. ISSN: 1314-4049.
- WIRTH, V., 1997. Einheimisch oder eingewandert? Über die Einschätzung von Neufunden von Flechten. – *Bibl. Lichenol.* 67: 277–288. ISSN: 1436-1698.
- WIRTH, V., M. HAUCK a M. SCHULTZ, 2013. *Die Flechten Deutschlands*. Stuttgart: Ulmer. ISBN: 9783800159031.
- ZAHRADNICKÝ, J., P. MACKOVČIN a kol., 2004: Plzeňsko a Karlovarsko. In: MACKOVČIN, P. a M. SEDLÁČEK, eds. *Chráněná území ČR, svazek XI*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno. ISBN: 80-80064-68-9.
- ŽÁN, M. a kol., 1982. Státní přírodní rezervace Žďár. – *Ms., 121 p., 23 map., 9 fot.* [Depon. in: knihovna rukopisů odd. botaniky Západočeského muzea v Plzni.].

Internetové zdroje:

Mapový portál. 2016. Mapy.cz [Online] [Citace: 15. 2. 2017.]

<https://mapy.cz/zakladni?x=13.6593258&y=49.8153757&z=13&source=ward&id=8966>

<https://mapy.cz/zakladni?x=13.5668673&y=49.7310460&z=16&source=stre&id=128422>

<https://mapy.cz/zakladni?x=13.5478975&y=49.7855667&z=17&source=base&id=202480>

0

<https://mapy.cz/zakladni?x=13.5478975&y=49.7855667&z=17&q=trho%C5%88>

Portál ČHMÚ. 2016. Portal.chmi.cz [Online] [Citace: 7. 3. 2017.]

<http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr96cz/groc96.html>

http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr05cz/gif/o2463-05hodn_eko.gif

13. Přílohy

Příloha 1: Fotodokumentace lokalit

Obrázek 1. Linie modřínů na lokalitě č. 1	I
Obrázek 2. Modřínový porost na lokalitě č. 2	II
Obrázek 3. Linie modřínů podél lesní cesty na lokalitě č. 3	III
Obrázek 4. Linie modřínů podél lesní cesty na lokalitě č. 4	IV
Obrázek 5. Modřín porostlý lišejníky na lokalitě č. 5	V

Příloha 2: Fotodokumentace desek při TLC

Obrázek 6. Deska č. 1 při 254UV, před použitím k. sírové	VI
Obrázek 7. Deska č. 1 při 366UV, před použitím k. sírové	VI
Obrázek 8. Deska č. 1 při 366UV, po použití k. sírové	VII
Obrázek 9. Deska č. 1, denní světlo, po použití k. sírové a po zahřátí	VII
Obrázek 10. Deska č. 2 při 254UV, před použitím k. sírové	VIII
Obrázek 11. Deska č. 2 při 366UV, před použitím k. sírové	VIII
Obrázek 12. Deska č. 2 při 366UV, po použití k. sírové	IX
Obrázek 13. Deska č. 2 při denním světle, po použití k. sírové a po zahřátí	IX
Obrázek 14. Deska č. 3 při 254UV, před použitím k. sírové	X
Obrázek 15. Deska č. 3 při 366UV, před použitím k. sírové	X
Obrázek 16. Deska č. 3 při 366UV, po použití k. sírové a zahřátí	XI
Obrázek 17. Deska č. 3 při denním světle, po použití k. sírové a zahřátí	XI

Příloha 1. Lokalita č. 1



Obrázek 1. Linie modřínů na lokalitě č. 1

Příloha 1. Lokalita č. 2



Obrázek 2. Modřínový porost na lokalitě č. 2

Příloha 1. Lokalita č. 3



Obrázek 3. Linie modřínů podél lesní cesty na lokalitě č. 3

Příloha 1. Lokalita č. 4



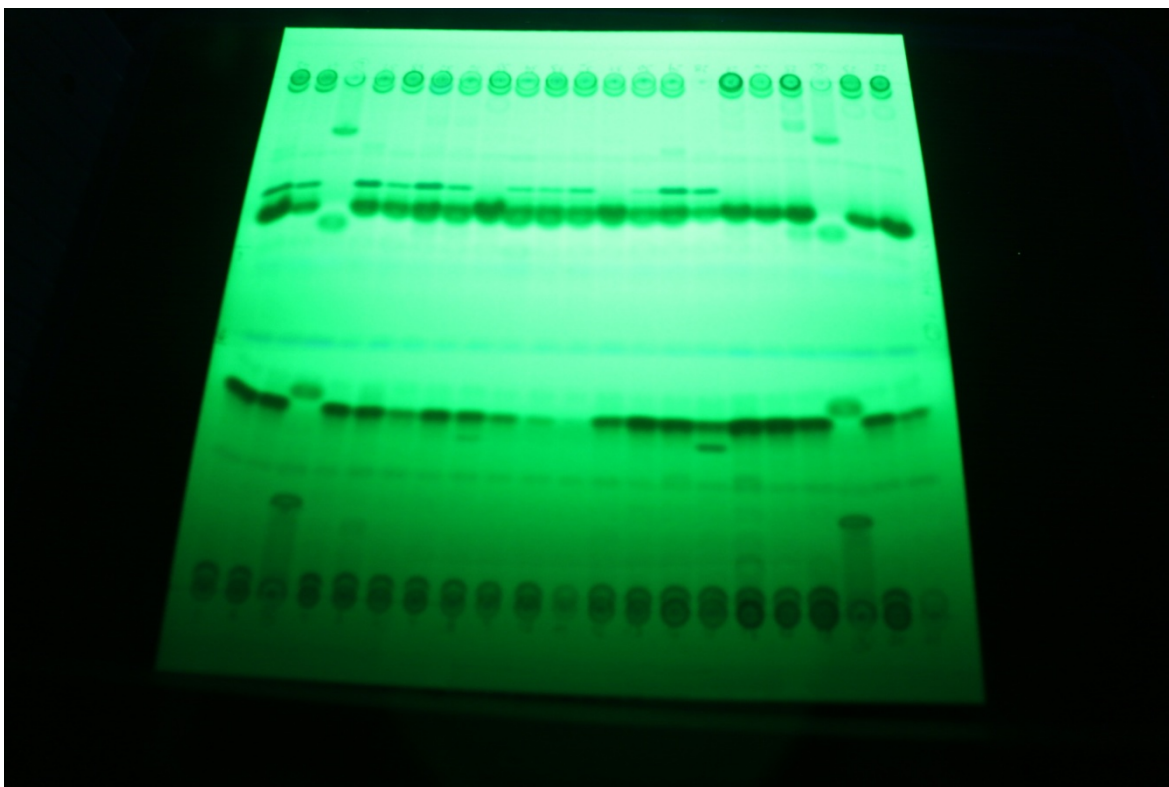
Obrázek 4. Linie modřínů podél lesní cesty na lokalitě č. 4

Příloha 1. Lokalita č. 5



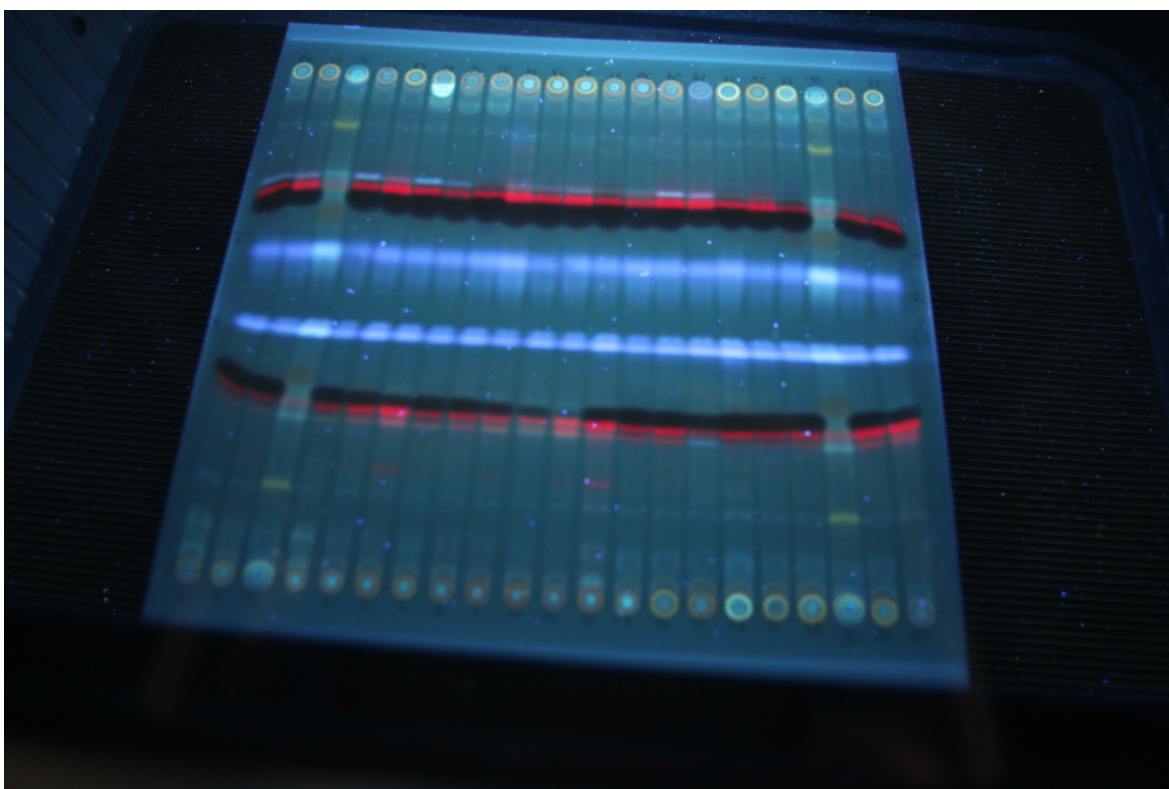
Obrázek 5. Modřín porostlý lišejníky na lokalitě č. 5

Příloha 2. TLC, deska č. 1



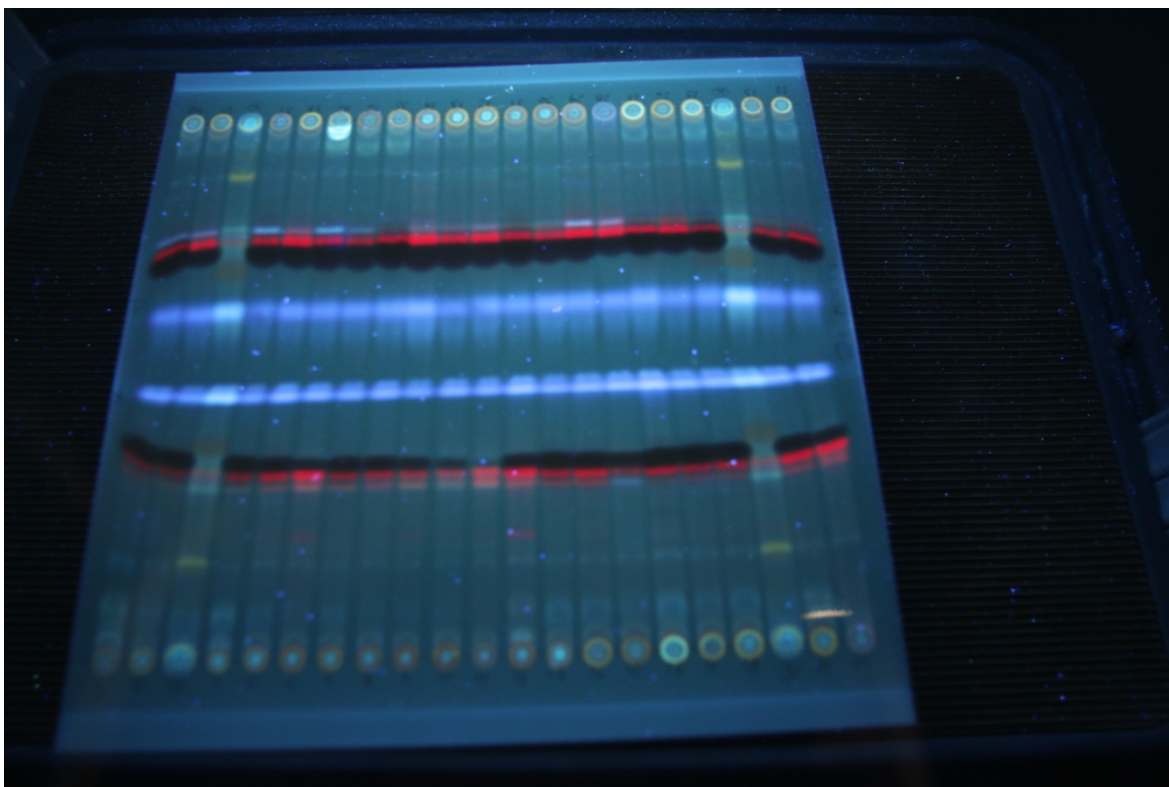
Obrázek 6. Deska č. 1 při 254UV, před použitím k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 1



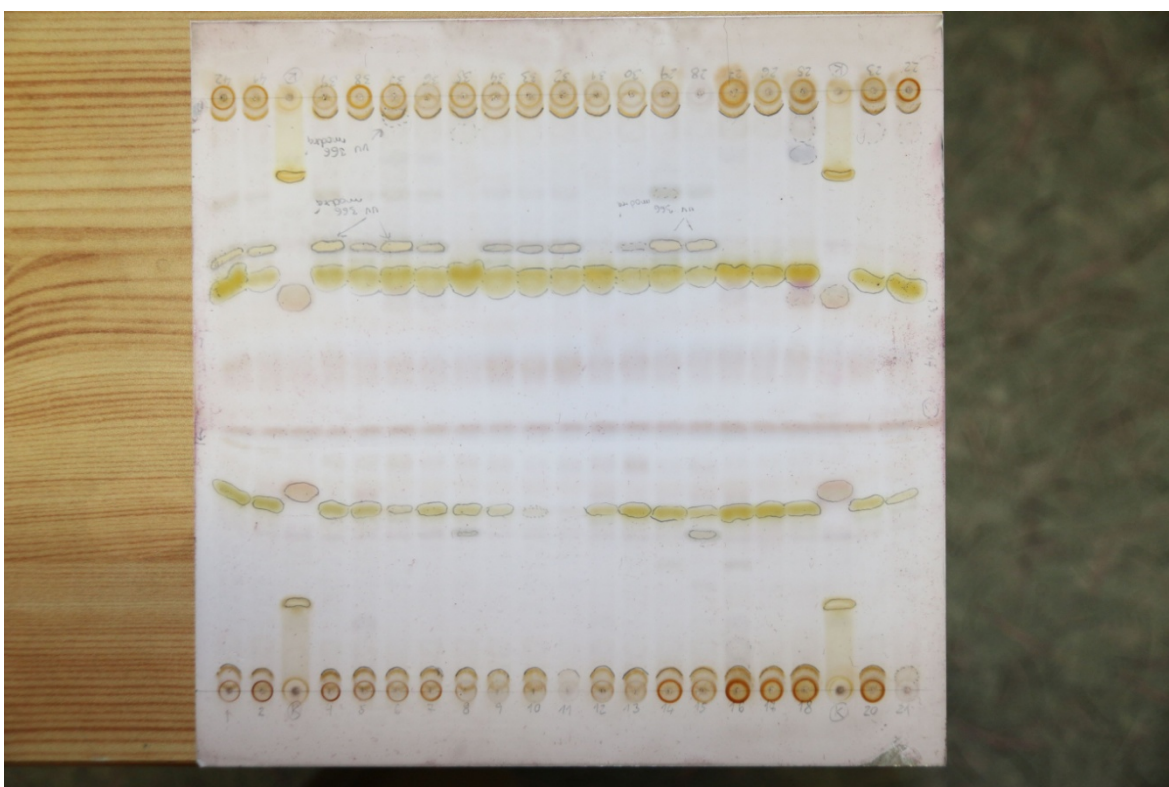
Obrázek 7. Deska č. 1 při 366UV, před použitím k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 1



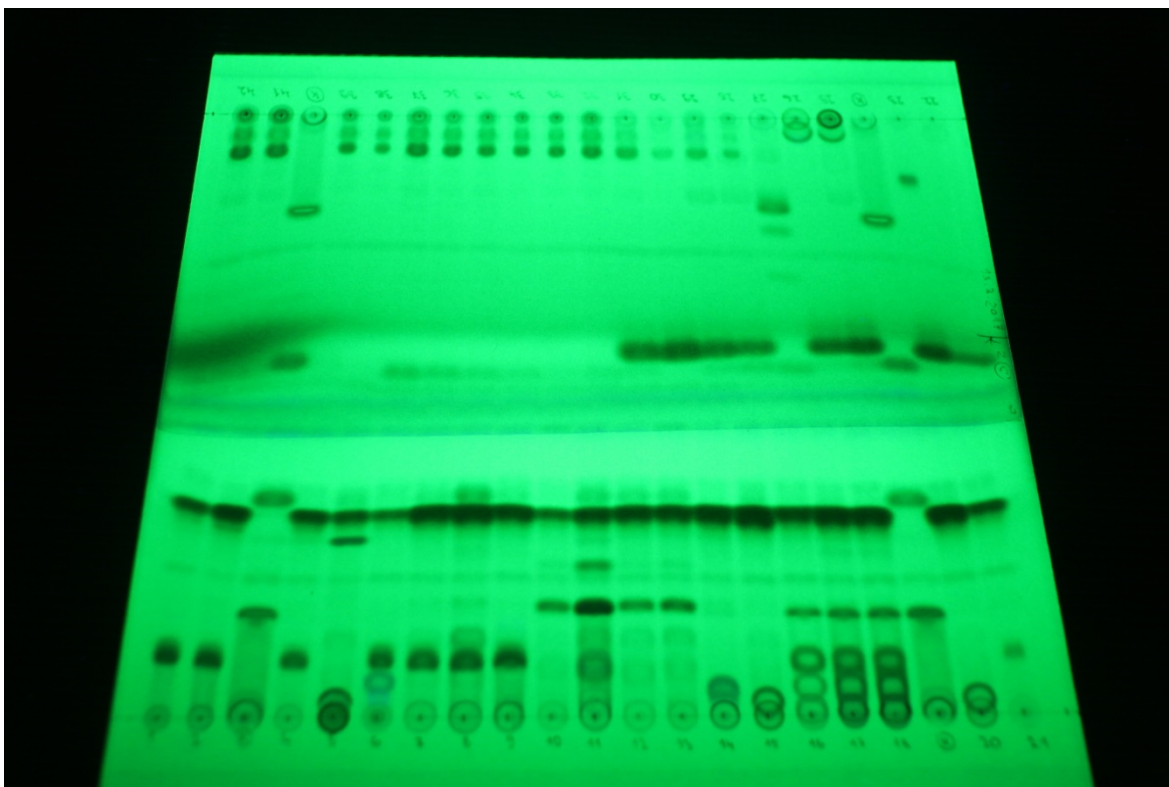
Obrázek 8. Deska č. 1 při 366UV, po použití k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 1



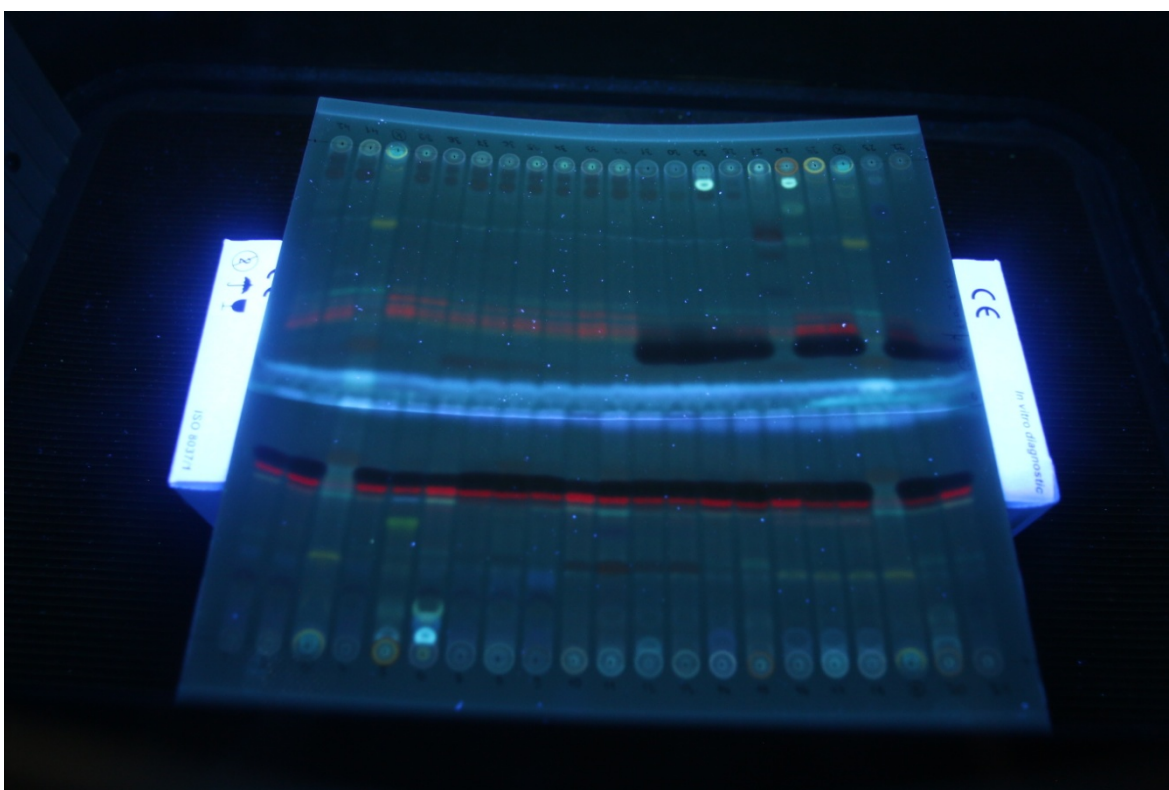
Obrázek 9. Deska č. 1, denní světlo, po použití k. sírové a po zahřátí

Příloha 2. TLC, deska č. 2



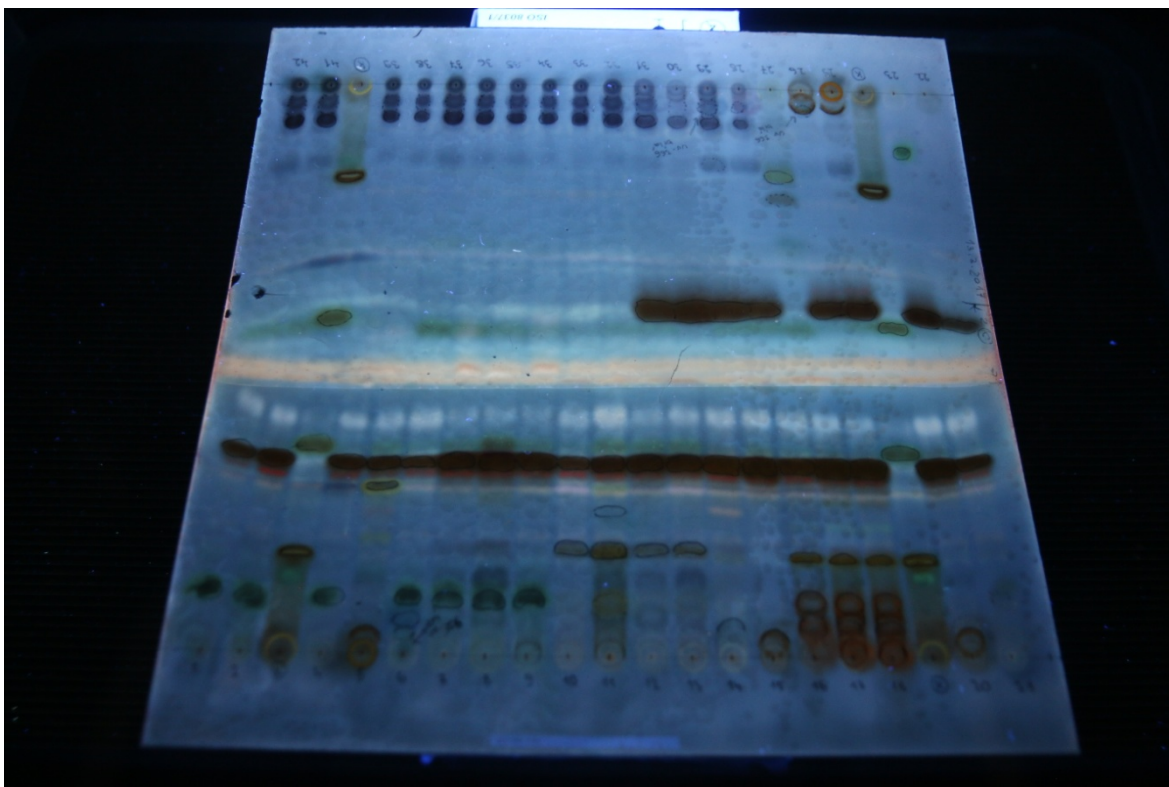
Obrázek 10. Deska č. 2 při 254UV, před použitím k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 2



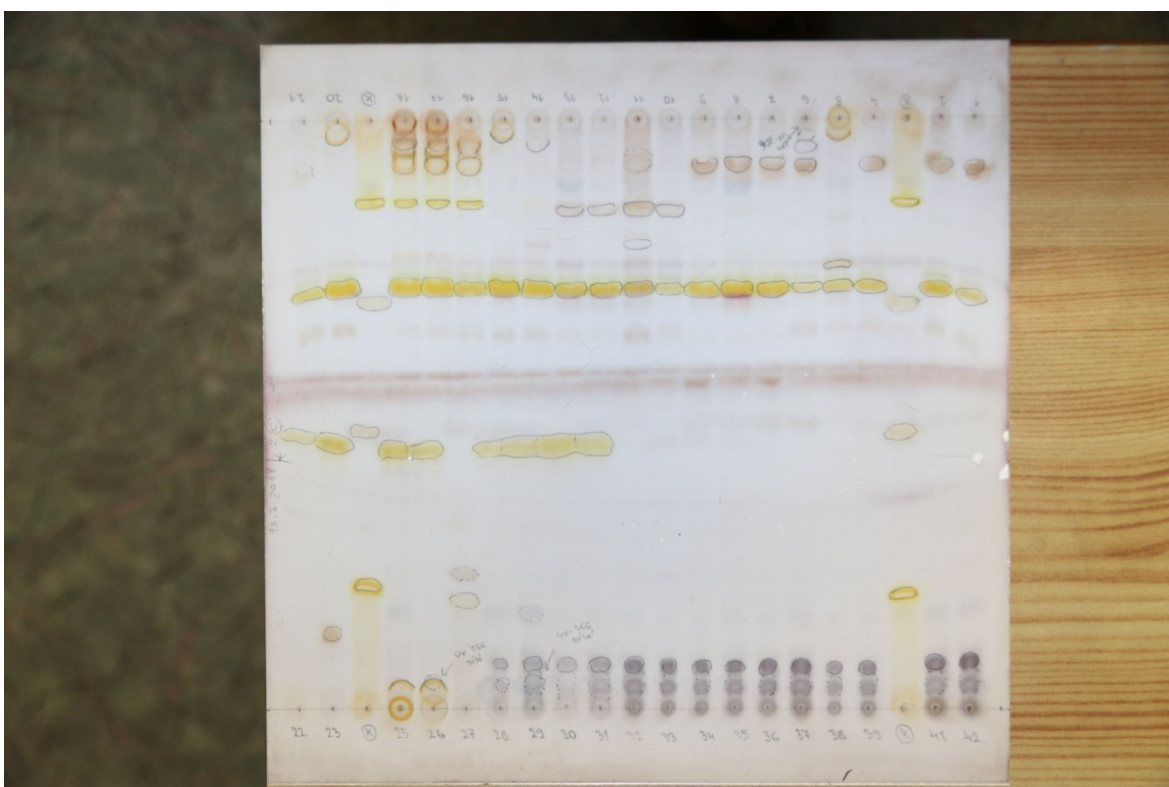
Obrázek 11. Deska č. 2 při 366UV, před použitím k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 2



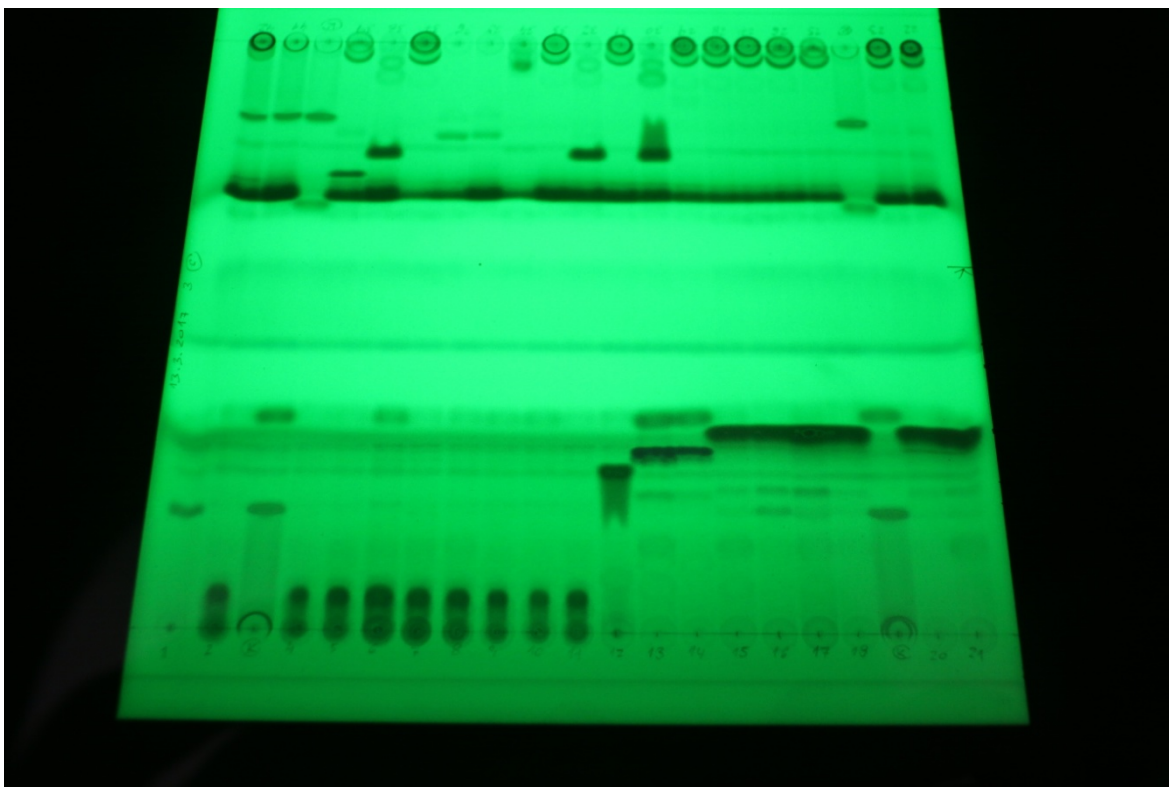
Obrázek 12. Deska č. 2 při 366UV, po použití k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 2



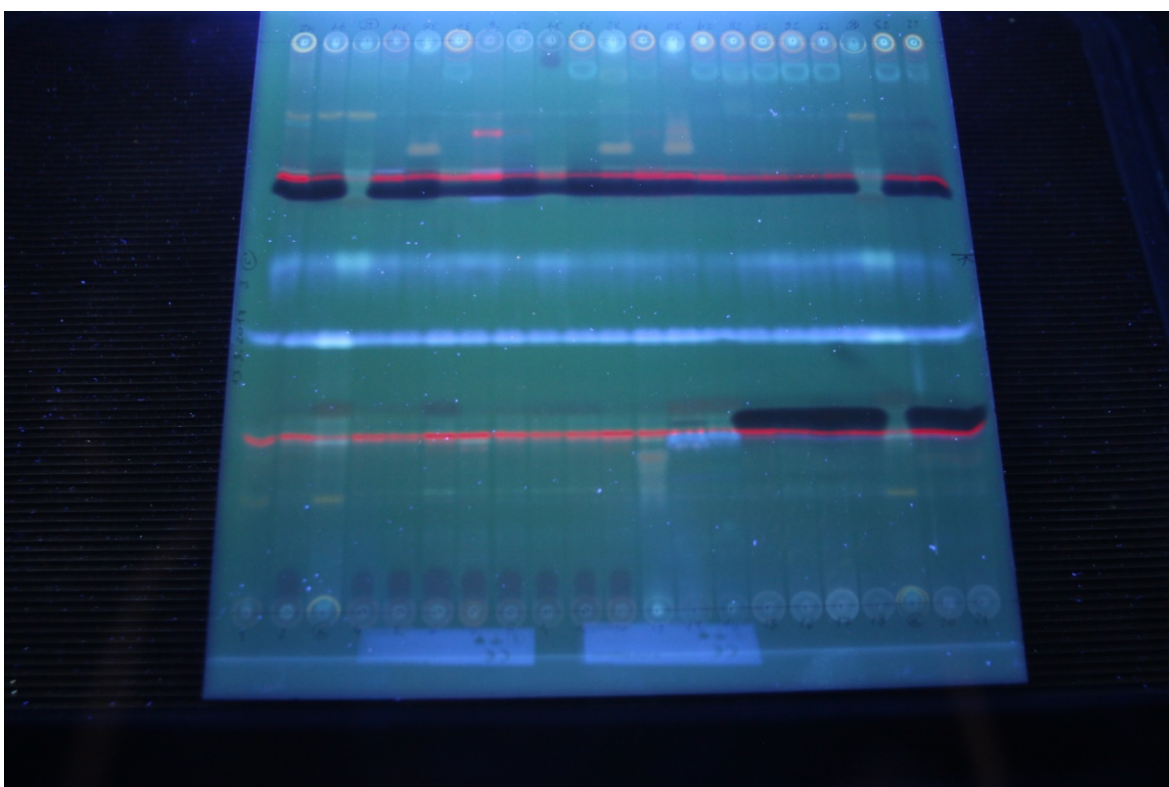
Obrázek 13. Deska č. 2 při denním světle, po použití k. sírové a po zahřátí

Příloha 2. TLC, deska č. 3



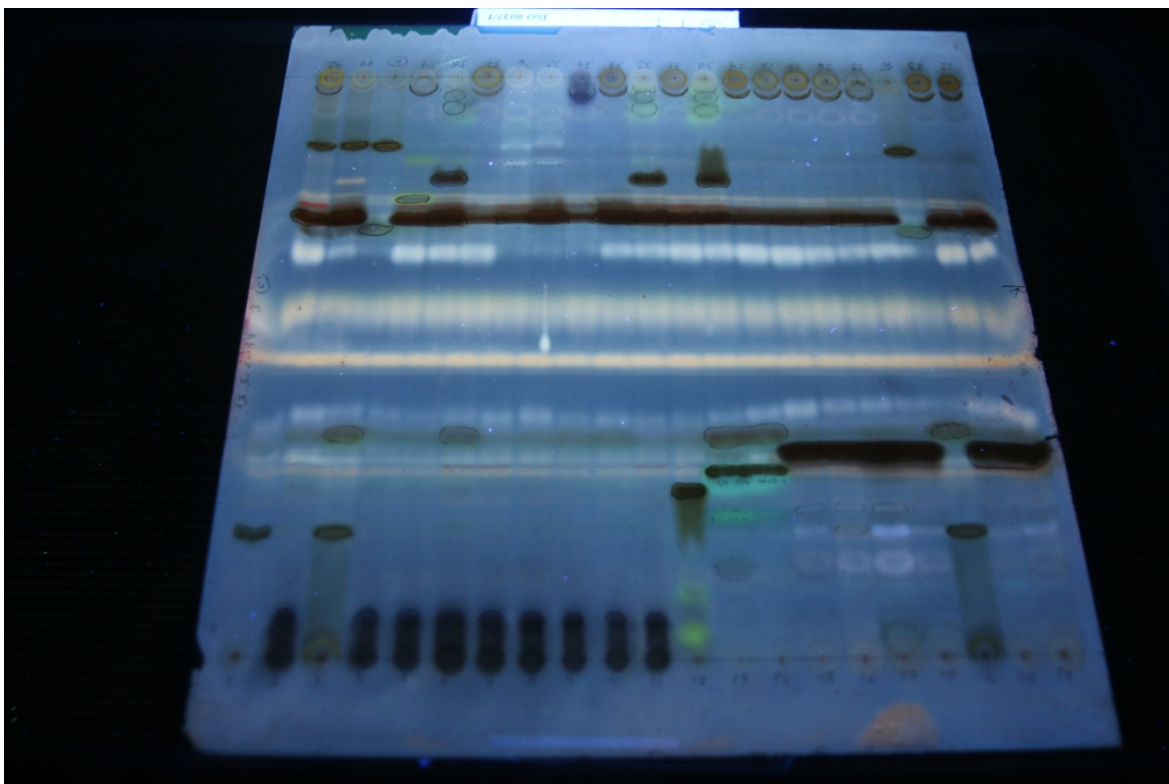
Obrázek 14. Deska č. 3 při 254UV, před použitím k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 3



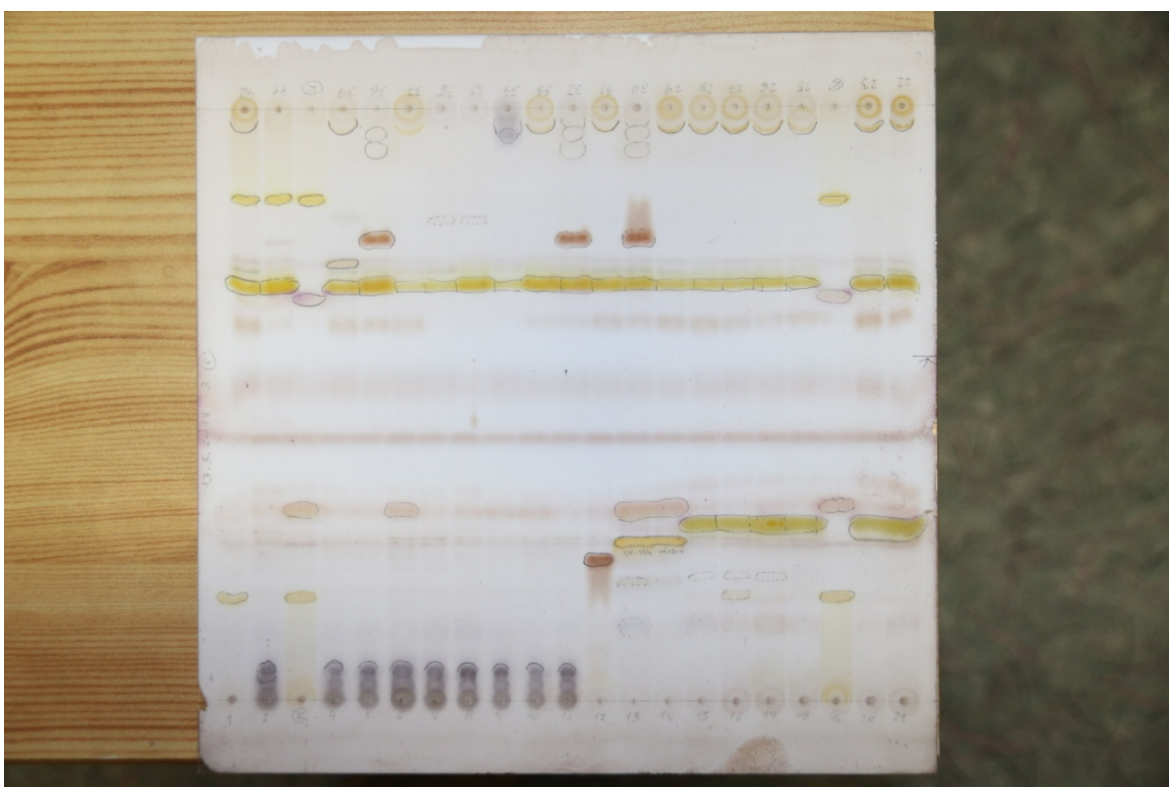
Obrázek 15. Deska č. 3 při 366UV, před použitím k. sírové

Příloha 2. TLC, deska č. 3



Obrázek 16. Deska č. 3 při 366UV, po použití k. sírové a zahřátí

Příloha 2. TLC, deska č. 3



Obrázek 17. Deska č. 3 při denním světle, po použití k. sírové a zahřátí