

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



**Biodiverzita epifytických lišejníků
PP Malše
v úseku Dolní Dvořiště – Cetviny**

Biodiversity of epiphytic lichens
of Nature Monument Malše
between Dolní Dvořiště and Cetviny

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: **Bc. Jan Sivek**
Vedoucí práce: **doc. RNDr. Jana Kocourková, CSc.**
Konzultant: **Mgr. Jiří Malíček, Ph.D.**

2019

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Já, níže podepsaný student, tímto čestně prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením doc. RNDr. Jany Kocourkové, CSc. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal, a že text mnou odevzdané závěrečné práce v písemné podobě i na CD nosiči jsou totožné s textem závěrečné práce vloženým v databázi České zemědělské univerzity.

Praha dne 3. dubna 2019

.....

podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval paní docentce Janě Kocourkové za vedení diplomové práce, cenné rady a předané zkušenosti při determinaci v laboratoři při provádění TLC metody. Dále bych rád poděkoval doktoru Jiřímu Malíčkoví za pomoc při determinaci a četné konzultace a zejména za revizi herbářových položek. Díky patří také Kateřině Burianové a Vladimíru Hansovi za poskytnutí mapových podkladů z databáze AOPK. Davidu Hlisnikovskému velmi děkuji za korekce a cenné rady při sepisování této diplomové práce.

ABSTRAKT

V centrální části Přírodní památky Horní Malše mezi osadou Cetviny a obcí Dolní Dvořiště v podhůří Novohradských hor byl na čtyřech odlišných lokalitách proveden lichenologický průzkum, jehož hlavním cílem bylo zmapovat biodiverzitu epifytických lišejníků. Celkem bylo nalezeno 76 druhů epifytických lišejníků a 7 druhů lichenikolních hub. Osmnáct nalezených druhů patřilo mezi lišejníky zařazené do některé z kategorií ohrožení v Červeném seznamu (tj. VU, EN, CR). Hlavní rozdíl mezi lokalitami a druhy na nich byl výsledkem odlišného typu dostupných substrátů, které souvisejí s využitím krajiny. PCA analýza odhalila silný gradient mezi acidofilními a nitrofilními druhy. Acidofilní druhy převažovaly v lesních společenstvech, zatímco nitrofilní druhy dominovaly na lokalitách sloužících k zemědělským účelům, které byly vystaveny větší eutrofizaci. Nejvíce druhů lišejníků bylo zaznamenáno na dubu letním (*Quercus robur*) a vrbě křehké (*Salix fragilis*). Nejčastěji zastoupenou růstovou formou lišejníků byla korovitá stélka, následovaly lupenitá a keříčkovitá. Vegetativní způsob rozmnožování byl preferován u většiny nalezených druhů. Zastoupení studovaných funkčních znaků mezi jednotlivými lokalitami stejně jako průměry ekologických indikačních hodnot byly velmi podobné.

Klíčová slova: epifytické lišejníky, Jižní Čechy, meandry Horní Malše, Přírodní památka Horní Malše, smíšené lesy.

ABSTRACT

Lichenological survey was carried out in the central part of Nature Monument Horní Malše between settlement Cetviny and border town Dolní Dvořiště at the foothills of Novohradské hory Mts to describe biodiversity of epiphytic lichens. A total, 76 species of epiphytic lichens and 7 species of lichenicolous fungi were found. Eighteen lichens are threatened species in the Czech Republic, treated in categories VU, EN and CR according to the last Red List of lichens. Differences in biodiversity of lichens among studied localities vary in dependence of diversity of substrates in the localities and landuse adjoining areas. PCA analysis revealed significant gradient among acidophilous and nitrophilous species. Acidophilous species dominated in forest habitats, whereas nitrophilous in localities under agriculture use, influenced by eutrophication. The highest number of species was found on *Quercus robur* and *Salix fragilis*. The most often growth form was crustose followed by foliose and fruticose ones. Majority of lichens in the study area prefers vegetative strategy of reproduction. Functional traits between localities as well as average values of ecological indicators showed no significant difference between localities.

Keywords: *epiphytic lichens, meanders of Horní Malše, mixed forests, Nature Monument Horní Malše, South Bohemia.*

OBSAH

1	ÚVOD	1
1.1	Cíle práce	3
1.2	Studované lokality	3
2	CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ	8
2.1	Geomorfologie území	10
2.2	Geologie území	11
2.3	Klima	12
2.4	Biogeografie studované oblasti	13
	Českokrumlovský bioregion	14
	Novohradský bioregion	14
2.5	Historie výzkumu lišejníků PP Horní Malše	15
3	EPIFYTICKÉ LIŠEJNÍKY A FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JEJICH VÝSKYT. 16	
3.1	Epifytické lišejníky	16
3.2	Stanoviště	17
4	METODIKA	25
4.1	Terénní práce	25
4.2	Determinace lišejníků	26
	Metoda TLC	26
4.3	Ekologické indikační hodnoty a charakteristika druhů	30
4.4	Vyhodnocení dat	33
5	VÝSLEDKY	35
6	DISKUSE	50
6.1	Zajímavé druhy zjištěných lišejníků	50
6.2	Diverzita lišejníků na studovaných lokalitách	50
6.3	Diverzita růstových forem lišejníků	51
6.4	Faktory ovlivňující diverzitu lišejníků mezi lokalitami	52
6.5	Porovnání diverzity epifytických lišejníků s jinými oblastmi v Novohradských horách	53
6.6	Management vhodný pro diverzitu epifytických lišejníků	54
7.	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	57
	SEZNAMY PŘÍLOH	66
Příloha 1	Seznam obrázků	66
Příloha 2	Seznam tabulek	67
Příloha 3	Seznam zkratk druhů lišejníků použitých v analýzách	68

1 ÚVOD

Vodní toky svým okolím byly od pradávna místem koncentrace lidských společností. Lidem sloužily jakožto zdroje obživy, usnadňovaly transport, byly využívány pro závlahu zemědělské půdy a sloužily jako přirozená hranice a bariéra před nepřáteli. Podél vodních toků se vyskytuje celá řada různých biotopů. Jedním z nich je lužní les. Na mnoha místech k jeho vzniku člověk paradoxně přispěl. Při středověké kolonizaci podhorských oblastí člověk systematicky odlesňoval rozsáhlá území, což mělo za následek masivní splachy a odnos zeminy, která následně sedimentovala v údolích a nížinách často podél vodních toků. Tato vrstva sedimentu společně s charakteristickým vodním režimem a mnoha dalšími faktory se stala specifickým stanovištěm právě pro vegetaci typu lužního lesa – na mnoha místech jej lze považovat za antropogenně podmíněný biotop (Neuhäuslová 2003).

S vývojem lidské kultury a úrovně poznání se využívání přírodních zdrojů zintenzivňovalo a původně šetrný způsob koexistence člověka s ostatními organismy v prostředí nabral směr exploatační a lidstvo začalo přírodu velmi rychle ničit. Lužní lesy byly vysekávány, na tocích prováděny vodohospodářské úpravy, docházelo k odvodňování pozemků, půda byla dále využívána jako pastvina, nebo pole. Tento přístup vedl ke změnám hydrických režimů a aridizaci krajiny. Plocha dnešních lužních lesů v České republice je pouhým zlomkem původního rozsahu tohoto vzácného společenstva (Douda 2009).

Podobně na tom byly i další části krajiny. Až všímaví pozorovatelé přírody zjistili, že se z přírody vytrácejí mnohé druhy anebo strmě klesají jejich populace a lidská společnost si začala uvědomovat, že je třeba přírodu chránit. Ty nejcitlivější druhy mizely z přírody nejdříve a vědci rychle odhalili jejich význam jako indikačních druhů pro různou míru a způsob ovlivnění krajiny. K takovýmto indikačním organismům patří zvláště lišejníky. Jejich tělo není chráněno žádnou ochrannou vrstvou a živiny čerpají hlavně ze vzduchu, jsou tedy vynikajícími ukazateli kvality lokálního ovzduší, a tak lišejníky začaly z přírody mizet. Po roce 1990, kdy začala platit legislativa na ochranu ovzduší, byl průmysl donucen snížit emise znečišťujících látek a dnes je možné sledovat pozvolný návrat lišejníků do krajiny. Avšak o mnohé citlivé druhy jsme již přišli (Kricke 2003).

Zkoumané biotopy jsou součástí Přírodní památky Horní Malše (dále PP Horní Malše), která se nachází v podhůří Novohradských hor. Jedná se o část horního toku řeky Malše, která je z hlediska ochrany přírody významnou lokalitou zvláště pro své přirozené biotopy hostící například populace kriticky ohrožené perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) a silně ohrožené vydry říční (*Lutra lutra*) (AOPK 2014).

Ani tato krajina neunikla proměnných vlivů člověka a v nedávné minulosti prošla řadou významných změn. O současném stavu této krajiny se lze mnohé dozvědět právě studiem epifytických lišejníků (obr. 1), které, jak už zaznělo výše, jsou vynikajícími bioindikačními organismy (Stamenkovic 2010, Anděl 2011).

Obr. 1: Keříčkovitý lišejník *Evernia prunastri*, indikátor čistoty ovzduší



Zdroj: autor

1.1 Cíle práce

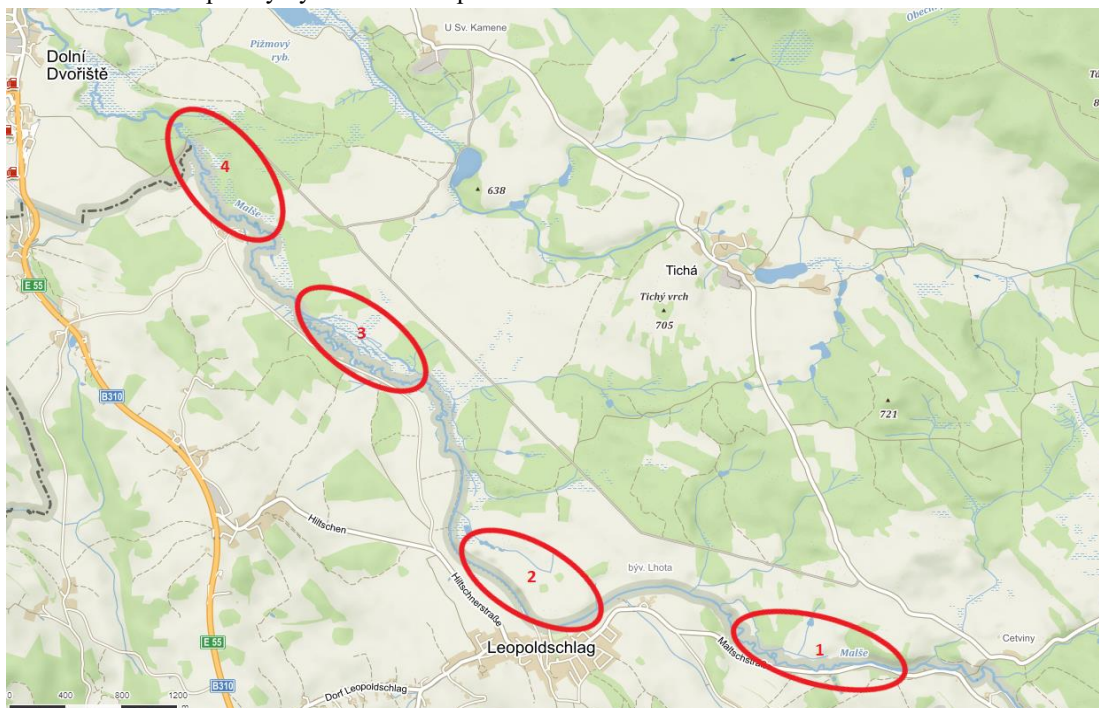
Cílem diplomové práce je:

- Prispět k poznání epifytických lišejníků PP Malše.
- Zmapovat biodiverzitu epifytických lišejníků podél horního toku řeky Malše.
- Popsat rozdíly v diverzitě druhů lichenoflóry v kontextu velmi proměnlivých podmínek prostředí studované oblasti.
- Stanovit optimální management pro zachování a rozšíření přirozené diverzity lichenoflóry v oblasti.

1.2 Studované lokality

V rámci studovaného území byly zvoleny čtyři lokality (obr. 2), které se lišily vegetací a sekundárně také reliéfem. Sběr dat v terénu probíhal v zimě na přelomu roků 2017/2018 a v létě 2018, na každé z lokalit byla sbíráno při pěti návštěvách. Terénní práce v zimních měsících umožnily sběr vzorků v oblastech, ve kterých je velmi vysoká hladina podzemní vody, čímž jsou v létě silně podmáčené a tvoří tak rozsáhlé mokřady.

Obr. 2: Studované plochy vyznačené v mapě



Zdroj: www.mapy.cz 2018; upraveno

Lokalita 1 – lužní les

První lokalita (obr. 3 a 4) se nachází v těsné blízkosti osady Cetviny. V jejím středu byly změřeny GPS souřadnice: 48°36'55"N, 14°31'52"E, což odpovídá mapovacímu poli 7353c (sensu Slavík 1971). Řeka zde protéká zaříznuta v terénu s mírně svažnými břehy a vegetaci tvoří lužní les L2.1 a L2.2 se zastoupením olše šedé (*Alnus incana*) a jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) přecházející v rozvolněné svažité pastviny s jihozápadní orientací. Tok je zde lemován vrbovými porosty K2.1. Pastviny jsou celoročně užívány k pastvě krav, přičemž v zimních měsících je zde dobytek intenzivně přikrmován. Rozsáhlá pastvina je podél toku ke konci 1. lokality uzavřena ostrůvkem smíšeného lesa s vzrostlými jedinci dubu letního (*Quercus robur*), břízou bělokorou (*Betula pendula*), hlohem obecným (*Crataegus laevigata*), ve kterém se nachází slepé koryto řeky Malše obklopené vzrostlými topoly osikami (*Populus tremula*).

Obr. 3: Mapa Lokality 1 – lužní les s vyznačenými přirozenými biotopy



Zdroj: Mapomat AOPK 2017

Obr. 4: Lokalita 1 – lužní les



Zdroj: autor

Lokalita 2 – jasanovo-vrbová alej

Druhá lokalita (obr. 5 a 6) má charakter otevřené krajiny s mírně svažitém terénem na české straně toku. Orientace terénu je rovněž jihozápadní jako u první lokality. Tok zde prochází říční nivou, přirozeně meandruje a je řídkce lemován porosty vrb a jasanu K1 a K2.1. Jednotlivé dřeviny jsou zde od sebe dostatečně vzdáleny a nekonkurují si ve využívání světla. Ve středu lokality byly zaměřeny tyto souřadnice GPS: 48°37'12"N, 14°30'43"E, což odpovídá mapovacím poli 7353c (sensu Slavík 1971).

Obr. 5: Mapa Lokality 2 – jasanovo-vrbová alej s vyznačenými přirozenými biotopy



Zdroj: Mapomat AOPK 2017

Obr. 6: Lokality 2 – jasanovo-vrbová alej

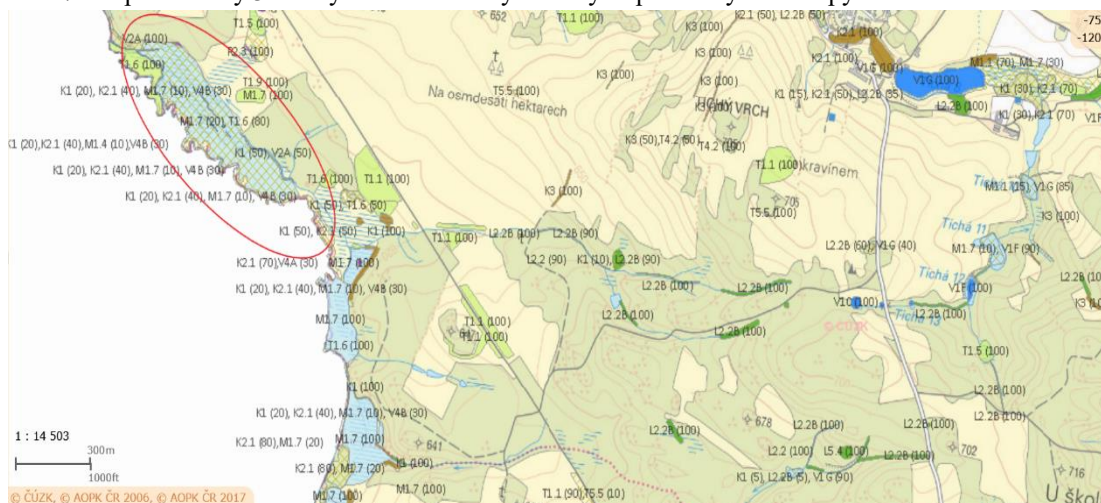


Zdroj: autor

Lokalita 3 – vrby v mokřadu

Třetí lokalita (obr. 7 a 8), jejíž střed je dán souřadnicemi GPS: 48°38'08"N, 14°29'14"E v mapovacím poli 7352d (sensu Slavík 1971), je z hlediska dostupnosti nejvíce komplikovanou lokalitou. Břehy Malše jsou zde hluboko v mokřadech a sběr vzorků byl proto možný jen za silných mrazů v zimním období. Z jihu i severu jsou mokřady lemovány hospodářskými jehličnatými lesy s majoritním zastoupením smrku. Břehy jsou lemovány vrbovými porosty podél toku a jinými náletovými dřevinami.

Obr. 7: Mapa Lokality 3 – vrby v mokřadu s vyznačenými přirozeními biotopy



Zdroj: Mapomat AOPK 2017

Obr. 8: Lokalita 3 – vrby v mokřadu

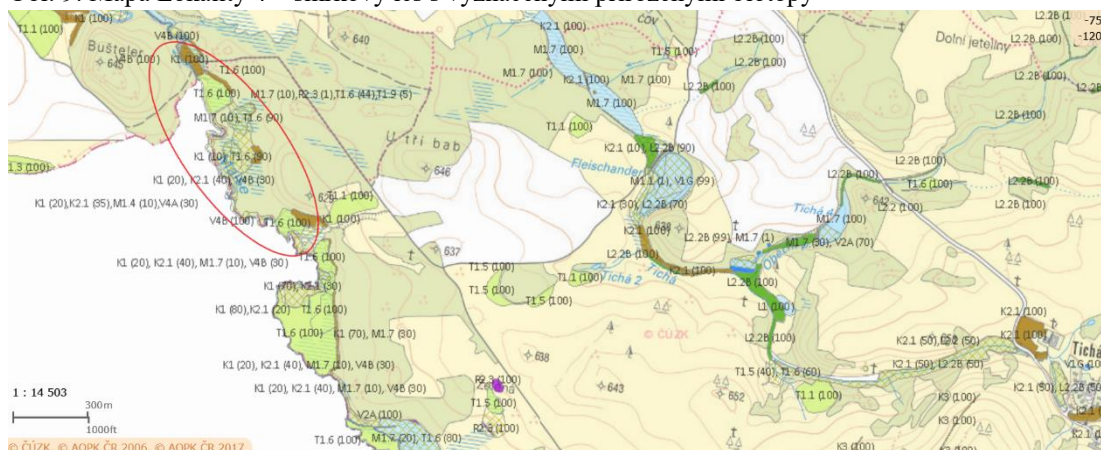


Zdroj: autor

Lokalita 4 – smrkový les

Čtvrtá lokalita (obr. 9 a 10) je nejseverněji situovanou oblastí zájmu se středem souřadnic GPS: 48°38'56"N, 14°28'12"E a leží v mapovacím poli 7352d (sensu Slavík 1971). Je jedinou lokalitou v celé oblasti, která má na českém území, ve své nejsevernější části, oba břehy. Krajina je zde tvořena kopcovitým terénem. Tok je lemován hospodářskými smrkovými lesy, svahy na pravé straně mají jihozápadní až západní orientaci. Na levém břehu se krajina zvedá v kopcovitý terén až těsně před Dolním Dvořištěm a konec zájmové oblasti je tvořen vrchem Bušteler dosahujícím nadmořské výšky 645 m. Tok je zde opět lemován vrbovými porosty, které bezprostředně sousedí s komplexem jehličnatého lesa. Dostupnost světla je zde ze všech čtyř lokalit nejnižší.

Obr. 9: Mapa Lokality 4 – smrkový les s vyznačenými přirozenými biotopy



Zdroj: Mapomat AOPK 2017

Obr. 10: Lokalita 4 – smrkový les



Zdroj: autor

2 CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

PP Horní Malše se nachází v nejjižnější části Jihočeského kraje a řeka Malše tvoří na některých místech státní hranici mezi Českou republikou a Rakouskem.

Územně správní zařazení (Digitální registr ÚSOP 2019):

Přírodní památka Horní Malše o výměře 1890,8 ha

kraj: Jihočeský

okres: Český Krumlov

obec s rozšířenou působností: Kaplice

obec: Kaplice, Bujanov, Dolní Dvořiště, Malonty, Pohorská Ves

katastrální území: Bělá u Malont, Cetviny, Dolní Dvořiště, Dolní Příbrání, Kaplice, Mikulov, Mostky, Pohoří na Šumavě, Rapotice u Malont, Rychnov nad Malší, Štědrkov, Suchdol u Bujanova, Tichá, Všeměřice a Zdíky.

Vyhlášené ochranné pásmo Přírodní památky Horní Malše činí 149,9 ha

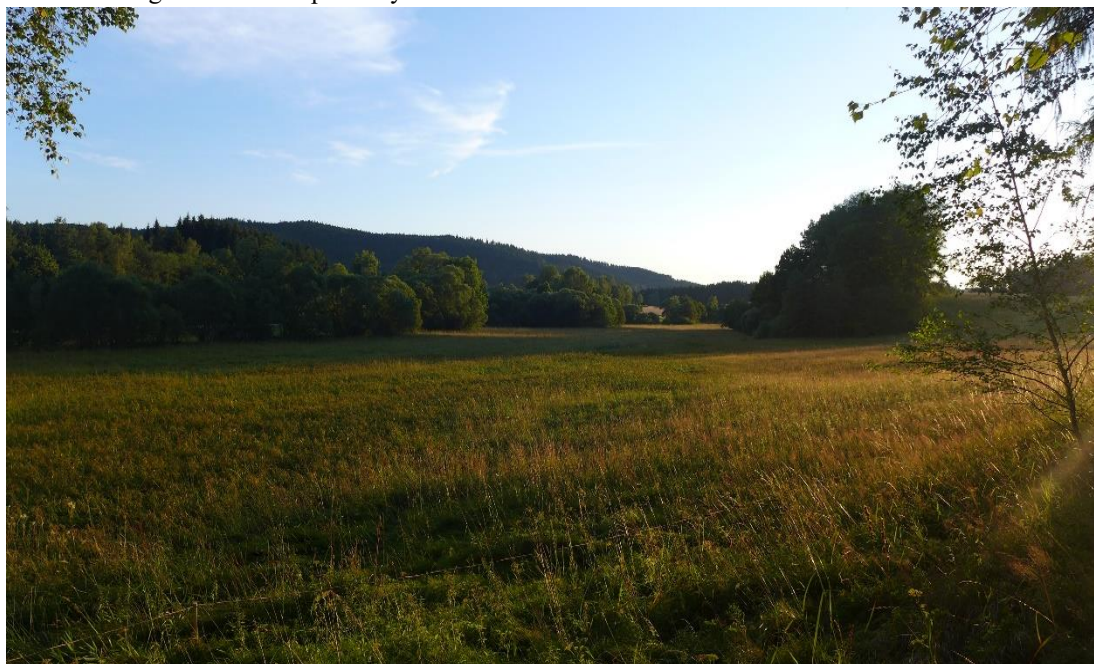
kraj: Jihočeský

okres: Český Krumlov

obec s rozšířenou působností: Kaplice

obec: Dolní Dvořiště, Malonty, Pohorská Ves katastrální území: Bělá u Malont, Cetviny, Dolní Dvořiště, Dolní Příbrání, Mikulov, Pohoří na Šumavě, Rapotice u Malont a Tichá.

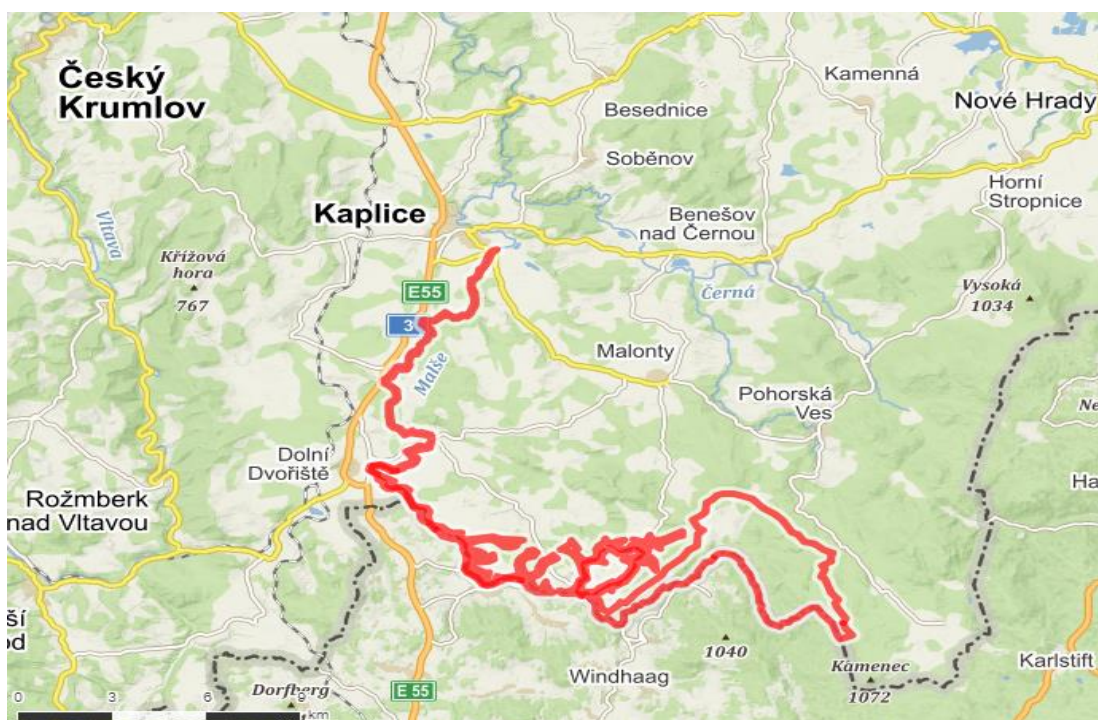
Obr. 11: Fotografie Přírodní památky Horní Malše z období sběru vzorků v terénu



Zdroj: autor

Přírodní památka, na mapě vyznačena červenou linií (obr. 11 a 12), zaujímá asi čtyřicet kilometrů horního toku řeky Malše, která vstupuje na území České republiky jihovýchodně od obce Dolní Příbráně a sahá až k městu Kaplice. V úseku mezi osadou Cetviny a hraničním přechodem Dolní Dvořiště tvoří tok státní hranici. Součástí přírodní památky je česká část povodí tvořící pás území, které dosahuje místy šířky až dva kilometry. V rámci NATURA 2000 byl horní tok řeky Malše od Dolního Příbráně až po Kaplici vyhlášen za evropsky významnou lokalitu (Nařízení vlády 318/2013Sb.). Její význam spočívá v různorodosti charakteru toku, od Dolního Příbráně až téměř k Cetvinám má údolí Malše charakter zaříznutého horského údolí s vegetací olše šedé (*Alnetum incanae*). Cenné jsou také druhy vysokobylinných niv a vegetace podmáčených smrčín. Významnou úlohu hraje i pestrá vegetace rašelinných luk a vodní vegetace v řece Malši (Melichar 2018).

Obr. 12: Mapa zkoumaného území PP (vyznačena červenou linií)



Zdroj: www.mapy.cz 2018

Studovaná lokalita se nalézá ve středové části Přírodní památky Horní Malše (obr. 11 a 12), právě v místech, kde tvoří výše zmíněnou státní hranici. Délka toku v zájmové oblasti činí přibližně deset kilometrů.

Horní tok řeky Malše je jednou z nejvýznamnějších lokalit v České republice pro perlorodku, pro niž byl Agenturou ochrany přírody a krajiny (AOPK) vyhlášen Záchranný program perlorodky říční (*Margaritifera margaritifera*) v České republice

(AOPK 2013). Realizován zde byl také Program péče pro vydry říční (*Lutra lutra*) v České republice v letech 2009–2018. Horní Malše je pro vydry středně významnou lokalitou, ovšem pro perlorodku je přítomnost vydry klíčová právě pro obměnu rybí osádky a tím úspěšný vývoj glochidií, což je larvální stádium perlorodky (AOPK 2009).

2.1 Geomorfologie území

Zkoumaná oblast patří do geomorfologického podcelku Kaplická brázda, která náleží k celku Novohradské podhůří s nejvyšším vrcholem Kohout (870 m n. m.). Novohradské podhůří patří k celku Šumavská hornatina.

Kaplická brázda je severojižně orientovaná sníženina asi dvacet kilometrů dlouhá a odděluje Novohradské podhůří od Šumavského podhůří. Brázda je tvořena dvěma hlavními okrsky, Velešínskou pahorkatinou na severu a Bujanovskou sníženinou na jihu. Velešínská pahorkatina se dále dělí na Koroseckou a Kamennoujezdskou pahorkatinu.

Bujanovskou sníženinu tvoří Netřebický práh, Strahovská kotlina, Dolnodvořišťská sníženina a Cetvinská kotlina. Nejvyšším vrcholem oblasti je Věncová hora (651 m n. m.) a nejnižše položené místo dosahuje asi 405 m n. m. (Demek et Mackovčín 2006).

Zařazení geomorfologických jednotek studovaného území: dle Rypla (Rypl 2004)

Česká vysočina (provincie)

I Šumavská soustava (subprovincie)

IB Šumavská hornatina (oblast)

IB-4 Novohradské podhůří

IB-4A Kaplická brázda

IB-4A-2 Bujanovská sníženina

IB-4A-2c Dolnodvořišťská sníženina

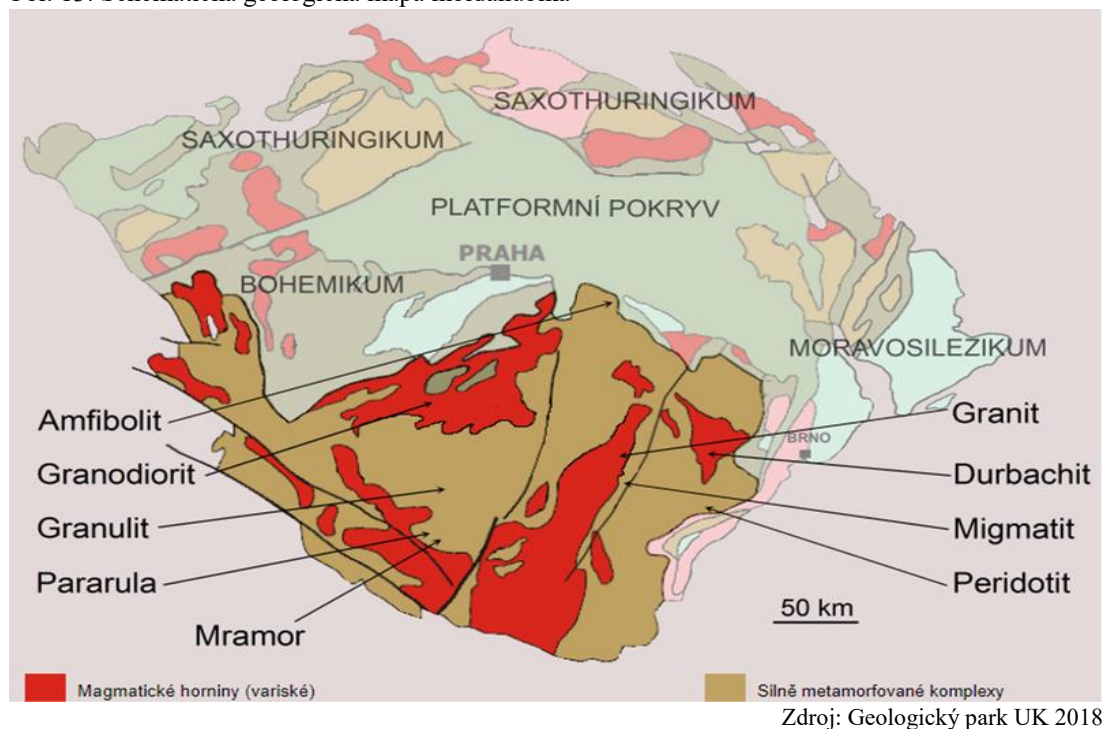
IB-4A-2d Cetvinská kotlina

2.2 Geologie území

Jižní Čechy jsou tvořeny tzv. moldanubikem (obr. 13), které vzniklo v průběhu období variského vrásnění, které je datováno do období devonu a karbonu. V té době docházelo ke stoupání vyklenutých antiklinálních částí a výstupu hlubinných vyvřelin na povrch. V pokleslých synklinálních partiích probíhala sedimentace.

Moldanubiské horniny prodělaly od svrchního ordoviku heterogenní metamorfózu za vysokých teplot a vzniklo tak mnoho různých granitoidů. Tato nerovnoměrnost se projevila v zonálnosti moldanubika.

Obr. 13: Schématická geologická mapa moldanubika



Na přelomu karbonu a permu dochází k ustálení dějů souvisejících s poklesem teplot. Základními procesy tohoto období jsou zvětrávání a odnos. Toto období trvá až do svrchní křídý. Během alpínského vrásnění začátkem křídý vznikla řada pokleslých partií, které tvoří současné jihočeské pánve.

Zkoumaná oblast patří dle dělení metamorfovaných jednotek jihočeského moldanubika do zóny dvojslídnych rud. Tyto rudy se vyznačují obsahem křemenoživcových čoček s krystaly kyanitu, andalusitu, rabitu. V průběhu kvartéru pak docházelo k dalšímu zvětrávání a ukládání (Holubec 1990, Chábera 1998).

2.3 Klima

Podhůří Novohradských hor se rozkládá v přechodném podnebném pásu středoevropského typu, který je charakteristický vyváženým vlivem oceánu a pevniny. Důležitými faktory majícími vliv na klima v oblasti jsou nadmořská výška a reliéfová členitost. Pro klima v podhůří Novohradských hor je rozhodující sousedství se Šumavou na západě a s Alpami na jihozápadě. Obecně v České republice převládá západní proudění větrů přinášející srážky od Atlantského oceánu. Novohradské podhůří se nachází ve srážkovém stínu tohoto proudění, což se projevuje nižšími srážkovými úhrny. Vliv Alp je patrný zejména v zimním období, kdy se prosazují účinky jihozápadního fěnu, který se projevuje vyššími teplotami, nižší relativní vlhkostí vzduchu, rozpouštěním srážek a oblačností. Naopak v letním období se Novohradské hory stávají návětrnou stranou pro proudění ze severu, které s sebou přináší srážky a jejich úhrny tedy v létě stoupají (Kubeš 2004).

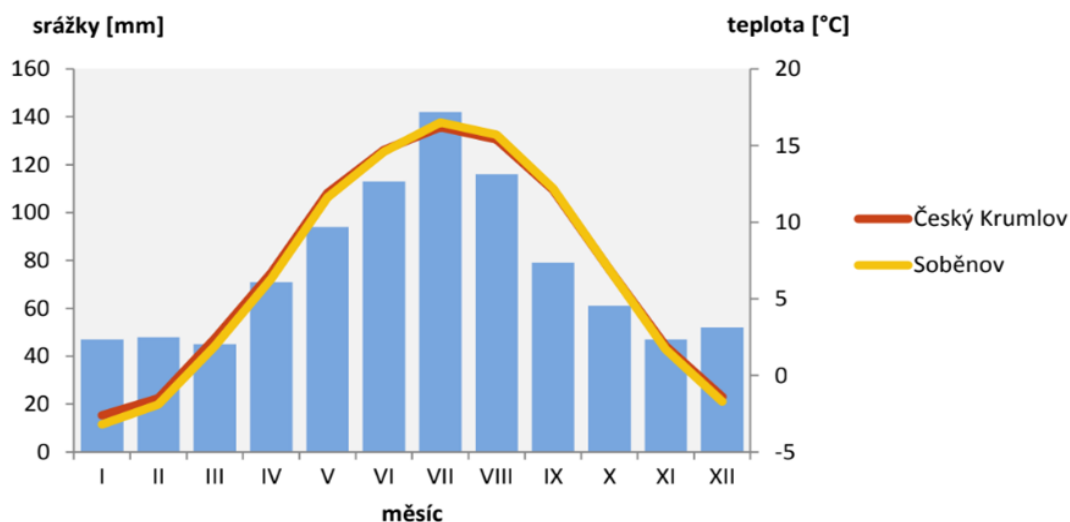
Novohradské hory společně s Českomoravskou vrchovinou tvoří kotlinu, ve které se v zimě často tvoří inverze do 700 metrů nad mořem a ve vyšších polohách s rostoucí nadmořskou výškou jsou díky inverzi teploty vyšší (Kubeš 2004).

Dle nové Quitovy klasifikace podnebí, která je založena na datech z let 1901–2000, je studované území situované v mírně teplé oblasti bohaté na srážky. Průměrné roční úhrny se pohybují v rozmezí 700–800 milimetrů. Nejvíce srážek spadne v průběhu letních měsíců. Průměrné roční teploty se zde pohybují v rozmezí 5 a 6 °C (Hrnčiarová 2010). Na obrázku 14 je znázorněn klimagram s průměrnými měsíčními úhrny srážek a průměrnými teplotami vzduchu. Data pocházejí z období 1901 až 1950. Jde o stejná data, podle kterých je sestavena původní Quittova klasifikace z roku 1971 (Kubeš 2004). Z důvodu absence dat nebylo možné použít údaje přímo pro osadu Cetviny a obec Dolní Dvořiště, tudíž byla použita data z nejbližších obcí (obr. 14).

Teplotní maximum připadá na měsíc červenec a minimum na leden. Důležitý je i počet dnů s charakteristickými teplotami. Ve studované oblasti s nadmořskou výškou kolem 630 m nad mořem je průměrně 37–45 ledových dnů v roce, kdy maximum denní teploty nepřekročí 0 °C. Mrazových dnů, kdy minimální teplota nepřekročí 0 °C je zde 126–142 za rok. Když je maximum denní teploty rovno, nebo vyšší než 25 °C, jde o letní den. Letních dnů je ve studované oblasti 19–30 ročně.

Tropické dny, kdy maximální denní teplota je rovna nebo větší než 30 °C, jsou zde 2–3 za rok (Kubeš 2004).

Obr. 14: Průměrné měsíční úhrny srážek v roce poblíž studované oblasti za období 1901–1950

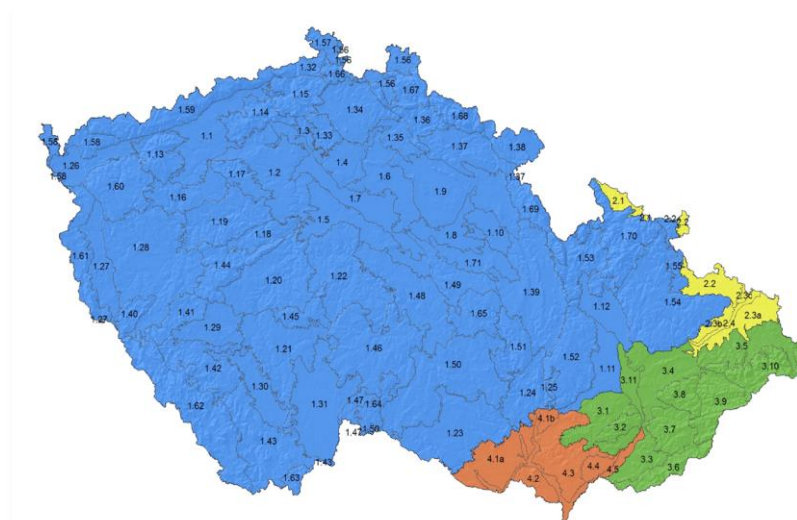


Zdroj: Kubeš 2004

2.4 Biogeografie studované oblasti

Oblast Horní Malše patří dle biogeografického členění do Hercynské biogeografické provincie, ta se dále dělí na bioregiony (obr. 15). Horní Malše patří díky své poloze ke dvěma bioregionům, Českokrumlovskému 1.43 a Novohradskému 1.63. Většina studovaného území se však rozkládá v Českokrumlovském bioregionu, který tvoří západní část celého území a geomorfologický celek Novohradské podhůří (Culek et al. 1996).

Obr. 15: Biogeografické regiony ČR vymezené Culkem



Zdroj: Culek 1996

Českokrumlovský bioregion

Českokrumlovský bioregion se vyznačuje velkou rozlohou a s tím souvisí i relativně vysoká biodiverzita. Typickou mozaiku tvoří biota 3. dubo–bukového a 5. jedlobukového vegetačního stupně. Ostrůvkovitě lze vidat teplomilnou nebo horskou biotu. V nižších polohách lze nalézt acidofilní doubravy. Vyšší polohy jsou zastoupeny květnatými bučinami. Nelesní společenstva jsou většinou sekundární louky a pastviny (Culek et al. 1996). Flóru zastupují druhy středoevropské podhorské květeny, např. svízel vonný (*Galium odoratum*) a kopytník evropský (*Asarum europaeum*). Alpský vliv se projevuje prostřednictvím druhů, které zde mají severní hranici výskytu: pleška stopkatá (*Willemetia stipitata*), olše zelená (*Alnus alnobetula*), kýchavice bílá pravá (*Veratum album* subsp. *album*). V jižní části bioregionu lze narazit na teplomilné druhy z Podunají. Například ostřici Micheliovu (*Carex michelii*) a čilimník nízký (*Chamaecytisus supinus*).

Fauna je typická pro vyšší polohy hercynika. V malém počtu lze potkat losa evropského (*Alces alces*), dále tetřeva hlušce (*Tetrao urogallus*) a tetřívka obecného (*Tetrao tetrix*), nebo také chřástala polního (*Crex crex*). Horní části vodních toků patří do pstruhového pásma (Culek 1996).

Českokrumlovský bioregion je mnohem více ovlivněn činností člověka než Novohradský bioregion. Lesy zaujímají cca 40 % plochy a tvoří spíše ostrůvkovitou mozaiku mezi zemědělsky využívanými půdami (Kubeš 2004).

Novohradský bioregion

Novohradský bioregion se nachází na jihovýchodě Jižních Čech, většina jeho plochy však leží v Rakousku. Bioregion je tvořen geomorfologickým celkem Novohradské hory a v České republice činí 171 km² převážně ploch hornatin. Typickou mozaiku zastupuje biota 5. jedlovo-bukového, na vrcholech i 6. smrko-jedlovo-bukového vegetačního stupně. Potenciální vegetaci tvoří květnaté bučiny, acidofilní horské bučiny a podmáčené smrčiny. Biota má tedy horský ráz, druhy středních poloh však vystupují neobvykle vysoko. Flóra je významně obohacena o alpské prvky, například šafrán bělokvětý (*Crocus albiflorus*), nebo kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*). Fauna je typická pro horské oblasti hercynie. Netypická zóna je charakterizována nižším reliéfem s ostrovy bikových bučin, a tvoří tak přechod

k Českokrumlovskému bioregionu (1.43). Dnes převažují smrkové kultury, zachováno je několik bučin, podmáčených smrčín a rašelinných luk (Matoušková 2004).

Kvůli drsnějším podmínkám byly Novohradské hory osídlovány výrazně později než oblasti okolní. Díky tomu a rovněž díky citlivějšímu lesnímu hospodaření se zde zachovala přirozená společenstva, především bučin s javorem a smrkem, nebo jedlí. Buk je v lesích na strmějších svazích poměrně hojný. Na skalách a balvaništích se přirozeně vyskytuje i borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dominantní dřevinu ovšem zastupují lignikultury smrku. Po II. světové válce bylo vysídleno německé obyvatelstvo a dnes je v bioregionu jen pár rekreačních vsí s minimem trvalých obyvatel. Mimo les se vyskytují jen louky a pastviny, dnes opět asi z poloviny obhospodařované. Zůstalo zde několik menších nádrží s oligotrofní vodou, původně sloužících k plavení dřeva na horských říčkách (Matoušková 2004).

2.5 Historie výzkumu lišejníků PP Horní Malše

Novohradské hory byly donedávna lichenology opomíjeny. Ve srovnání s biologicky atraktivnějšími místy na Šumavě lze říci, že Novohradské hory byly v minulosti zkoumány lichenology jen sporadicky a většina publikací je spíše recentních. Novohradské podhůří je z hlediska lichenologického výzkumu ještě více stranou. Peksa et al. (2004) v práci nazvané Lišejníky píše, že první zmínky o lišejnících z oblasti Kaplicka se vztahují ke jménu Anton Leopold Kirchner, o jehož sběrech se zmiňuje ve své práci Rabenhorst (Peksa et al. 2004). Ve dvacátém století již Novohradské hory navštěvovali lichenologové častěji. O některých druzích publikovali články autoři Lisická v roce 1980, Kuthan v roce 1981 a Kocourková v roce 1998 (Peksa et al. 2004). Práce, které se zaměřovaly zejména na rozšíření lišejníků, bioindikaci a jejich ohrožení publikovali Liška v roce 1996 nebo Liška a Pišut v roce 1997 (Peksa et al. 2004). Ve svých studiích také Zdeněk Palice zmiňuje jednotlivé nálezy z Novohradských hor (Palice 1999, Palice et al. 2003). V roce 2012 se v Novohradských horách uskutečnilo bryologicko-lichenologické setkání (Malíček et al. 2013). Jednoznačně nejrozsáhlejší floristickou prací z Novohradských hor, která se věnovala lišejníkům nedalekého Žofínského pralesa a okolí, je publikace Jiřího Malíčka a Zdeňka Paliceho z roku 2013 (Malíček et al. 2013). Na samotném území PP Horní Malše doposud žádný lichenologický průzkum nebyl a tak tato studie doplní poznání lichenoflóry Novohradska.

3 EPIFYTICKÉ LIŠEJNÍKY A FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ JEJICH VÝSKYT

Lišejníky jsou dle definice symbiotické organismy, obvykle složeny z houby (mykobiont) a jednoho, nebo více fotosyntetizujících organismů (fotobiontů), kterými jsou nejčastěji zelené řasy nebo sinice. Spojení dvou organismů ve stélce lišejníků je běžné, ovšem některé druhy lišejníků jsou tvořeny symbiózou tří i více organismů (Pišút 1984, Nash 2008). Dalšího partnera v symbióze organismů tvořících lišejník, stopkovýtrusnou houbu z rodu *Cyphobasidium*, zanořeného ve svrchní vrstvě makrolišejníků, popsali ve své práci Spribille et al. (2016). Na povahu symbiózy v lišejníku existuje celá řada názorů. Základní teorie hovoří o klasickém mutualismu, kdy ze symbiózy profitují oba zúčastněné organismy, některé studie vidí vztah jako kontrolovaný parazitismus, protože mykobiont profituje mnohem více než fotobiont, který je zároveň brzděn v růstu oproti běžným podmínkám, ve kterých se samostatně vyskytuje (Nash 2008). Základní rozdělení stélek dle morfologického hlediska je na korovité, lupenité a keříčkovité (Pišút 1984).

3.1 Epifytické lišejníky

Epifyt je definován jako organismus žijící na rostlině nebo na jejích odumřelých vnějších pletivech, aniž by z jejích živých pletiv čerpal vodu nebo živiny (na rozdíl od parazitů). Může ale čerpat vodu a látky v ní rozpuštěné z odumřelých vnějších pletiv (Barkman 1958). Povrch stromů tvořený borkou jako substrát pro lišejníky nabízí širokou škálu velmi rozdílných podmínek, a i v rámci jednoho jedince mohou poskytovat relativně širokou nabídku mikrostanovišť. Epifytické lišejníky získávají jen velmi málo živin ze substrátu, na kterém jsou uchyceny. Většina jejich zdrojů pochází z atmosféry, z látek, které se v ní vyskytují, nebo jsou vlivem proudění transportovány, a také z vody, ať už ve formě mlhy či srážek, která na sebe tyto látky váže. Látky se v atmosféře vyskytují buď přirozeně, nebo jako emise z antropogenní činnosti. Absence ochranné vrstvy na stélce organismu, intenzivní kontakt se vzduchem, výměna plynů, absorpce kapalin, citlivost ke změnám chemismu, depozice látek v tělech lišejníků, dlouhověkost, všechny tyto vlastnosti dělají z lišejníku jeden z nejlepších bioindikátorů kvality ovzduší (Nash 2008).

3.2 Stanoviště

Podmínky stanoviště jsou rozhodující pro výskyt a druhovou pestrost lišejníků. Odborná literatura uvádí jako hlavní faktory stanoviště světlo, vlhkost, textura a povrch borky a její stáří, kontinuitu stanoviště, pH borky a znečištění ovzduší v oblasti (Hauck 2011).

Světlo

Množství a intenzita světla jsou jedním z klíčových faktorů pro všechny fotosyntetizující organismy, ne jinak je tomu i u lišejníků. V hustých zapojených korunách stromů jsou stálejší podmínky co do vlhkosti či změny teploty, ale prostup světla je mnohem nižší než na kmeny stromů. Stejnou závislost lze pozorovat z hlediska zapojenosti lesních komplexů oproti rozvolněným hájům. Stinná místa a zapojenější komplexy jsou obsazovány spíše mechroasty, zatímco exponovanější partie stromů nebo krajiny kolonizují lišejníky, které dobře snášejí střídání vodního režimu (Sales 2016). Světlo v kombinaci s hydratací je také určujícím faktorem pro rychlost růstu a celkovou biomasu lišejníku (Palmquist 2000).

Vlhkost

Společně se světlem je vlhkost, množství a četnost srážek jeden ze dvou nejdůležitějších faktorů stanoviště (Gottardini et al. 2004). Fotosyntéza ve stélkách lišejníků probíhá ve fázi navlhčení a jejich růst je také přímo závislý na množství srážek. Stanoviště s vysokým ročním úhrnem srážek a častými mlhami jsou výrazně bohatší na druhy i velikost lišejníků než oblasti s méně častými dešťovými srážkami (Liška 2003).

Při vysušení přeruší lišejníky látkovou výměnu a upadají do metabolického spánku, ve kterém vydrží i dlouhá období sucha. S obsahem vody se mění i světelná propustnost stélky, tzv. světelná saturace. Při vysušení je redukována prostupnost světla stélkou v rozmezí 54–79 %. Tento princip chrání buňky fotobionta před vysokou teplotou a nadměrným světlem (Nash 2008).

Textura povrchu borky a její stáří

Z většiny prací zabývajících se epifytickými lišejníky vyplývají velmi podobné závěry týkající se stáří a velikosti stromů. Staré stromy jsou nositeli biodiverzity (Lie et al. 2009). Borka starých stromů má výraznější členitost, větší hloubku a hrubost povrchu.

Díky tomu má povrch starých stromů větší plochu a poskytuje různá mikrostanoviště pro druhy s odlišnými ekologickými nároky. Se stářím stromu stoupá i obsah vody a živin v borce. Synergickou roli hraje stáří stromů z pohledu dostatečně dlouhého časového období pro obsazení a vývoj populací epifytických lišejníků (Hauck et al. 2011).

Kontinuita stanoviště

V roce 1974 při výzkumu zaměřeném na listnaté lesy Velké Británie poprvé hovoří Petekén a Rose o kontinuitě lesa (Rostad et al. 2002). V současnosti je kontinuita lesa nejčastěji skloňována v souvislosti s určováním oblastí cenných z hlediska ochrany přírody (Röstell 2006).

Definice kontinuity je nejednotná a lze na ni nahlížet z mnoha úhlů pohledu. Pro představu bylo uvedeno alespoň pár hlavních způsobů definování kontinuity. Pojem Ecological continuity je spojován s přírodními, starými, nebo tradičním způsobem obhospodařovanými lesy. Synonymem někdy bývá environmental continuity, nebo forest continuity. Ecological continuity je také chápána jako kontinuita porostu v prostoru různé velikosti (místní kontinuita, kontinuita krajiny) a vyjadřuje dlouhodobou dostupnost vhodného porostu, nebo biotopu v rámci celé krajiny (Norden et Appelquist 2001).

Studiu kontinuity se věnovali především vědci severských zemí, a proto pro zjednodušení problematiky konceptu kontinuity byla uvedena definice Švédské lesní agentury: kontinuální lesní porost je dlouhodobě zalesněná plocha bez známek změn v druhovém složení od roku 1700 (Röstell 2006).

Kontinuita lesa se vyznačuje především vyšší strukturální složitostí dřevinné skladby a jejího stáří, hustoty lesa a korunového zápoje, množstvím mrtvého dřeva (Ellis 2012). Biotopy s dlouhodobou kontinuitou poskytují různorodé životní prostředí a podmínky i pro epifytické lišejníky a pozitivně se odráží na jejich diverzitě (Lesica et al. 1991).

Potenciál vodíku borky - pH

Epifytické lišejníky nejsou striktně vázány k určitému druhu dřeviny. Vztah lišejníku k substrátu je nejčastěji vyjádřen preferencí určitého typu a stáří borky, pH potenciál vodíku borky se stářím stromů, orientací, lokací na kmeni či koruně mění, a tak lze na jedné dřevině nalézt různá společenstva lišejníků. Často je pH také ovlivněno

vnějšími faktory jako je například pH půdy, kyselými srážkami vzniklými antropogenními emisemi (Liška 2003).

Dle výzkumů prováděných na jehličnatých stromech bylo prokázáno, že hodnota pH se zvyšuje od báze směrem nahoru a maxima dosahuje v horní části koruny (Kermit et Gauslaa 2001). Nedávné výzkumy také odhalily posun ve společenstvech lišejníků způsobený změnou pH borky a také přímým vlivem zásaditých látek antropogenního původu v atmosféře, protože zásadité prachové částice mění pH kůry směrem k subneutrálním až neutrálním hodnotám (van Herk 2001, Marmor 2010).

Podle pH borky se dřeviny dělí do tří skupin: kyselé [pH 3–5], subneutrální [5,1–6,0] a neutrální [6,1–7,0] (van Herk 2001).

Znečištění ovzduší

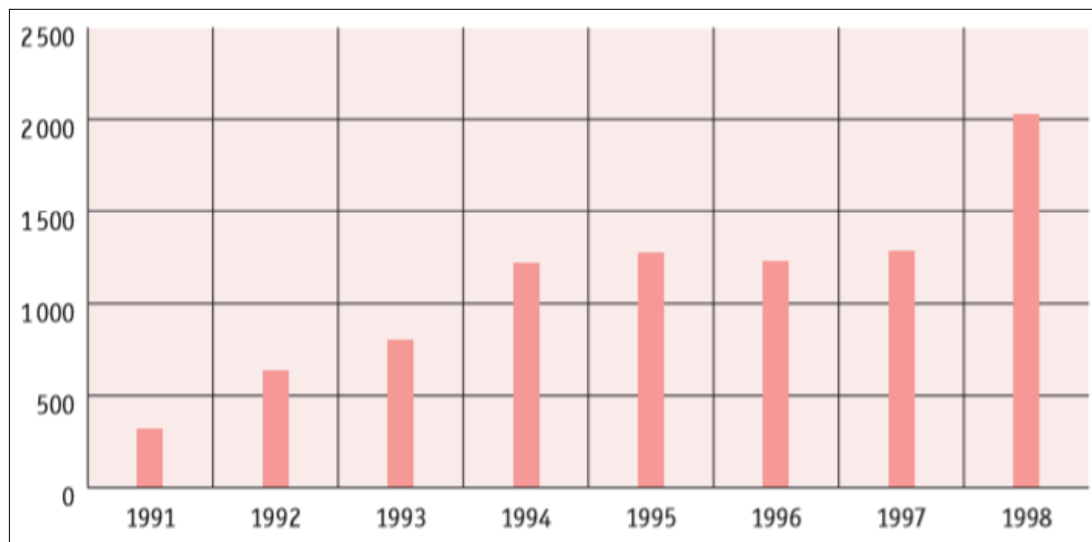
Kvalita ovzduší v České republice se od roku 1989 výrazně zlepšila. V roce 1991 začaly platit zákony, jež přinutily tepelné elektrárny odsiřovat spaliny a všechny velké zdroje znečištění různými způsoby snížit emise oxidů síry. Před rokem 1990 bylo snížení dopadů energetiky na životní prostředí řešeno především výstavbou vysokých komínů a instalací filtrů na tuhé emise, z dnešního hlediska s neadekvátní účinností, které měly zajistit snížení koncentrace tuhých emisí v okolí elektráren. Výše poplatků za znečišťování ovzduší byla extrémně nízká a závisela na výšce komína. Vedle emisí sloučenin síry rostly se zvyšující se výrobou elektřiny také emise tuhých znečišťujících látek. Důsledkem bylo například odumírání lesů v Krušných horách, Jizerských horách, Krkonoších a podobně. Docházelo i k přeshraničnímu znečištění. Typickým reprezentantem v Čechách byl „Černý trojúhelník“, který tvořilo Mostecko s několika dalšími okresy Severních Čech a Dolní Slezsko. Na konci 80. let se stacionární energetické zdroje podílely na celkových emisích SO₂ (oxid siřičitý) 97 %, na emisích NO_x (oxidy dusíku) 76 % a na emisích tuhých látek přibližně 96 % (Cenia 2008).

Vývoj emisí a znečištění ovzduší

Zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší před znečišťujícími látkami zavedl přísné emisní limity. Limity byly v roce 1991 stanoveny Opatřením Federálního výboru pro životní prostředí. Termín pro dosažení limitů byl stanoven k 31. 12. 1998. Zákon ovlivnil rozhodnutí ČEZ, a.s. (Český Energetický Závod, akciová společnost) odstavit v průběhu let 1991–1998 celkem 2 030 MW (megawatt) výkonu v hnědouhelných elektrárnách a rekonstruovat dalších 6 400 MW výkonu, což přineslo významné

snížení sledovaných emisí. Kotle jednotlivých elektráren byly postupně odstavovány a modernizovány, probíhala také výstavba odsiřovacích zařízení s cílem snížit emise SO₂, které spolu s NO_x způsobují acidifikaci prostředí. Postup útlumu ukazuje graf na obrázku 16 (ČEZ, a.s. 2019).

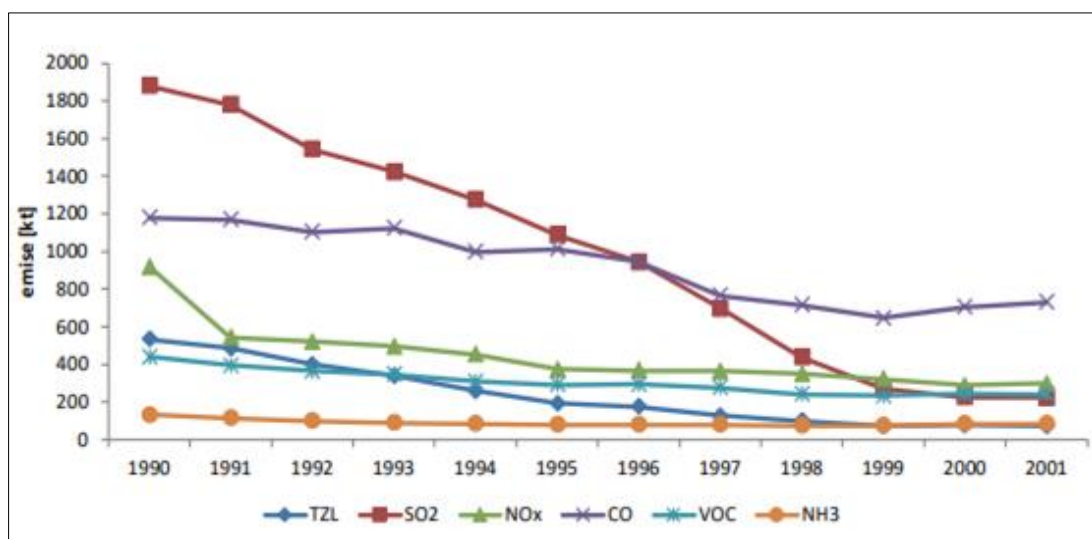
Obr. 16: Realizovaný program útlumu uhelných bloků ČEZ, a.s. (MW) v letech 1991–1998 v ČR



Zdroj: Cenia 2008

V období let 1990 až 2001 se v České republice významně snížily emise SO₂ z energetických zařízení na 12 %, emise tuhých znečišťujících látek (TZL) na 7 %, emise NO_x na 30,8 % a emise CO₂ na 74,1 % (obr. 17).

Obr. 17: Vývoj emisí sledovaných polutantů ovzduší v letech 1990–2001 v ČR



Zdroj: Cenia 2008

Zmiňovaný zákon č. 309/1991 Sb. ovlivnil nejen energetiku, Registr emisí a zdrojů znečištění ovzduší – REZZO 1, ale významným způsobem i v sektoru výroby

železa a oceli, kde došlo po roce 1990 k výraznému poklesu výroby, u spalovacích zdrojů s nižším tepelným výkonem (REZZO 2, výtopny/kotelny) postupně docházelo k náhradě pevných a kapalných fosilních paliv zemním plynem, rozšířil se počet zpoplatněných znečišťujících látek a zvýšily se sazby za jejich vypouštění (ČHMÚ 2018b).

Emise z lokálního vytápění domácností REZZO 3 poklesly nejvíce v období 1993–1997 vlivem plynofikace obcí a státní podpory vytápění elektřinou. Spotřeba pevných fosilních paliv byla v roce 2001 o 67 % nižší ve srovnání s rokem 1990.

Emise hlavních znečišťujících látek a emise částic ze zdrojů REZZO 4 klesaly z důvodu přirozené obnovy vozového parku. Ukončení prodeje olovnatého benzínu v roce 2001 se projevilo výrazným snížením emisí olova do ovzduší (ČHMÚ 2018b).

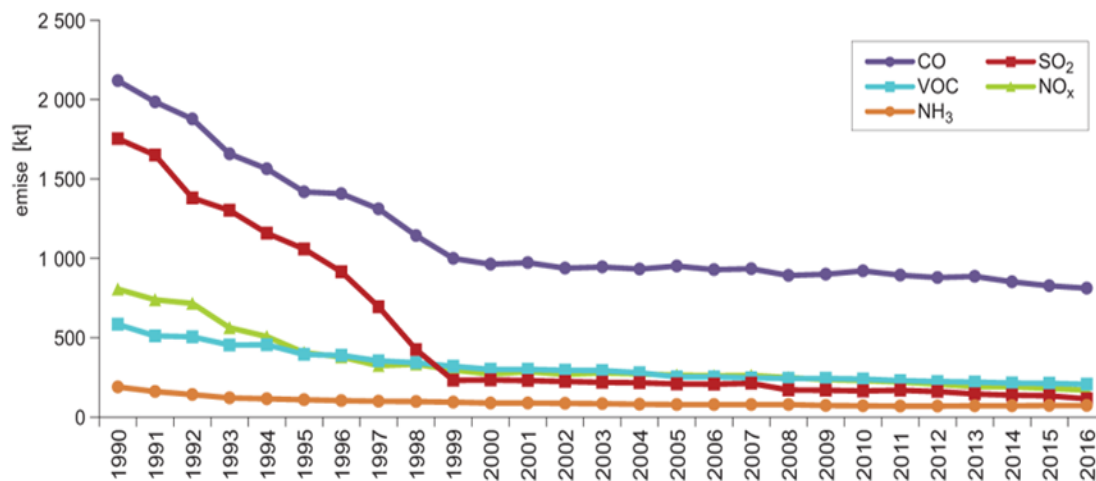
V roce 2002 vstoupila v platnost legislativa, která v sobě reflektovala řadu evropských směrnic. Byl přijat zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší, který společně se zákonem č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění vytvořil základní rámec pro řešení problematiky znečišťování ovzduší. Česká republika se zavázala plnit národní emisní stropy pro emise SO₂, NO_x, VOC (těkavé organické látky – Volatile organic compounds) a NH₃ (amoniak) podle směrnice 2001/81/ES s platností k roku 2010 (Zákon 86/2002 SB, ČHMÚ 2018b).

Významnější pokles emisí zdrojů kategorie REZZO 1 nastal v důsledku naplnění Národního programu snižování emisí ze stávajících zvláště velkých spalovacích zdrojů (Nařízení vlády č. 372/2007 Sb.), který zavedl emisní stropy TZL, SO₂ a NO_x stanovené pro jednotlivé zdroje LCP (Large Combustion Plants – spalovací zařízení se jmenovitým tepelným příkonem vyšším než 50 MW) od roku 2008 (ČHMÚ 2018b).

V roce 2012 vstoupil v platnost zákon o ochraně ovzduší, který zavedl přísnější emisní limity pro spalovací zdroje podle směrnice 2010/75/EU, o průmyslových emisích. Platnost některých nových emisních limitů je časově odstupňovaná, aby se provozovatelé zdrojů mohli na jejich plnění připravit. V souvislosti s vydáváním závěrů o BAT (nejlepší dostupné technologie – Best Available Technology) dochází ke změnám integrovaných povolení průmyslových zdrojů zejména v oblasti stanovování a plnění emisních limitů. Mezi nejvýznamnější technická opatření ke snížení emisí v období 2013–2016 patřily instalace zařízení na odsiřování a denitrifikaci spalín, instalace tkaninových filtrů u elektrostatických odlučovačů (ČEZ, a.s. 2019). Nová legislativa se zaměřila ve větší míře také na omezení emisí ze

sektoru lokálního vytápění domácností zavedením minimálních hodnot emisních parametrů pro spalovací zdroje s celkovým jmenovitým tepelným příkonem do 300 kW při jejich uvádění na trh od roku 2014 a 2018. Od roku 2022 bude v této skupině zdrojů možné provozovat pouze kotle splňující 3. emisní třídu, čímž by mělo dojít k odstavení a nahrazení starých typů kotlů (ČHMÚ 2018b). Následující graf znázorňuje vývoj emisí vybraných polutantů v letech 1990–2016 (obr. 18).

Obr. 18: Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek ovzduší v letech 1990—2016 v ČR



Zdroj: ČHMÚ 2018a

Atmosférická depozice

Atmosférická depozice je tok látek z atmosféry k zemskému povrchu. Tento proces významně přispívá k samočištění ovzduší, na druhé straně je však vstupem znečišťujících látek do jiných složek prostředí. Atmosférická depozice se dělí na vertikální a horizontální. Vertikální depozice formou dešťových srážek, sněhových srážek a krup je dlouhodobě sledována. K horizontální depozici dochází prostřednictvím mlhy, nízké oblačnosti, rosy, námrazy, jinovatky a ostatních typů horizontálních srážek (Hůnová 2009).

Depozice má dále složku mokrou a suchou. Složka mokrá je spojena s výskytem atmosférických srážek a je tedy nahodilá. Složka suchá představuje depozici plynů a částic různými mechanismy a probíhá neustále (Braniš et Hůnová 2009).

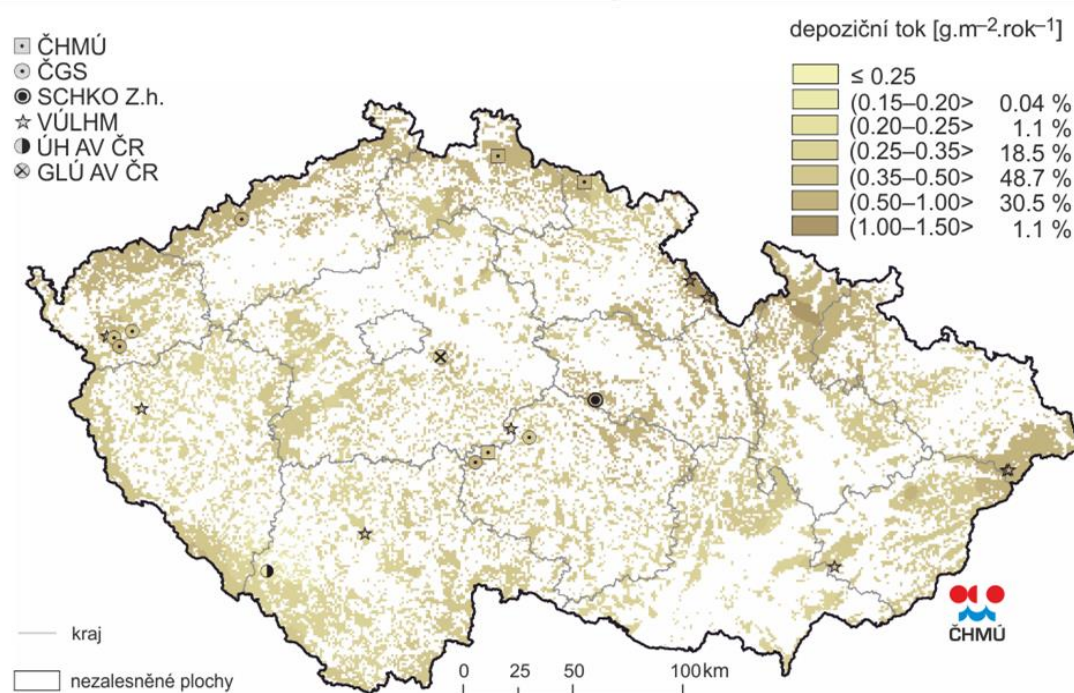
Kvantifikace celkové atmosférické depozice je důležitá pro studium jejích účinků na přírodní prostředí. Kvantifikace jednotlivých složek depozice se významně liší vzhledem k obtížnosti metody a robustnosti získaných výsledků. Relativně nejsnadněji měřitelná je mokrá vertikální depozice, naopak metoda pro přímé měření suché depozice není k dispozici, hodnoty suché depozice jsou odhadovány za použití

různých, zpravidla poměrně komplikovaných metod. Nejobtížněji kvantifikovatelnou složkou atmosférické depozice je depozice horizontální, která se měří pouze výjimečně, a reálná depozice bývá většinou vzhledem k této složce značně podhodnocena (Hůnová et al. 2011).

Mapy mokré depozice jednotlivých polutantů jsou tvořeny na základě průměrných ročních koncentrací iontů ve srážkách a z průměrných ročních srážkových úhrnů, které byly změřeny pomocí srážkoměrných stanic se zohledněním vlivu nadmořské výšky na množství srážek (Seinfeld et Pandis 2006).

Suchá depozice síry a dusíku byla spočtena na základě polí průměrných ročních koncentrací SO_2 a NO_x pro Českou republiku a depozičních rychlostí pro oxid siřičitý $0,7 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ / $0,35 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ a oxidy dusíku $0,4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ / $0,1 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ pro území s lesními porosty / území bezlesé. Celková depozice je součtem obou typů, mokré a suché (Seinfeld et Pandis 2006).

Obr. 19: Pole podkorunové roční depozice síry v roce 2017



Zdroj: ČHMÚ 2017

Z biologického hlediska je pro výzkum epifitických druhů zajímavá také mapa podkorunové depozice síry (obr. 19), která byla vytvořena pro místa s porosty na základě koncentrací síry v podkorunových srážkách (takzvaných throughfall) a z verifikovaného množství srážek procentuálně modifikovaného množstvím srážek naměřeným pod porosty na jednotlivých stanicích (v rozsahu 59 – 93 % srážkového

úhrnu na volné ploše pro rok 2015). Podkorunová depozice síry znázorněna na obrázku 19 obecně zahrnuje mokrou vertikální a horizontální depozici (z mlh, nízkých oblačností a z námraz) a suchou depozici částic a plynů v porostech (ČHMÚ 2017).

Kyselé deště

Emitovaný oxid siřičitý, hlavní polutant minulého století, se fotochemickou nebo katalytickou reakcí mění na oxid sírový, ten hydratován vzdušnou vlhkostí vytváří aerosol kyseliny sírové, čímž vzniká fenomén tzv. kyselých dešťů. Rychlost samotné reakce závisí na teplotě, vlhkosti, slunečním svitu, povětrnostních vlivech a přítomnosti katalyzujících částic. Kyselina sírová pak dále reaguje s alkalickými prachovými částicemi v ovzduší a vznikají sírany. Ty jsou z atmosféry vymývány srážkami, nebo se postupně usazují na zemském povrchu. Pokud v ovzduší není dostatek alkalických částic, oxid siřičitý okyseluje srážky až na pH <4. Tímto způsobem vznikají kyselé deště, které okyselují vodu i půdu a u stromů způsobují opad listů a jehlic (MŽP 2005). U lišejníků způsobují kyselé deště degradaci chlorofylu fotobionta, tzn. znemožnění fotosyntézy a přísun jejích produktů – cukrů pro houbového partnera (LeBlanc et Rao 1973).

4 METODIKA

Dnešní doba skýtá metodiky, kde jsou popsány postupy determinace lišejníků. Máme k dispozici velmi podrobné určovací klíče popisující zevrubně morfologické i biochemické znaky charakteristické pro daný druh. V případě nejasností jsou nápomocny metody jako například spot testy, TLC (tenkovrstevná chromatografie – Thin Layer Chromatography) a v neposlední řadě molekulární metody, stojící na vrcholu pyramidy současného poznání.

4.1 Terénní práce

Oblast studie tvoří přibližně deset kilometrů horního toku řeky Malše mezi osadou Cetviny a hraničním přechodem Dolní Dvořiště (obr. 2). Toto území lze označit jako centrální část přírodní památky a Evropsky významné lokality Horní Malše ve fyto geografickém okrsku 37n. Kaplické mezihorí (sensu Skalický 1988). Při výběru vhodných lokalit pro reprezentativní studii diverzity epifytických lišejníků bylo vycházeno z předpokladu pozitivní korelace diverzity dřevin, a tedy i lišejníků. Bohatá druhová skladba dřevin na stanovišti by se měla pozitivně odrazit na druhové diverzitě epifytických lišejníků. Nomenklatura cévnatých rostlin je uvedena dle Klíče ke květeně České republiky (Kubát 2002). Podkladem pro volbu vhodných lokalit byl monitoring přirozených biotopů AOPK, jehož výstupem jsou mapy přirozených a přírodě blízkých biotopů dostupné ze serveru Mapomat AOPK. Sbíráno bylo výhradně na české straně (tři ze čtyř zkoumaných míst jsou na hranici s Rakouskem). Veškeré mapy byly použity se souhlasem Ing. Vladimíra Hanse z Regionálního pracoviště AOPK pro Jižní Čechy. Podle zdrojů AOPK se v oblasti nalézají tyto přirozené biotopy:

K – Křoviny

- K1 Mokřadní vrbiny
- K2 Vrbové křoviny podél vodních toků
 - K2.1 Vrbové křoviny hlinitých a písčitých náplavů

L – Lesy

- L2 Lužní lesy
 - L2.1 Horské olšiny s olší šedou
 - L2.2 Údolní jasanovo-olšové luhy
- L7 Acidofilní doubravy
 - L7.1 Suché acidofilní doubravy

4.2 Determinace lišejníků

Část nalezených druhů (především makroskopické) byla určována přímo v terénu za pomoci kapesní lupy, se zvětšením 20×. Všechny sběry byly vysušeny a zmrazeny na cca dva týdny při teplotě -28 °C. Mikroskopické a další v terénu neurčitelné lišejníky byly sebrány a k pozorování morfologických znaků stélky a generativních orgánů byla využita binokulární lupa Olympus SZ51 (zvětšení 40×) a mikroskop Olympus CX31 (zvětšení 40×, 100×, 400×, 1000×).

Vzorky byly určovány pomocí odborné literatury, klíčů Smith et al. (2009), Wirth et al. (2013a, 2013b) a Ahti et al. (1999, 2002, 2007, 2011). Nomenklatura a stupně ohrožení jsou uvedeny dle českého Červeného seznamu (Liška et Palice 2010), herbářové položky budou uloženy v herbáři Katedry ekologie (FŽP). Výsledky druhové diverzity budou rovněž evidovány v národní databázi lišejníků a mechorostů Botanického ústavu AV ČR (Dalibor) a v Nálezové databázi AOPK ČR (NDOP).

Dalším determinačním postupem se stala metoda bodových testů. Jedná se o nespecifické barevné reakce lišejníkových stélek s následujícími činidly dle metodiky Orange et al. (2001), kdy se užívají:

K: 10% roztok hydroxidu draselného (KOH);

C: vodní roztok chlorového vápna (CaCl_2O_2), běžně nahrazováno přípravkem SAVO;

KC: po chvilce působení K se aplikuje na stejné místo C;

PD: parafenylendiamin ($(\text{H}_2\text{N})_2\text{C}_6\text{H}_4$) – čerstvě připravený roztok několika krystalů rozpuštěných v 96% etanolu;

I: jodjodkalium (roztok jodu a jodidu draselného).

Poslední užitou metodou se stala chromatografická analýza, o níž dále pojednává následující podkapitola.

Metoda TLC

U obtížně určitelných druhů je třeba použít sofistikovanějších laboratorních metod, z nichž stěžejní je metoda TLC (Thin Layer Chromatography – Chromatografie na tenké vrstvě). Ta slouží k identifikaci specifických sekundárních metabolitů

na základě jejich odlišné afinity k solventu a schopnosti migrace jednotlivých složek směsi v systému dvou fází – mobilní (pohyblivé, solvent) a stacionární (nepohyblivé, jemnozrnný sorbent fixovaný v tenké vrstvě silikagelu na skleněné nebo hliníkové desce) jak popisují Orange et al. (2001) a Kocourková (2016).

Prvním krokem je příprava vzorků. Do malých plastových uzavíratelných zkumavek (Eppendorf PCR tubes) bylo umístěno malé množství stélky lišejníku, přičemž nejdůležitější je nekontaminovat odebraný vzorek jiným druhem. Ke vzorkům přidáme aceton a necháme minimálně dvacet minut louhovat. Acetonu dáváme malé množství, aby byl roztok dostatečně koncentrovaný. Každou zkumavku označíme číslem, které bude odpovídat pozici na desce.

Dále je třeba připravit roztoky rozpouštědel. Solventů je celá řada a různé druhy se používají pro různé typy analýz. Mezi základní solventy náleží směsi: A a C (Orange et al. 2001). Pro běžné analýzy, jejichž cílem je pouze rozlišit a zařadit vzorky do druhů a jejichž sekundární metabolity jsou dobře zdokumentovány v odborné literatuře, lze použít pouze jeden typ rozpouštědla. Pro komplikovanější analýzy, je doporučeno použít více typů solventů. Pro TLC této studie byly použity solventy typu A a C.

Solvent A: toluen / dioxan / kyselina octová v poměrech 180 : 45 : 5 ml

Solvent C: toluen / kyselina octová v poměru 170 : 30 ml

Roztoky se připravují ve speciální digestoři, aby nedocházelo ke vdechování výparů z jednotlivých složek směsí. Nádobou pro roztoky je skleněná kyveta s krycím sklem se zabroušenou stranou. Kyvety s připravenými roztoky byly označeny etiketou, aby nedošlo k jejich záměně.

Jedním z dalších kroků je příprava desek. Používáme skleněné desky o rozměrech 20 × 20 cm, které jsou potaženy tenkou vrstvou silikagelu a sádry. Na desku měkkou tužkou narýsujeme tzv. startovní čáru, rovnoběžnou se spodním okrajem, od kterého je vzdálena 2 cm. Na startovní čáru se dále vynesou body v intervalech 0,9 cm pro 18 vzorků (včetně kontrolních) nebo v intervalech 0,8 cm pro 20 vzorků (včetně kontrolních). První a poslední bod by měl být od vnějšího okraje vzdálen 1,5 cm. Body jsou očíslovány a každému náleží „eppendorfka“ se stejným číslem. Deska je v horním rohu označena typem solventu, ve kterém bude použita.

Na takto připravené desky postupně nanášíme pomocí kapiláry o objemu 5 µl koncentrovaný roztok acetonu s vylouhovanými látkami z lišejníků. Pozici na desce

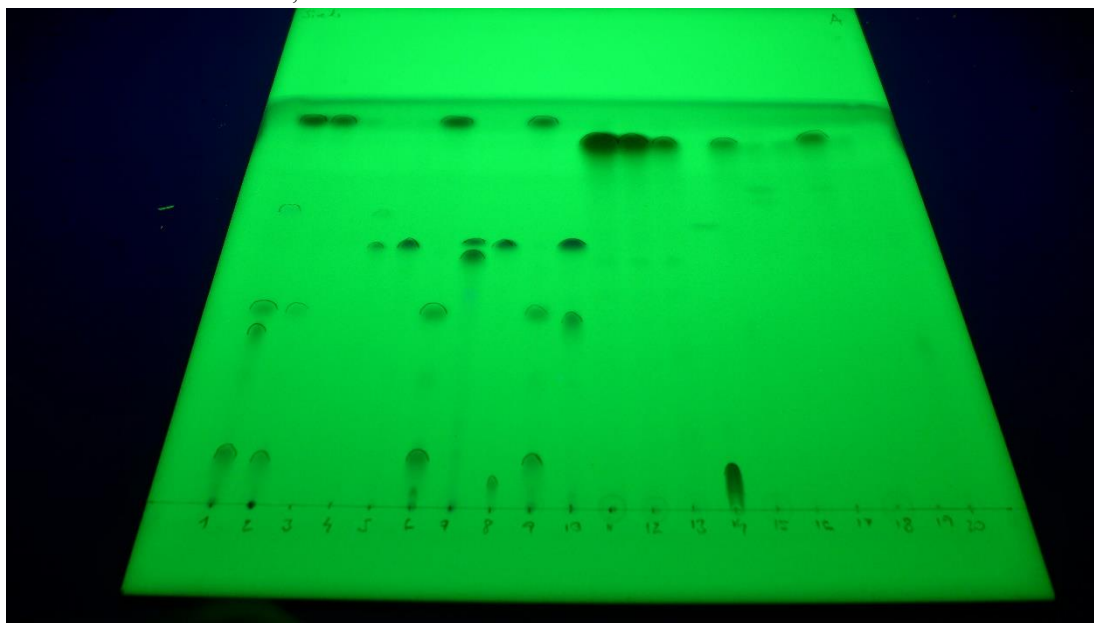
odpovídá číslo „eppendorfky“. Na každý bod nanese se roztok minimálně třikrát. Nanášené vzorky se na desce nesmějí dotýkat, proto je nutné pracovat přesně a dodržovat rozestupy mezi jednotlivými body.

Po odpaření acetonu se označená deska vkládá do chromatografické vany, kyvety s vyznačeným typem solventu. Deska musí být ve vaně umístěna tak, aby startovní čára s nanesenými vzorky byla nad hladinou rozpouštědla, které se na start a dále dostane vztlínáním. Chromatografické vany jsou po celou dobu vztlínání uzavřeny, aby se zamezilo odpařování rozpouštědla, což by mohlo negativně ovlivnit výsledky (okrajové efekty, deformace tvaru stop aj.) a jsou umístěny v digestoři (Kocourková 2016).

Rozpouštědlo se nechá vztlínat cca 4 cm pod horní okraj desky. Desky se vyjmou z chromatografických van a pomocí vysoušeče vlasů se urychlí odpaření rozpouštědla. Po odpaření se na desce tužkou označují viditelné skvrny obsahující pigment. Pro zviditelnění všech sekundárních metabolitů se používá celá řada metod.

Dále byly desky pozorovány v UV boxu pod UV lampou nastavenou na krátkou vlnovou délku 254 nm (obr. 20).

Obr. 20: Deska v UV boxu, vlnová délka 254 nm

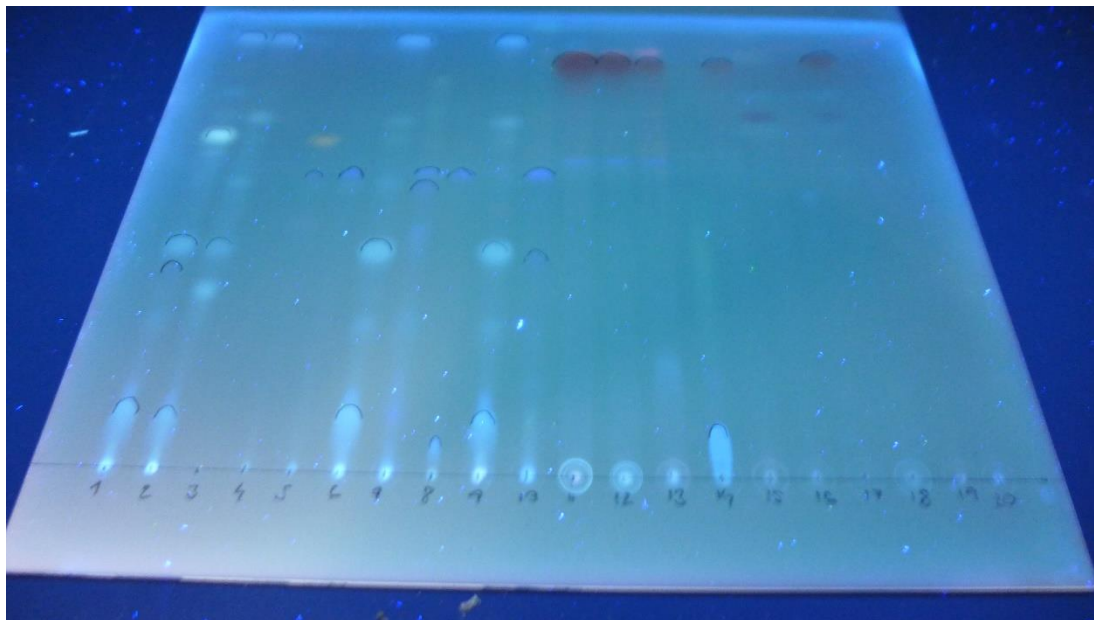


Zdroj: autor

Ke zvýraznění mastných kyselin byla na desku nanášena tenká vrstva vody, nesmáčivá místa jsou označena přerušovanou čarou. Ke zvýraznění organických látek bylo použito postřiknutí 10% kyselinou sírovou a následné zahřátí na TLC vařiči při teplotě 110 °C. Desky je nutno bedlivě hlídat, hotovy jsou, když jsou skvrny

výrazné a zároveň deska nesmí začít plošně hnědnout. Poslední metodou, která byla použita, bylo znovu pozorování desek v UV boxu pod UV lampou nastavenou tentokrát na dlouhovlnné záření 366 nm. Tato vlnová délka zvýrazní barvy sekundárních metabolitů, jeden ze zásadních faktorů pro správné určení látek (obr. 21).

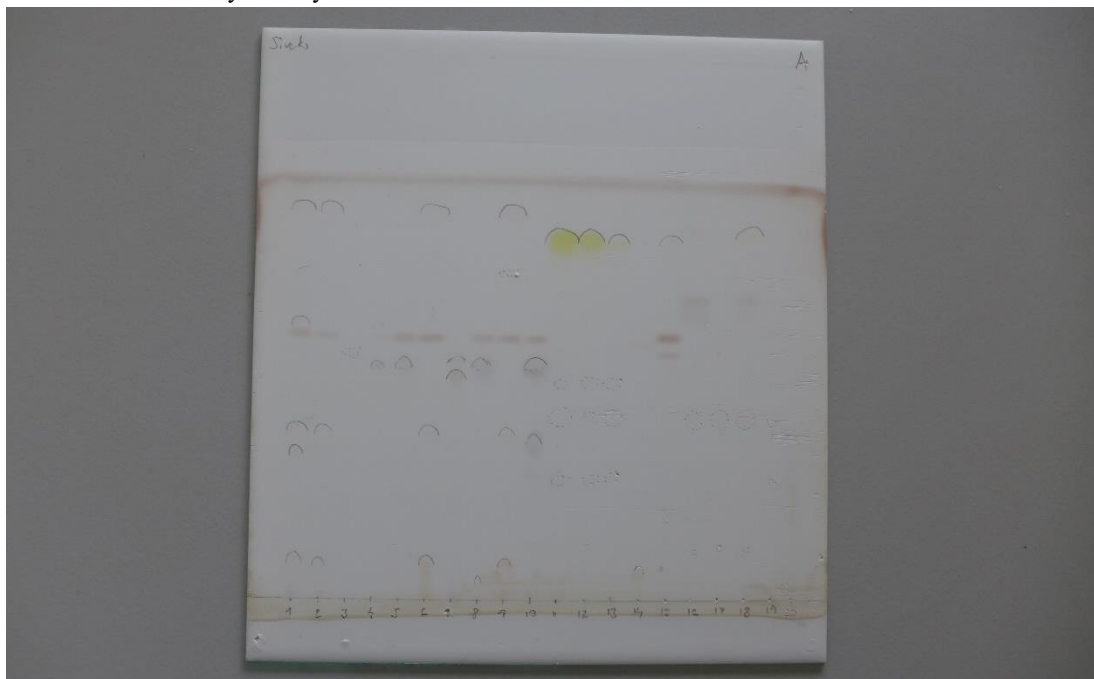
Obr. 21: Deska v UV boxu, vlnová délka 366 nm



Zdroj: autor

Během všech kroků se na desku zakreslují měkkou tužkou viditelné body a popisují jejich barvy (obr. 22).

Obr. 22: Deska se zvýrazněnými skvrnami sekundárních metabolitů



Zdroj: autor

Desky byly vyhodnocovány za pomoci odborné literatury Orange et al. (2001). Mezi kritéria pro vyhodnocení patří Rf (retenční faktor, podíl uražené dráhy od startu k celkové dráze na čelo solventu vynásobeno 100), barva a fluorescenční znaky skvrny. Příloha 1 v publikaci Orange et al. (2001) obsahuje údaje o 155 nejčastějších sekundárních metabolitech. Rf je zde uveden pro solventy A, B, C a G. Barva pod UV před zahřátím desky, barva po aplikaci kyseliny sírové a barva pod UV po zahřátí desky. V publikaci jsou k daným sekundárním metabolitům doporučené druhy kontrolních vzorků (Orange et al. 2001). TLC metoda byla využita pro potvrzení správnosti určení vzorků patřících k rodům *Lepraria* spp. a *Usnea* spp.

4.3 Ekologické indikační hodnoty a charakteristika druhů

Ekologické indikační hodnoty druhu dle práce Wirth (2010) vychází z původní Ellenbergovy koncepce z roku 1974. Každý indikátor může nabývat hodnoty z intervalu 1–9.

Ekologické indikátory:

L – Světlo

Tento ekologický indikátor je definován jako relativní osvit stanoviště v průběhu vegetačního období (od měsíce června do září), perioda vegetačního období je převzata z původní práce Ellenberga a vztahuje se k původnímu taxonu, cévnatým rostlinám. Škála indikátoru je popsána takto:

- 1 plně sciofytní s hodnotou relativního osvitu stanoviště <1 %, zřídka >10 %
- 2 mezi 1 a 3
- 3 sciofyt s hodnotou relativního osvitu stanoviště <5 %
- 4 mezi 3 a 5
- 5 hemisciofyt, hodnota relativního osvitu stanoviště >10 %
- 6 mezi 5 a 7
- 7 hemiheliofyt
- 8 mezi 7 a 9
- 9 heliofyt

T – teplota

Indikátor teploty vychází opět z Ellenbergových ekočísels, pro některé chladnomilné druhy (Wirth 2010) přiřadil k hodnotě ještě zonalitu a podnebné pásy:

- 1 pouze v mrazivých polohách, alpské a arktické druhy

- 2 mezi 1 a 3
- 3 převážně v chladných polohách, druhy subalpínské a vysokohorské
- 4 mezi 3 a 5, druhy hojně na chladných místech, horské druhy
- 5 intermediální stanoviště
- 6 mezi 5 a 7
- 7 většinou teplá stanoviště
- 8 mezi 7 a 9, také místa, která se v průběhu dne velmi ohřejí
- 9 pouze velmi teplá stanoviště, druhy střední Evropy a mediteránu

K – kontinentalita

Kontinentalita je dle Ellenberga (Ellenberg 1992) dána vzdáleností od pobřeží Atlantského oceánu na západě a na východě vzdáleností ke středu Euroasie.

- 1 euoceanický, druhy s výskytem v západní, jihozápadní a severozápadní Evropě
- 2 oceanický, zejména druhy západní Evropy
- 3 mezi 2 a 4
- 4 suboceanický, druhy střední Evropy s výjimečným výskytem ve východní Evropě
- 5 intermediální, druhy rozšířené od západní Evropy až po Sibiř, ale zároveň druhy střední Evropy, které se nevyskytují v západní ani východní Evropě
- 6 hojně rozšířené druhy, od západu na východ, například druhy boreálu
- 7 subkontinentální, druhy v západní Evropě, na Britských ostrovech a západní Francii velmi vzácně
- 8 kontinentální, druhy východní Evropy, řidce se vyskytující na specifických lokalitách střední Evropy
- 9 eukontinentální, druhy výhradně s východním rozšířením

F – vlhkost

O tomto ekologickém indikátoru hovoří Wirth (2010) jako o jednom z nejkomplicovanějších, protože lišejníky nemají na rozdíl od cévnatých rostlin aparát pro hospodaření s vodou, jsou tedy závislé na vlhkosti obsažené ve vzduchu a na dešťových srážkách, poukazuje také na fakt, že na mnoha místech jsou časté ranní mlhy a rosa schopny nahradit s ohledem na prosperitu lišejníků i dešťové srážky, kterých může být v některých oblastech nedostatek.

- 1 druhy extrémně suchých stanovišť
- 2 druhy vázané na suchá stanoviště s ročním úhrnem srážek do 750 mm
- 3 druhy tolerující suchá stanoviště, ale vyskytující se i ve vlhčích oblastech
- 4 druhy vyskytující se na stanovištích chudých na srážky, ale s vysokou vzdušnou vlhkostí
- 5 druhy vyhýbající se suchým lokalitám, vyskytující se na místech s ročním srážkovým úhrnem vyšším než 700 mm

- 6 druhy stanovišť s ročním srážkovým úhrnem převyšujícím 800 mm
- 7 druhy oblastí bohatých na srážky s ročním srážkovým úhrnem vyšším 1000 mm
- 8 druhy oblastí bohatých na srážky s ročním srážkovým úhrnem vyšším 1000 mm, krátkodobě snášející sucho
- 9 druhy velmi vlhkých oblastí s ročním srážkovým úhrnem vyšším než 1400 mm

R – reakce (pH)

Indikátor pH vychází z publikace Wirth (1995).

- 1 extrémně kyselý substrát s hodnotou pH pod 3,4
- 2 velmi kyselý substrát s hodnotou pH 3,4–4,0
- 3 poměrně kyselý substrát s hodnotou pH 4,1–4,8
- 4 poměrně/mírně kyselý substrát s hodnotou pH 4,5–5,2
- 5 mírně kyselý substrát s hodnotou pH 4,9–5,6
- 6 slabě kyselý substrát s hodnotou pH 5,3–6,1
- 7 subneutrální substrát s hodnotou pH 5,7–6,5
- 8 neutrální substrát s hodnotou pH 6,6–7,5
- 9 zásaditý substrát s hodnotou pH 7 a více

N – eutrofizace

Indikátor eutrofizace stanovil Wirth (2010) jako hodnotu atmosférické depozice organických a anorganických prachových částic vzniklých zemědělskou výrobou, pastvou, zemědělským hnojením. V prvních šesti hodnotách vždy po dvojici přiřadili stejnou míru eutrofizace.

- 1–2 téměř žádná eutrofizace habitatu
- 3–4 mírná/velmi slabá eutrofizace, slabá atmosférická depozice
- 5–6 poměrně zřetelná eutrofizace u solitérních stromů, skalních ploch, zdí
- 7 poměrně silná eutrofizace, silná depozice prachových částic na volně stojící stromy a skalní výchozy, volně stojící stromy v zemědělsky využívané krajině, lokality sousedící s veřejnými komunikacemi, místa často vyhledávaná ptáky k hnízdění či odpočinku
- 8 silná eutrofizace, sídliště ptáků, silná depozice prachových částic
- 9 velmi silná eutrofizace, extrémní pokryv báze stromů prachovými částicemi, časté močení zvěře a častý trus ptactva.

Ekologické indikační hodnoty dle práce Wirth (2010) byly přiřazeny k většině druhů, které byly uvedeny v tabulce 1. Výjimku tvořily druhy *Biatora globulosa*, *Calicium pinastri*, *Catillaria fungoides*, *Fuscidea pusilla*, *Halecania viridescens*, *Jamesiella anastomosans*, *Lecidea nylanderii*, *Lepraria elobata*, *Lepraria jackii*, *Micarea micrococca*, *Rinodina freyi*, *Rinodina griseosoralifera*, *Scoliciosporum sarothamni*

a *Usnea lapponica*. U některých druhů chybí pouze jednotlivé hodnoty určitého ekologického indikátoru. Veškeré chybějící údaje jsou v tabulce 1 u příslušného pole označeny „x“ a v analýze bylo k těmto údajům přistupováno jako k chybějícím datům.

Z hodnot jednotlivých ekologických indikátorů každého druhu byly stanoveny průměrné hodnoty indikátoru pro danou lokalitu.

Charakteristika druhů:

Údaje o růstové formě, typu stélky, strategii rozmnožování a typu fotobionta byly čerpány z informačního systému o lišejnících Itálie ITALIC 5.0 (Nimis et Martellos 2017) a jsou uvedeny pro jednotlivé druhy v tabulce 1. Jednotlivé lokality byly na základě těchto dat srovnávány.

4.4 Vyhodnocení dat

Počet nalezených druhů, jejich frekvence (počet stromů, na kterých byl druh nalezen) počet vzorkovaných stromů, tvořily základní soubor dat, který byl vyhodnocen jak pro celou oblast studie, tak pro jednotlivé studované lokality. Získaná data byla organizována pomocí programu Microsoft Excel. Jednotlivým druhům byly dále přiřazeny informace o tom, zda je druh makro/mikroskopický, jaká je pro daný druh charakteristická růstová forma, jaká je preferovaná strategie rozmnožování a typ fotobionta. Ke každému druhu byly dále přiřazeny ekologické indikační hodnoty dle práce Wirth (2010). Takto vytvořený soubor dat byl zdrojem informací pro dílčí analýzy, jejichž cílem bylo srovnání studovaných lokalit na základě nalezených druhů, jejich frekvence a ekologické valence.

Pro grafické vyjádření poměru a počtu druhů na lokalitách, poměru zastoupených růstových forem a typů rozmnožování byl použit skládaný sloupcový graf s hodnotami. Ekologické indikační hodnoty pro jednotlivé lokality znázorňuje paprskový graf se značkami. Pro srovnání lokalit, rozložení a preference druhů byla data podrobena PCA analýze (Lepš et Šmilauer 2000) a grafický výstup a výpočty byly provedeny v programu Canoco 5.0 (Šmilauer et Lepš 2014). Kumulační analýza byla provedena v programu R Studio (R Core Team 2018). Údaje o počtech nalezených druhů na jednotlivých stromech tvořily vstupní dataset pro analýzu pomocí kumulační křivky (viz obrázek 31). Tato analýza byla spočtena dle práce Colwell et al. (2004). Kumulační křivku tvoří série průměrů a směrodatných odchylek z počtu druhů

pro rostoucí počet ovzorkovaných stromů. Vynáší kumulativní počet druhů v závislosti na intenzitě vzorkování. Byla použita metoda „exact“ implementována do funkce „speccaccum“ balíčku „VEGAN“ pro software R Studio (R Core Team 2018).

Index druhové diverzity a odhad druhové bohatosti byl proveden pomocí programu Community Ecology Parameter Calculator 1.0 (ComEcoPaC; Drozd et Novotný 2010). Abecední seznam zkratk druhů použitých v analýzách je uveden v příloze 3.

5 VÝSLEDKY

Na studovaných lokalitách bylo nalezeno celkem 76 druhů lišejníků (tab. 1), sedm lichenikolních hub a jeden nelichenizovaný druh tradičně studovaný lichenology.

Dle Červeného seznamu lišejníků ČR (Liška et Palice 2010) patří tyto druhy do následujících kategorií:

2 kriticky ohrožené druhy (CR): *Usnea scabrata* a *Usnea lapponica*;

2 ohrožené druhy (EN): *Rinodina griseosoralifera* a *Usnea subfloridana*;

13 zranitelných druhů (VU): *Bryoria fuscescens*, *Calicium pinastri*, *Caloplaca cerinella*, *Catillaria nigroclavata*, *Lecidea nylanderii*, *Melanelixia subaurifera*, *Opegrapha rufescens*, *Physcia stellaris*, *Ramalina farinacea*, *Rinodina freyi*, *Rinodina pyrina*, *Usnea dasopoga* a *Usnea hirta*;

13 druhů blízkých ohrožení (NT) – viz tabulka 1;

40 málo dotčených druhů (LC) – viz tabulka 1;

a **3** druhy s nedostatečným počtem dat pro klasifikaci (DD): *Bacidina mendax*, *Halecania viridescens* a *Jamesiella nanastomosans*.

Dále byly zjištěny zatím nekategorizované druhy *Catillaria fungoides*, který je nový pro ČR od roku 2014 (Malíček et al. 2014) a *Fuscidea pusilla*, nová pro ČR od roku 2013 (Malíček et Palice 2013) a doposud u nás evidována pouze na třech lokalitách (AOPK 2019).

Spolu s lišejníky bylo na lokalitě nalezeno sedm druhů lichenikolních hub. Tyto organismy lichenologické průzkumy běžně zahrnují do výsledků, proto jsou zde rovněž uvedeny: *Heterocephalicia physciaceae*, *Illosporiopsis christiansenii*, *Lichenocodium xanthoriae*, *Stigmatidium congestum*, *Syzygospora physciacearum*, *Unguiculariopsis thallophila* a *Xanthorhiza physciaceae*.

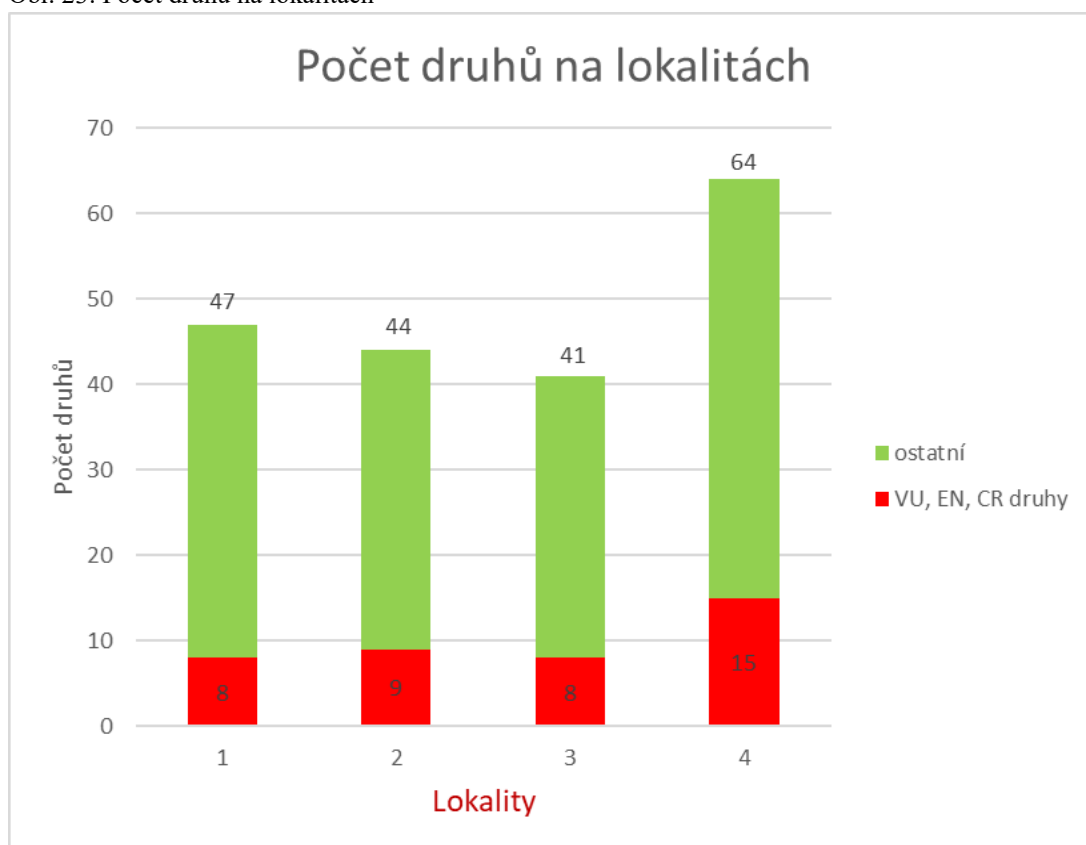
Nakonec byl zjištěn jeden nelichenizovaný druh *Stenocybe pullatula*, který patří mezi houby také tradičně studované lichenology.

Tabulka 1: Seznam nalezených druhů se základními funkčními a ekologickými znaky (červeně zvýrazněny druhy ohrožené)

Druh	makro liš.	typ stélky	rozmnožování	fotobiont	L	T	K	F	R	N	kat. ohrožení
<i>Amandinea punctata</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	x	6	3	5	7	LC
<i>Anisomeridium polypori</i>	ne	korovitá	generativní	<i>Trentepohlia</i>	4	5	3	4	7	3	LC
<i>Bacidina mendax</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	5	6	2	5	5	6	DD
<i>Biatora globulosa</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	VU
<i>Bryoria fuscescens</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	VU
<i>Buellia griseovirens</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	4	5	5	4	5	4	LC
<i>Calicium pinastri</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	VU
<i>Caloplaca cerinella</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	6	5	3	7	6	VU
<i>Candelariella efflorescens</i> agg.	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	6	6	3	5	5	7	LC
<i>Candelariella xanthostigma</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	5	5	3	5	5	LC
<i>Catillaria fungoides</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	–
<i>Catillaria nigroclavata</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	5	4	3	7	7	VU
<i>Coenogonium pineti</i>	ne	korovitá	generativní	<i>Trentepohlia</i>	3	5	3	4	4	4	LC
<i>Cladonia coniacraea</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	5	x	6	x	4	3	LC
<i>Cladonia digitata</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	5	4	6	x	2	3	LC
<i>Cladonia fimbriata</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	7	5	6	x	4	3	LC
<i>Cladonia macilenta</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	7	4	6	x	2	3	LC
<i>Evernia prunastri</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	7	5	6	4	3	4	NT
<i>Fuscidea pusilla</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	–
<i>Halecania viridescens</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	DD
<i>Hypocnemomyce scalaris</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	6	5	6	3	2	2	LC
<i>Hypogymnia physodes</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	6	3	3	3	LC
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	5	5	3	5	4	NT
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	5	x	6	3	2	4	LC
<i>Jamesiella anastomosans</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	DD
<i>Lecania cyrtella</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	5	6	3	7	6	LC
<i>Lecania naegeli</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	6	5	6	3	7	7	NT
<i>Lecanora carpinea</i> agg.	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	6	5	6	3	5	4	NT
<i>Lecanora conizaeoides</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	7	5	5	3	2	5	LC
<i>Lecanora expallens</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	5	6	3	3	4	5	LC
<i>Lecanora chlorotera</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	6	5	6	3	6	5	LC
<i>Lecanora persimilis</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	6	4	3	7	5	NT
<i>Lecanora pulicaris</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	4	6	3	3	4	LC
<i>Lecanora saligna</i> agg.	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	x	6	3	4	5	LC
<i>Lecanora sambuci</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	6	4	3	7	6	NT
<i>Lecanora symmicta</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	4	6	5	5	4	NT
<i>Lecidea nylanderii</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	VU
<i>Lecidella elaeochroma</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	6	5	6	3	6	5	NT
<i>Lepraria finkii</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	4	5	5	4	6	3	LC
<i>Lepraria elobata</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	LC
<i>Lepraria incana</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	4	5	6	3	3	5	LC
<i>Lepraria jackii</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	NT
<i>Lepraria rigidula</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	4	5	6	5	4	2	LC
<i>Melanelia glabrata</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	4	5	7	6	5	LC
<i>Melanelia subaurifera</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	6	5	5	5	6	5	VU
<i>Melanohalea exasperatula</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	8	3	4	6	6	3	LC
<i>Micarea micrococca</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	LC
<i>Micarea prasina</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	3	4	4	4	4	4	LC
<i>Opegrapha rufescens</i>	ne	korovitá	generativní	<i>Trentepohlia</i>	3	6	3	4	6	5	VU
<i>Parmelia sulcata</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	6	3	5	7	LC
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	6	4	6	5	2	2	LC
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	6	x	7	9	LC
<i>Phlyctis argena</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	5	5	4	3	4	5	LC
<i>Physcia adscendens</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	6	3	7	8	LC
<i>Physcia stellaris</i>	ano	lupenitá	generativní	zelená řasa	7	4	6	3	6	6	VU
<i>Physcia tenella</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	6	3	6	7	LC
<i>Physconia enteroxantha</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	4	6	5	6	6	NT
<i>Placynthiella icmalea</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	6	3	2	5	LC
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	8	4	6	5	3	2	NT
<i>Ramalina farinacea</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	6	5	6	4	5	4	VU
<i>Ramalina pollinaria</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	5	5	4	4	NT
<i>Rinodina freyi</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	VU
<i>Rinodina griseosoralifera</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	EN
<i>Rinodina pyrina</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	7	4	6	5	7	3	VU
<i>Ropalospora viridis</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	4	6	2	6	4	3	LC
<i>Scoliosporum chlorococcum</i>	ne	korovitá	generativní	zelená řasa	6	5	3	3	3	6	LC
<i>Scoliosporum sarothamni</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	LC
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	ne	korovitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	6	3	2	5	LC
<i>Usnea dasopoga</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	7	4	6	6	3	2	VU
<i>Usnea hirta</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	7	4	6	5	3	4	VU
<i>Usnea scabrata</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	CR
<i>Usnea subfloridana</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	7	4	3	6	5	2	EN
<i>Usnea perplexans</i>	ano	keříčkovitá	vegetativní	zelená řasa	x	x	x	x	x	x	CR
<i>Xanthoria candelariella</i>	ano	lupenitá	vegetativní	zelená řasa	7	x	x	3	6	8	LC
<i>Xanthoria parietina</i>	ano	lupenitá	generativní	zelená řasa	7	x	x	3	7	8	LC
<i>Xanthoria polycarpa</i>	ano	lupenitá	generativní	zelená řasa	7	x	5	3	7	8	NT

Počet nalezených druhů a zastoupení vzácných druhů dle kategorie ohrožení (náležejících do skupin VU, EN a CR) na lokalitách je zobrazeno pomocí skládaného sloupcového grafu na obrázku 23. Poměr vzácných druhů vůči běžným je na všech studovaných lokalitách srovnatelný, avšak na čtvrté lokalitě bylo nalezeno 15 vzácných druhů, což je více než u předchozích, ale celkový počet zde nalezených druhů byl také vyšší ve srovnání s předchozími lokalitami. Lze říci, že na každé lokalitě tvořily 1/5 ze všech nalezených druhů druhy ohrožené.

Obr. 23: Počet druhů na lokalitách



Zdroj: autor

Co do druhové bohatosti se jakožto nejhudší, byť jen nepatrně, projevila lokalita 3 – vrby v mokřadu, naopak lokalita 4 – smrkový les se ukázal být nejpestřejším.

Lišejníky byly sbírány z deseti druhů listnatých a tří jehličnatých stromů. Ke stromům s nejvyšším počtem nalezených druhů patřily *Quercus robur*, *Salix fragilis*, *Alnus incana*, *Betula pendula* a *Fraxinus excelsior*. Nejvyšší počet vzácných lišejníků byl nalezen na *Quercus robur*, *Salix fragilis* a *Pinus sylvestris* (tab. 2). Unikátních druhů na lokalitách bylo 18.

Tabulka 2: Počty nalezených druhů dle substrátu (v závorce počet studovaných stromů)

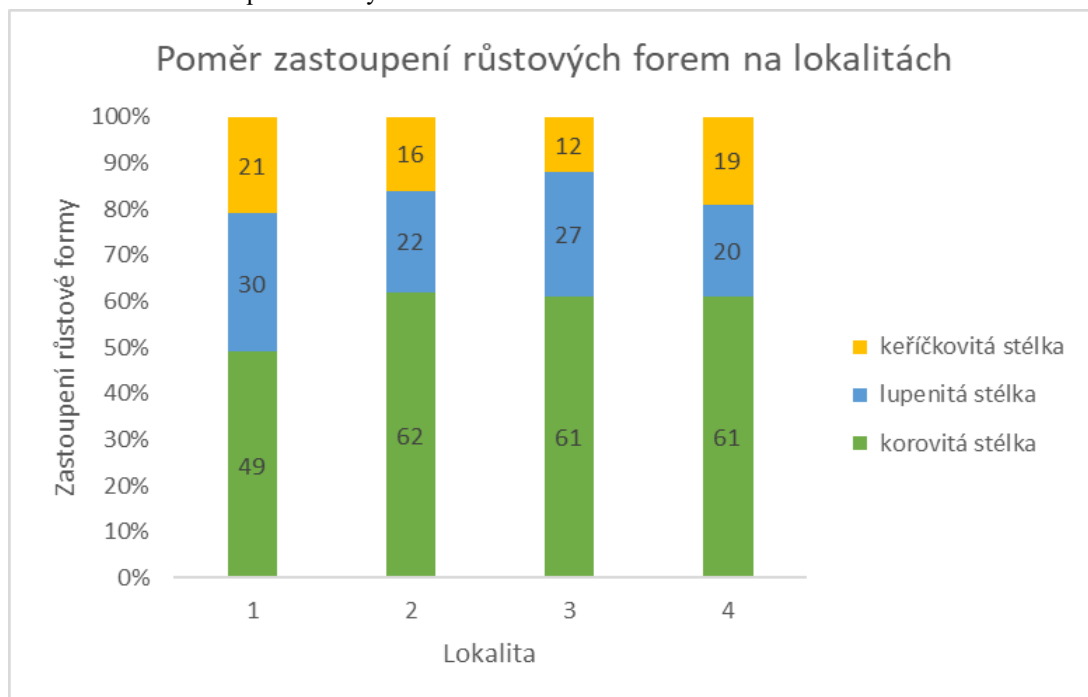
Druh substrátu	Počet nalezených druhů	Z toho vzácných druhů
<i>Quercus robur</i> (2)	37	7
<i>Salix fragilis</i> (6)	35	9
<i>Alnus incana</i> (4)	24	4
<i>Betula pendula</i> (3)	24	2
<i>Fraxinus excelsior</i> (4)	22	6
<i>Fagus sylvatica</i> (1)	21	0
<i>Populus tremula</i> (3)	20	5
<i>Pinus sylvestris</i> (4)	18	7
<i>Salix cinerea</i> (5)	18	5
<i>Crataegus monogyna</i> (1)	16	1
<i>Sambucus nigra</i> (1)	14	3
<i>Picea abies</i> (5)	8	1
<i>Larix decidua</i> (1)	7	1

Zdroj: autor

Ekologické strategie

V tabulce 1 jsou uvedeny pro jednotlivé druhy údaje o růstové formě, typu stélky, strategii rozmnožování, typu fotobionta. Diverzita v růstových formách lišejníků je znázorněna na obrázku 24, kde je graficky vyjádřeno procentuální zastoupení růstových forem epifytických lišejníků dle lokalit. Z toho je patrné, že druhy korovitých lišejníků tvoří signifikantně nejpočetnější skupinu růstové formy s více než polovinou z celkového počtu druhů. 62 % z celku odpovídá 47 druhům korovitých lišejníků, lišejníky s lupenitou stélkou tvoří 20 % a s keříčkovitou stélkou 18 % z celkového počtu druhů.

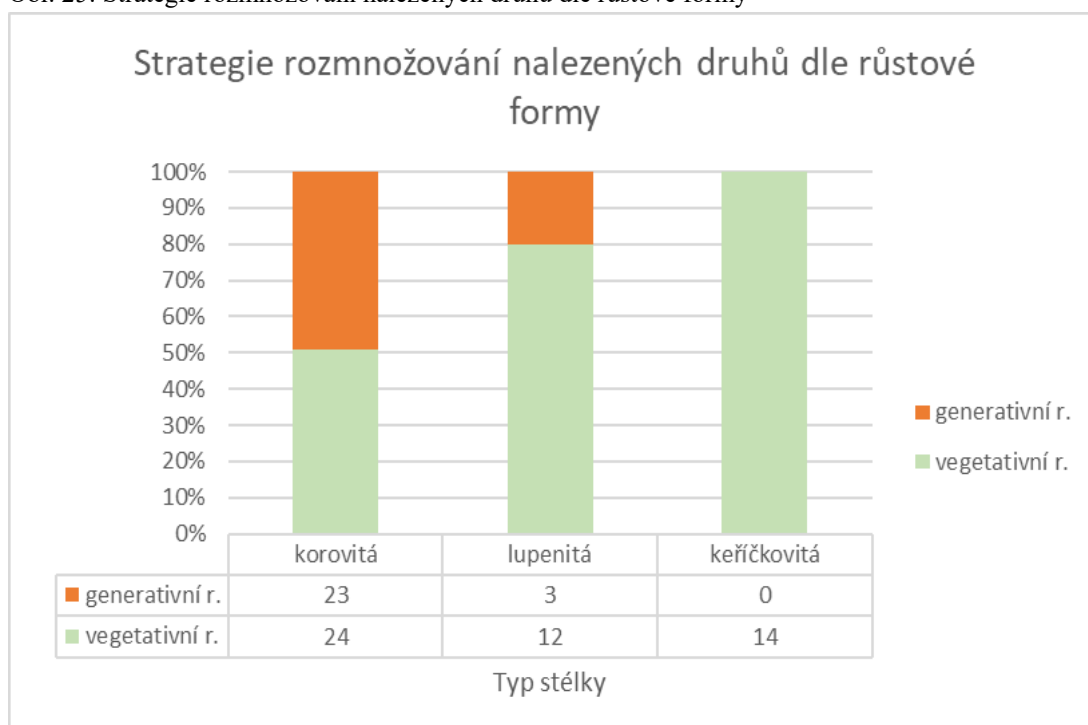
Obr. 24: Poměr zastoupení růstových forem na lokalitách



Zdroj: autor

Preferovaný způsob rozmnožování byl dalším hlediskem pro hodnocení diverzity epifytických lišejníků. Druhy byly srovnávány jako celek a také v rámci lokalit. Z celkového počtu nalezených druhů preferuje 66 % vegetativní způsob rozmnožování a 34 % způsob generativní (obr. 25).

Obr. 25: Strategie rozmnožování nalezených druhů dle růstové formy

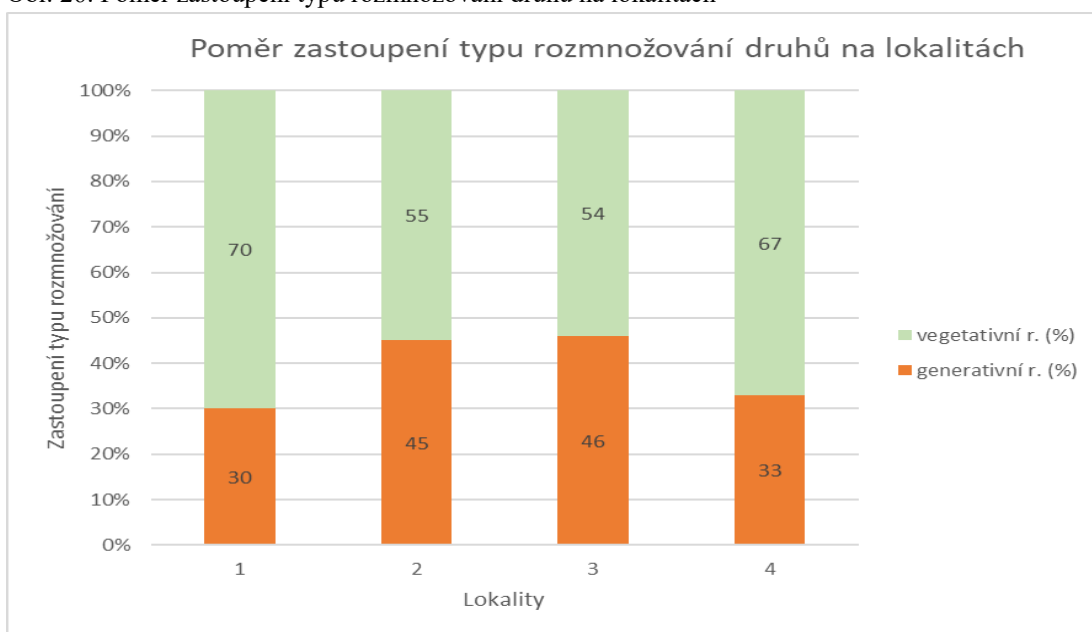


Zdroj: autor

Poměr způsobů rozmnožování u druhů s korovitou stélkou je 1:1, výrazný rozdíl je u druhů s lupenitou stélkou, kde vegetativní způsob rozmnožování převládá u 80 % nalezených druhů a druhy s keříčkovitou stélkou, které byly na lokalitě nalezeny, se rozmnožují pouze vegetativně.

Jak byla strategie rozmnožování rozdělena na jednotlivých lokalitách, je graficky vyjádřeno na obrázku 26. Rozdíly mezi jednotlivými lokalitami jsou velmi malé. Na všech čtyřech studovaných plochách dominuje vegetativní způsob rozmnožování.

Obr. 26: Poměr zastoupení typu rozmnožování druhů na lokalitách



Zdroj: autor

Podobnost studovaných lokalit dle PCA

U nalezených druhů byla hodnocena jejich prezence/absence a frekvence výskytu na lokalitách, získaná data byla zdrojová pro analýzu hlavních komponent (PCA), která v ordinačním diagramu graficky znázorňuje pomocí os nejvýznamnější gradienty variability na obrázku 27. Hlavní osa vysvětlila 52,8 % variability a jednoznačně rozdělila druhy na acidofyty na levé straně a nitrofyty na straně pravé.

Výsledky PCA analýzy v programu Canoco:

Analysis 'Unconstrained'

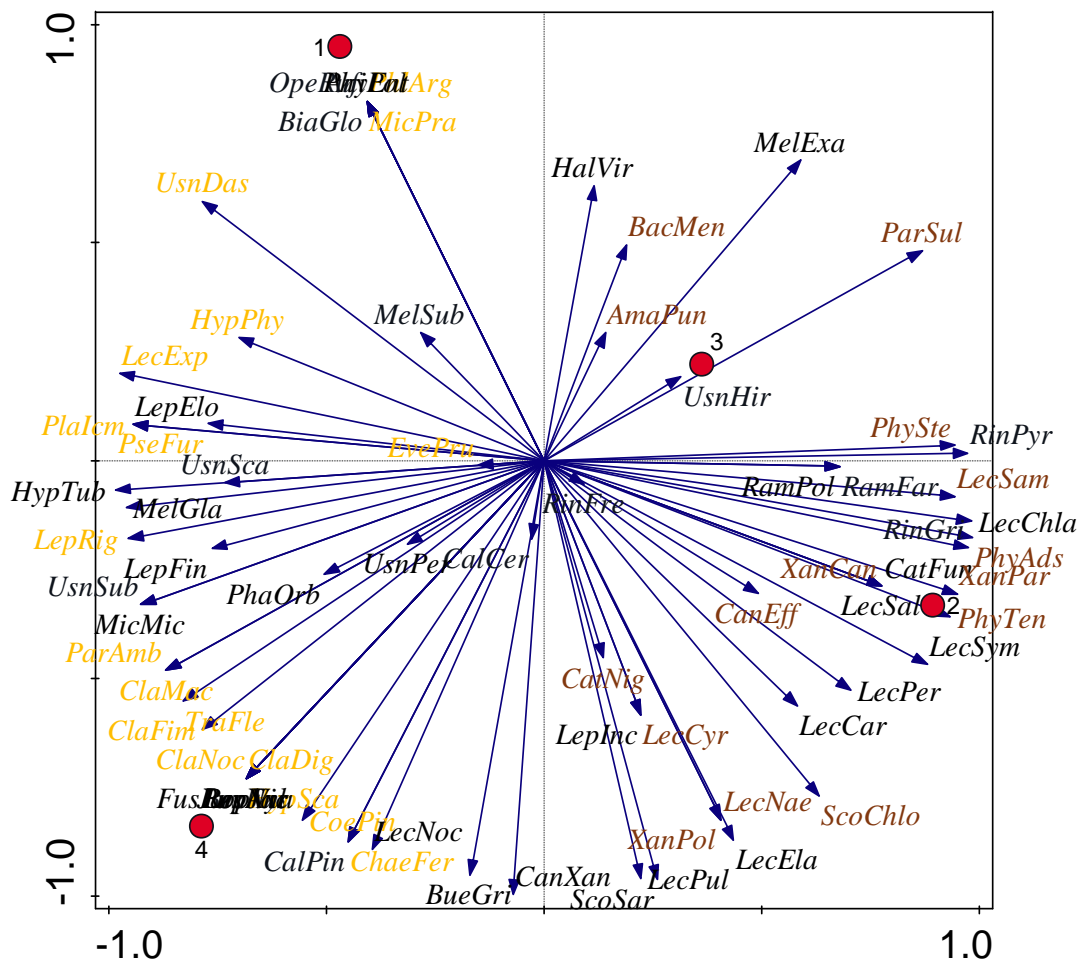
Method: PCA

Total variation is 746.75000

Summary Table:

Statistic	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Eigenvalues	0.5280	0.2829	0.1891	
Explained variation (cumulative)	52.80	81.09	100.00	

Obr. 27: Rozložení druhů a lokalit (červené body) dle PCA analýzy



Zdroj: autor

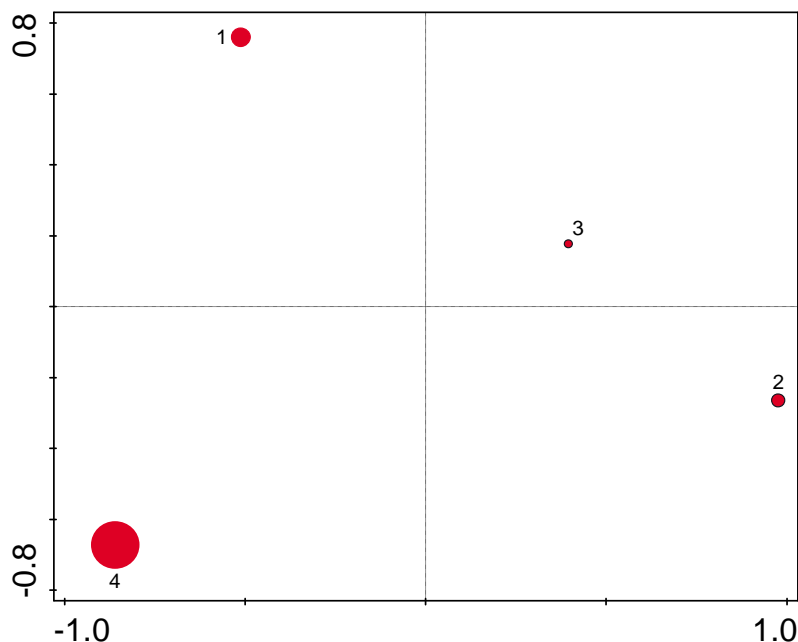
U acidofytů nabývá ekologický indikátor R – reakce (pH) hodnot od 1–5 a rozmezí hodnoty pH se pohybuje mezi 3,4–5,6. Tuto skupinu dle práce Wirth (2010) zastupují v této studii následující druhy: *Coenogonium pineti*, *Cladonia* sp. div., *Evernia prunastri*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Chaenotheca ferruginea*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora expallens*, *Lepraria rigidula*, *Micarea prasina*, *Parmeliopsis ambigua*, *Phlyctis argena*, *Placynthiella icmalea*, *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina pollinaria*, *Ropalospora viridis*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Trapeliopsis flexuosa*, *Usnea dasopoga* a *Usnea hirta*. Druhy jsou na obrázku 27 zvýrazněny oranžovou barvou.

Nitrofilní lišejníky jsou koncentrovány na pravé straně x osy diagramu. Hodnoty ekologického indikátoru pro eutrofizaci se pohybují v rozmezí 5–9, od poměrně zřetelné eutrofizace u solitérních stromů (skalních výchozů či zdí) až po velmi silnou eutrofizaci stanoviště. Nitrofilní druhy v této studii zastupují *Amandinea punctata*, *Bacidina mendax*, *Caloplaca cerinella*, *Candelariella efflorescens* agg., *Catillaria nigroclavata*, *Lecania cyrtella*, *Lecania naegelii*, *Lecanora sambuci*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia* spp. a *Xanthoria* spp. V diagramu jsou vyjmenovaní zástupci nitrofilních druhů zvýrazněni hnědou barvou.

Na další podmínky stanoviště ukazovala druhá osa diagramu, která vysvětlila 28,2 % variability dat. Výsledné rozložení druhů bude s největší pravděpodobností kombinací více faktorů stanoviště a jednoznačné stanovisko nelze s určitostí a jistotou formulovat.

Bodové vyjádření lokalit na obrázku 28 koreluje s diagramem rozložení druhů na obrázku 27. Velikost bodů symbolizujících studované lokality koreluje s počtem druhů nalezených na lokalitě.

Obr. 28: Podobnost lokalit na základě PCA analýzy; velikost bodů odpovídá počtu druhů na lokalitách.



Zdroj: autor

Lokalita 4 – smrkový les se nejvíce odlišuje od ostatních. Od lokality 2 – jasanovo-vrbová alej je nejvíce odlišná na hlavní ose variability (osa x) a rozdíl lokality 4 – smrkový les vůči lokalitě 1 – lužní les je dán vzdáleností na vedlejší osy variability (osa y).

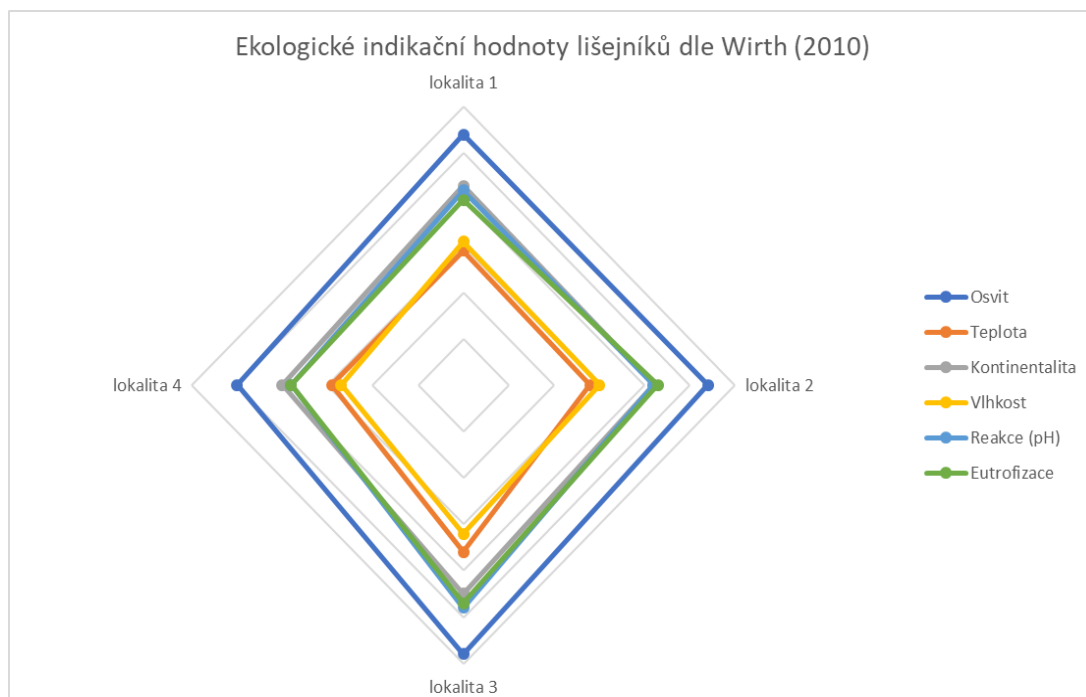
Vzájemně se odlišují i lokalita 1 – lužní les a lokalita 2 – jasanovo-vrbová alej. Lokalita 3 – vrby v mokřadu, s nejnižším počtem nalezených druhů, je reprezentována nejmenším bodem a situována nejbližše středu os variability, protože zde byly nalezeny běžné druhy, vyskytující se i na dalších lokalitách.

Ekologické indikační hodnoty

Výsledné porovnání je znázorněno pomocí paprskového grafu se značkami na obrázku 29. Průměrné hodnoty ekologických indikátorů ukazují na malé rozdíly mezi lokalitami. Mezi nejmarkantnější rozdíly patří nižší hodnota osvitů na lokalitě 4. Dle indikačních hodnot pro světlo jsou pro lokalitu typická polostinná stanoviště. Vyšší hodnotou osvitů a teploty se mírně odlišuje lokalita 3. Teplotně lze studované lokality označit dle nalezených druhů za chladnější oblasti s výskytem horských druhů lišejníků. Kontinentalita je v případě této studie indikátor s nejmenšími pozorovanými rozdíly. Vlhkost je na všech lokalitách srovnatelná.

Ekologické indikační hodnoty druhů zařazují studovanou oblast ke spíše suššímu území s častým výskytem mlhy. Substrát se řadí k mírně kyselým. Indikátor pH ukazuje na nižší hodnoty pouze na lokalitě 4. Hodnota eutrofizace je srovnatelná na všech čtyřech lokalitách a lze říci, že celá oblast je mírně zasažena eutrofizací s pouze slabou atmosférickou depozicí polutantů.

Obr. 29: Ekologické indikační hodnoty lišejníků

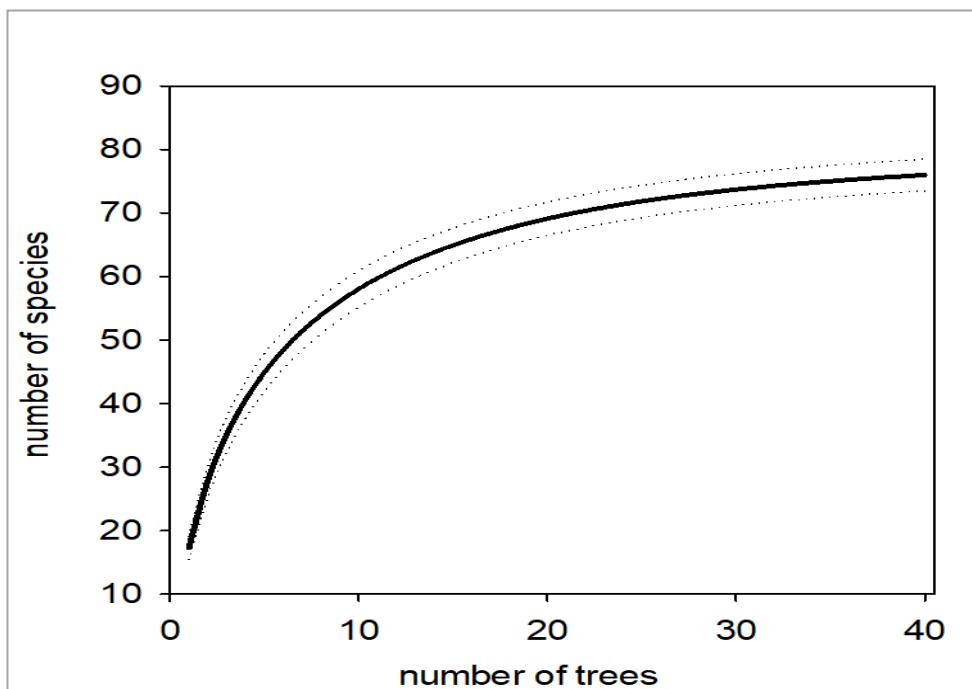


Zdroj: autor

Kumulační křivka

Rychlost zvyšování počtu druhů v závislosti na počtu studovaných stromů je vyjádřena kumulační křivkou na obr. 30, která také znázorňuje vztah mezi alfa a beta diverzitou studované oblasti.

Obr. 30: Kumulační křivka



Zdroj: autor

Ze strmého stoupání křivky vyplývá, že druhy rychle přibývají a již na polovině studovaných stromů byla obsažena většina nalezených druhů. S přibývajícím počtem vzorkovaných stromů se již množství druhů mění velmi pozvolna.

Odhad druhové bohatosti

Tabulka 3: Simpsonův index a Chao1

	Lokalita1	Lokalita2	Lokalita3	Lokalita4
S	47	44	41	64
D	0,032346	0,033195	0,033333	0,020381
S _{Chao1}	61,22222	52,33333	44,0625	68,32143

Zdroj: autor

Druhová diverzita byla matematicky vyjádřena pomocí Simpsonova indexu diverzity (D), se stoupající diverzitou klesá hodnota indexu (tab. 3). Nejnižší hodnotu indexu

měla lokalita 4 s nejvyšším počtem nalezených druhů. Pro odhad druhové bohatosti na jednotlivých lokalitách byl použit index Chao 1. Srovnáním se skutečným počtem nalezených druhů (S) se nejvíce přiblížila lokalita 3 a 4.

Komentovaný seznam druhů kategorie ohrožení VU, EN, CR

Biatora globulosa (Flörke) Fr.

VU

Korovitý šedý lišejník s přisedlými apotécií o průměru 0,2–0,5 mm, disky mají černou barvu s nevýrazným okrajem.

Ekologie: roste na kůře listnatých stromů s prostorově výraznou texturu povrchu borky, spíše na stinných místech, výjimečně na jehličnanech, převážně v horských oblastech (Nimis 2016). Zdroje nálezů v ČR pochází zejména z lesních rezervací (AOPK ČR 2019).

Bryoria fuscescens (Gyeln.) Brodo et D. Hawksw.

VU

Tmavě zelený až hnědý lišejník s keříčkovitou až vláknitou stélkou dosahující až 30 cm délky.

Ekologie: v rámci studie nalezen na *Larix decidua*, častý v horských oblastech, převážně na kyselých borkách jehličnanů (Wirth 1995).

Calicium pinastri Tibell

VU

Korovitý lišejník se stélkou šedé barvy a stopkatými apotécií, patří k nejmenším zástupcům rodu v Evropě, dosahuje výšky 0,3–0,4 mm.

Ekologie: v rámci studie nalezen na *Pinus sylvestris*, roste nejčastěji na borce mladých borovic lesních a blatek, výjimečně na borce *Picea abies*; je tedy vhodným indikátorem mladých porostů na rozdíl od ostatních zástupců tohoto rodu, které indikují původní staré lesní porosty (Palice et Halda 2005). Tento druh byl popsán až v roce 1999. V České republice je evidován v Novohradských horách, na Šumavě a v Železných horách (Palice et Halda 2005; Halda et al. 2011).

Caloplaca cerinella (Nyl.) Flagey

VU

Korovitý lišejník se stélkou šedé barvy, stélka areolovitá, apotécia jsou nahuštěná, velmi malá, 0,2 – 0,3 mm, disky jsou oranžovožluté se světlejším okrajem, lišejník je velmi podobný druhu *C. holocarpa*, odlišujícím znakem je 12–16 spór ve vřecku.

Ekologie: roste na tenkých větvičkách, nejčastěji na borce *Sambucus nigra* (Nimis 2016). Do roku 2004 byl druh znám pouze z několika málo míst v jižních Čechách (Peksa et al. 2004). Dnes je zdokumentován na více místech ČR (Vondrák et Malíček 2013, Malíček et Kocourková 2014, Malíček et al. 2018).

- Catillaria nigroclavata*** (Nyl.) Schuler VU
 Korovitý lišejník s tenkou stélkou světle šedé až tmavě šedo hnědé barvy, velmi nenápadný, apotécia tmavě hnědá až černá s velmi tenkým okrajem.
 Ekologie: hojný lišejník rostoucí na borce listnatých stromů a na tenkých větvičkách, častý na vrbách, tolerantní k eutrofizaci (Wirth et al. 2013).
- Lecidea nylanderii*** (Anzi) Th. Fr. VU
 Korovitý lišejník se zrnitým povrchem areolovité stélky, která je často pokrytá bílými až modrošedými sorédiemi, apotécia jsou přisedlá kruhovitá nebo deformovaná, disky hnědé s bledším okrajem.
 Ekologie: roste ve vyšších polohách na kůře jehličnatých stromů (Nimis 2016).
- Melanelixia subaurifera*** (Nyl.) O. Blanco et al. VU
 Lupenitý lišejník, růžice mívá v průměru 2–8 cm, laloky mají zeleno hnědou barvu, časté izídie kulovitěho tvaru tvořící shluky, po rozpadu zanechávají žlutobílou stopu, stélka ze spodu hnědočerná, jednoduché rhiziny.
 Ekologie: roste na hladké kůře a větvičkách listnatých stromů, v jižních a západních Čechách se jedná o docela častý, v poslední době šířící se druh (Peksa 2008).
- Opegrapha rufescens*** Pers. VU
 Korovitý lišejník se zrnitou až hrudkovitou stélkou, sivý až olivový, nebo černohnědý, protalus černé barvy vytváří mozaiku, apotécia tvoří lirely, obvykle početné, z poloviny zanořené, černé se světlejším okrajem, někdy mírně vyvýšeným.
 Ekologie: roste na hladké, na živiny bohaté kůře listnatých stromů, často na chráněných, mírně vlhkých lokalitách (Nimis 2016).
- Physcia stellaris*** (L.) Nyl. VU
 Lišejník tvoří lupenitou stélku bez okrajových cílů, laloky jsou obvykle přitlačeny k podkladu, tvoří růžice cca 4 cm v průměru, stélka má šedou až šedobílou barvu, někdy mírně do zelena. Ze spodu je lišejník šedohnědý, má jednoduché i rozvětvené rhiziny, má časté pyknidy, apotécia jsou mírně vystouplé, ale mohou být i přisedlé, středy apotécií jsou hnědočerné až černé, okraj bývá mírně pruinozní.
 Ekologie: světlomilný druh, který roste na úživnější borce kmene a větví stromů (Nimis 2016).
- Ramalina farinacea*** (Linnaeus) Ach. VU
 Keříčkovitý druh tvořící chomáče, větvičky mohou dosahovat délky 3–10 cm a jsou cca 1–6 mm úzké, mají světle šedozelenou barvu a na povrchu bývají jemné žlábký, na okrajích větviček vytváří časté oválné až kulovité sorálie, apotécia jsou vzácná.

Ekologie: na kmenech a větvích listnatých i jehličnatých stromů v chladnějších a vlhčích oblastech bohatých na mlhy (Wirth et al. 2013).

Rinodina freyi H. Magn.

VU

Nenápadný korovitý druh s velmi tenkou stélkou, která je často hrbolatá až bradavičnatá, šedá až červenohnědá, apotécia přisedlá, disky tmavohnědé až černé, ploché, často nahloučené. V checklistu je uveden pod jménem *R. septentrionalis*, ale údaje z ČR se zřejmě vztahují k *R. freyi*. Oba druhy jsou si velmi podobné, avšak pravá *R. septentrionalis* v ČR možná vůbec neroste (Malíček et Palice 2013).

Ekologie: roste na hladké kůře listnatých stromů, ale může se objevit i na jehličnanech (Palice 1999). Z ČR byl publikován zatím pouze ze tří lokalit v jižních Čechách (Palice 1999, Vondrák et al. 2006, Malíček et Palice 2013).

Rinodina griseosoralifera Coppins

EN

Nenápadný korovitý lišejník, charakteristický modravě šedými sorály, zpravidla sterilní.

Ekologie: roste často na subneutrální borce osamoceně stojících listnatých stromů. *Rinodina griseosoralifera* je v ČR uváděna pouze na několika lokalitách v jižních a západních Čechách (Palice 1999, Malíček et Vondrák 2013, Halda 2014, Malíček et al. 2018).

Rinodina pyrina (Ach.) Arnold

VU

Korovitý lišejník s hrbolatou, bradavičnatou šedohnědou stélkou, vypouklé areoly, pyknidy zanořené do stélky, apotécia častá, tmavohnědá až černá mírně vypouklá, spíše rovné disky.

Ekologie: na borce listnatých stromů, na kmeni i větvích, na lokalitách s dostatkem světla v eutrofizovaných oblastech (Sheard 2010).

Usnea dasopoga (Ach.) Nyl.

VU

Druh s keříčkovitou převalisou stélkou světle zelené barvy, s černou bází, stélka pokrytá izídiemi a papilami, boční větvičky se napojují v pravém úhlu.

Ekologie: roste na borce jehličnatých i listnatých stromů, většinou na hlavních větvích koruny, vyskytuje se ve vlhčích oblastech (Randlane et al. 2009).

V Červeném seznamu ČR je evidována v kategorii ohrožení VU – zranitelný druh, ve skutečnosti je to jeden z nejběžnějších druhů rodu *Usnea* v ČR (Jiří Malíček, ústní sdělení 2019).

Usnea hirta (L.) F. H. Wigg.

VU

Druh s keříčkovitou stélkou tvořící chomáče šedozelené barvy, dosahuje cca 5 cm, jednotlivé větvičky jsou úzké a mají hranatý průřez, nevytváří sorédie, pouze dlouhé drobné izidie.

Ekologie: roste na borce jehličnatých i listnatých stromů.

V Červeném seznamu ČR je evidována v kategorii ohrožení VU – zranitelný druh, ve skutečnosti je to jeden z nejběžnějších druhů rodu *Usnea* ve střední Evropě (Randlane et al. 2009).

Usnea scabrata Nyl., syn. *U. barbata* (L.) F. H. Wigg.

CR

Keříčkovitý lišejník s převislou stélkou žlutozelené barvy.

Ekologie: roste ve vyšších polohách v oblastech s dostatkem srážek, na větvích a větvičkách jehličnanů, zejména rodu *Picea* (Randlane et al. 2009).

V Červeném seznamu ČR je evidována v kategorii ohrožení CR – kriticky ohrožený druh, ve skutečnosti je to jeden z běžných druhů rodu *Usnea* v ČR (Jiří Malíček, ústní sdělení 2019).

Usnea subfloridana Stirt.

EN

Druh s keříčkovitou šedozelenou stélkou, vytvářející až 1,5 mm silné větvičky, dosahuje délky 5–10 cm, báze je tmavá, na větvičkách se vyskytují příčné praskliny. Na hlavních větvích vytváří sorály kulovitěho tvaru a shluky jehličkovitých izidií.

Ekologie: roste na větvích stromů v relativně zapojených lesích, kde se vyskytuje v horních částech korun (Randlane et al. 2009). V Červeném seznamu ČR je evidována v kategorii ohrožení EN – ohrožený druh, tak jako předchozí druhy z tohoto rodu patří mezi běžné v ČR (Jiří Malíček, ústní sdělení 2019).

Usnea perplexans Stirt., syn. *U. lapponica* Vain., *U. substerilis* Motyka

CR

Keříčkovitý druh, délka 8–12 cm, tmavá báze, časté válcovité papily a chomáčkované sorály.

Ekologie: roste na větvích jehličnanů i listnáčů ve vyšších chladnějších polohách (Randlane et al. 2009).

6 DISKUSE

6.1 Zajímavé druhy zjištěných lišejníků

Hlavním cílem této studie bylo přispět k poznání epifytických lišejníků PP Horní Malše. Tato práce tak doplňuje výzkumy a úsilí lichenologů, kteří se v posledních letech zajímali o oblast Novohradských hor a jejich podhůří. Byl sestaven seznam 76 nalezených druhů.

Mezi zajímavé druhy nalezené ve studované oblasti patří například druh *Calicium pinastri*, který je z ČR uváděn jen z omezeného množství lokalit. Významným nálezem je *Rinodina griseosoralifera*, taktéž zaznamenaná pouze na několika lokalitách v ČR. K velmi řídko uváděným druhům patří také *Rinodina freyi* (z ČR publikovaná jako *R. septentrionalis*). Za zmínku stojí také makrolišejníky rodu *Usnea*, které jsou zde reprezentovány pěti druhy a všech pět je dle Červeného seznamu druhů ČR (Liška et Palice 2010) považováno za vzácné druhy. Ve skutečnosti se jedná o druhy nyní běžné v České republice, z nichž nejvzácnější je dnes pravděpodobně *Usnea hirta* (Jiří Malíček, ústní sdělení 2019).

6.2 Diverzita lišejníků na studovaných lokalitách

Předpokladem vysoké diverzity lišejníků byla diverzita substrátů a ekologických nik, tyto faktory hrají pro různorodost lichenoflóry větší roli než velikost areálu (Liška 2012). Ačkoli z pohledu krajinného rázu a druhovým složením stromů jsou mezi lokalitami rozdíly, ekologické indikační hodnoty lišejníků, z pohledu podmínek stanoviště, charakterizují studované plochy jako velmi podobné. Kontinentalita je v případě této studie indikátorem s nejmenšími pozorovanými rozdíly; důvodem je zřejmě omezená prostorová škála studovaného území.

Trend kumulační křivky ukazoval celkem strmý nástup počtu druhů a zhruba v polovině plochý charakter křivky ukazoval na již velmi malý nárůst druhů. Z pohledu alfa diverzity je druhová bohatost na jednotlivých stromech poměrně vysoká, avšak po prostudování přibližně poloviny objektů už zaznamenaná diverzita prakticky nenarůstá, tudíž z pohledu beta diverzity není území příliš rozmanité.

Kumulační křivku lze extrapolovat. Zvýší intenzita výzkumu počet druhů? Pro odhad druhové diverzity byl použit index Chao. Výsledkem výpočtu odhadu druhové bohatosti Chao byly hodnoty počtu druhů na jednotlivých lokalitách. Výsledný počet odhadované bohatosti druhů pro první lokalitu 61 druhů o 14 druhů převyšoval počet nalezených druhů během terénního výzkumu. Výsledek pro lokalitu 2 byl rozdíl 8 druhů. Lokalita 3 a 4 se lišila pouze malým rozdílem. Relativně malé rozdíly mezi skutečným počtem nalezených druhů ukazují na dostatečný „sampling effort“ (úsilí při sběru vzorků). Při hledání nejúčinnější metody terénního lichenologického průzkumu našli Vondrák et al. (2018) v karpatském pralese ve srovnání s předchozími průzkumy signifikantně vyšší počet druhů a index druhové bohatosti Chao přesto vykazoval vysoký rozdíl. Metoda terénního výzkumu spočívala v kompetici sedmi zkušených lichenologů a ukázala se jako vysoce efektivní. Je potřeba zmínit, že odhad druhové bohatosti Chao vychází z výchozí velikosti vstupních dat a počtu opakujících se druhů. Více druhů tak může znamenat větší výsledný rozdíl mezi skutečností a vypočítaným odhadem. Index Chao pravděpodobně není vhodným nástrojem pro odhad druhové bohatosti u studií tohoto typu. Na tomto místě je třeba připustit, že vyšší intenzita sběru vzorků by pravděpodobně přinesla vyšší finální počet nalezených epifytických lišejníků.

6.3 Diverzita růstových forem lišejníků

Diverzita byla dále zachycena v rozdělení druhů podle růstových forem, preferovaného způsobu rozmnožování a typu fotobionta dle Nimis (2016). V oblasti dominovaly korovité lišejníky a menší skupinu tvořili lupenité druhy lišejníků. Nejméně zastoupený typ růstové formy byl keříčkovitý.

Dominance korovitých lišejníků je pravděpodobně ovlivněna nadmořskou výškou oblasti. Studie o vlivu nadmořské výšky na složení společenstva popisují korelaci typu růstové formy na nadmořské výšce. Ve středních polohách dominují korovité lišejníky a s nadmořskou výškou se poměr zastoupení obrací ve prospěch lupenitých a zejména keříčkovitých druhů (Dietrich et Scheidegger 1997). Bässler et al. (2016) tvrdí, že dostupnost srážek ve vyšších nadmořských výškách má větší vliv na výskyt keříčkovitých lišejníků než nadmořská výška. Oproti tomu Gauslaa (2014) tvrdí, že pro keříčkovité lišejníky jsou důležitější jiné formy vlhkosti než dešťové srážky, například mlhy a rosa. Oblast, kterou se zabývá tato studie, patří svou

nadmořskou výškou pohybující se okolo 630 m n. m. spíše ke středním polohám s ročním srážkovým úhrnem mezi 700–800 mm. Dominující korovité lišejníky korelují s výsledky uvedených studií. Fotobiontem u tří druhů byla *Trentepohlia*, u zbytku jiná zelená řasa. Vzhledem k minimálnímu zastoupení trentepohlioidních lišejníků nebyly tyto výsledky podrobněji zkoumány. Bässler et al. (2016) uvádí, že s nadmořskou výškou těchto druhů ubývá, jelikož patří mezi teplomilnější. Studovaná oblast lze charakterizovat jako chladnější krajinu podhůří.

Mezi strategiemi rozmnožování byl vegetativní způsob nejčastější. U korovitých lišejníků jsou oba způsoby rozmnožování, a tedy i šíření v prostoru, zastoupeny rovnoměrně. Z hlediska šíření druhů v prostoru je vegetativní způsob rozmnožování upřednostněn zejména u druhů s lupenitou a keříčkovitou stélkou (Dietrich et Scheidegger 1997). Všechny lokality jsou si podobné a malý rozdíl, který slabě odlišuje lokality 2 a 3 je pravděpodobně způsoben nízkou diverzitou substrátu v porovnání s lokalitami 1 a 4.

6.4 Faktory ovlivňující diverzitu lišejníků mezi lokalitami

V diverzitě druhů na lokalitách byla objevena závislost na způsobu a intenzitě využití krajiny. Analýza hlavních komponent (obr. 27) na hlavní ose variability rozdělila druhy na lokalitách na acidofilní a nitrofilní. Na lokalitě 1, tvořené lužním lesem, se zvětšující se vzdáleností od toku s příměsí borovice, břízy, osiky a několika duby a na lokalitě 4, tvořené přechodem vrbových porostů v hospodářský les s příměsí břízy, osiky, borovice a jednoho dubu, dominovaly acidofilní druhy lišejníků. Jehličnaté stromy se vyznačují nižším pH borky (Hauck 2011). Jejich zastoupení na lokalitě 1 bylo významné a lokalita 4 byla majoritně tvořena jehličnatým hospodářským lesem. Druhovú skladbu dřevin pozitivně ovlivnila výskyt acidofilních druhů lišejníků.

Pravá strana PCA diagramu byla tvořena zejména nitrofilními druhy. Jejich převahou se vyznačovaly lokality 2 a 3. Skladba dřevin na těchto studijních plochách byla tvořena majoritně listnatými dřevinami. Na lokalitě 2 dominoval *Fraxinus excelsior* (jasan ztepilý) a *Salix fragilis* (vrba křehká). Lokalita 3 byla zastoupena vegetací K1 Mokřadní vrby, K2 Vrbové křoviny podél vodních toků tvořené břehovými porosty *Salix cinerea* (vrba popelavá) s příměsí *Prunus padus* (střemcha

obecná). U těchto dřevin je pH subneutrální až neutrální (van Herk 2001). Tyto studijní plochy byly součástí rozsáhlých pastvin s celoročním využitím. Na několika sousedních plochách byly intenzivně pěstovány pícniny sloužící jako potrava pro dobytek. Tyto lokality byly vystaveny vyšší eutrofizaci vinou zemědělství. Frekventovanými druhy zde jsou *Xanthoria parietina*, *Physcia adscendens*, *Physcia tenella*, které jsou považovány za výborné indikátory zvýšené koncentrace dusíku (van Herk 2001, Frati et al. 2008). Indikátorem vyšší eutrofizace je také nepřítomnost druhu *Evernia prunastri* (van Herk 2001), která se zde vyskytovala jen sporadicky ve srovnání s lokalitou 1 a 4. Způsob využití krajiny zde ovlivnil složení epifytických lišejníků ve prospěch nitrofilních druhů.

Podobnost v druhovém složení lišejníků na lokalitách je dále ovlivněna stářím dřevin. Celá oblast je věkem dřevin velmi podobná. Nejstarší dřeviny se nacházejí na lokalitě 1. Tato oblast byla v nedávné minulosti součástí pohraniční roty Cetviny; zde se nepředpokládalo, že by lidé nelegálně přecházeli hranici, proto zde zůstaly zachovány původní vrby a několik starých dubů. Na zbytku území směrem k Dolnímu Dvořišti byly dřeviny radikálně odstraňovány a podél toku Malše byla na několika místech vybudována panelová cesta pro vozidla pohraniční stráže (Zdeněk Moša, ústní sdělení 2019). Současná vegetace je stará několik desítek let. Nejvíce vzácných druhů bylo nalezeno právě na starých vrbách a dubech lokality 1 v okolí Cetvin a také na borovicích a několika dubech a břízách lokality 4. Tyto staré stromy se vyznačují výraznou hloubkou a zvrásněním borky. Pro diverzitu epifytických lišejníků je důležité nejenom pH substrátu, ale i jeho textura, od které se odvíjí další vlastnosti, jako například absorpce vody a vznik mikrostanovišť (Hauck et al. 2011). Prostředím je značně ovlivněno pH borky a na jednom kmeni v různých místech se může pH velmi lišit (Frahm 2009, Hauck 2011). Heterogenita borky je úměrná stáří stromů, se kterým stoupá diverzita druhů (Lie et al. 2009). Lze tedy předpokládat, že druhová diverzita epifytických lišejníků se stářím stromů poroste.

6.5 Porovnání diverzity epifytických lišejníků s jinými oblastmi v Novohradských horách

V Novohradských horách se nachází několik lokalit zvláštního významu z hlediska lichenologického výzkumu a ochrany přírody obecně, jejichž diverzitu lišejníků

lze srovnat se studovanou lokalitou, kde bylo zjištěno celkem 76 epifytů na čtyřech lokalitách. Ve vzdálenosti přibližně 15 km vzdušnou čarou od PP Horní Malše se nachází Žofínský prales, nejstarší pralesní rezervace ve střední Evropě, chráněná od roku 1838. Jeho centrální část je tvořená hlavně buky. V Žofínském pralese bylo nalezeno 220 druhů epifytických a lignikolních lišejníků (Malíček et Palice 2013).

O pět kilometrů dál na severovýchod se nachází Národní přírodní památka Hojná Voda. Na ploše devíti hektarů se rozprostírá pralesní vegetace tvořená převážně bukem. Ve srovnání se Žofínským pralesem je tato lokalita značně ochuzená, bylo zde nalezeno 72 druhů epifytických lišejníků. Vzácné druhy se nacházely jen na několika starých stromech v jádrové oblasti, která nebyla větší než 2 ha (Malíček et al. 2013).

Na rakouské straně sousedí s Novohradskými horami lokalita Luxensteinwand. Tato soukromá přírodní rezervace je tvořena převážně duby, javory a smrkem. Na této lokalitě bylo nalezeno 85 druhů epifytických lišejníků (Malíček et al. 2013).

6.6 Management vhodný pro diverzitu epifytických lišejníků

Vhodné způsoby managementu pro zachování a podporu biodiverzity lišejníků v oblasti by měly vycházet z obecných pravidel ochrany přírody. Klíčové je vyhnout se degradaci a zániku biotopů a fragmentaci krajiny (Miko et Hošek 2009). Vzhledem k zaměření studie na epifytické lišejníky jsou důležitá i managementová opatření v lesích. Diverzita dřevin a minimalizace stejnověkových monokultur je předpokladem k vysoké diverzitě lišejníků (Liška 2012).

Dalším důležitým kritériem je kontinuita lesa (Dittrich et al. 2013). Staré stromy jsou nositelé diverzity (Lie et al. 2009), při těžbě by mělo být ponecháno několik starých jedinců, udržujících lokální „species pool“ (zdroj druhové diverzity) a sloužících jako zdroj různých mikrostanovišť, které zároveň plní funkci tzv. „stepping stones“ (vhodná stanoviště v oblastech zasažených těžbou) ve víceméně hospodářských oblastech. Druhy vázané na staré lesy a pro ně typická mikrostanoviště přežijí, pokud se při těžbě dřeva ponechají staré stromy spíše ve skupinkách než jako solitérní zbytky původního lesa (Sillett et al. 2000). Skupinky starých stromů slouží jako ochrana před přímým sluncem (Nascimbene et al. 2009). Velikost a frekvence mezer v korunovém zápoji lesa se tak stává dalším důležitým faktorem pro prosperitu

lišejníků na distribuované ploše (van Pelt et North 1996). Ponechání starého dřeva v lesích také pozitivně ovlivňuje diverzitu lišejníků. Často se hovoří o tom, že nejvhodnější management pro lesní lišejníky je minimální, nebo žádný management (Paillet et al. 2010).

Tímto se dostáváme k pralesům a rozličným lesním rezervacím. Rozšiřováním bezzásahových zón nejenom v národních parcích zajistíme zachování biodiverzity. Zejména na pralesy je třeba nahlížet jako na zdrojové lokality a jejich propojenost s okolím hraje klíčovou úlohu v šíření druhů (Malíček 2017).

7. ZÁVĚR

V této práci byla zachycena diverzita epifytických lišejníků Přírodní památky Horní Malše mezi osadou Cetviny a obcí Dolní Dvořiště. Celkem bylo nalezeno 76 druhů epifytických lišejníků a 7 druhů lichenikolních hub, z toho 18 patří do některé z kategorií ohrožení dle Červeného seznamu ČR. Mezi nejvýznamnější nálezy patří druhy *Calicium pinastri*, *Caloplaca cerinella*, *Lecidea nylanderii*, *Opegrapha rufescens*, *Rinodina freyi*, *Rinodina griseosoralifera* a *Stenocybe pullatula*.

Hlavním přínosem této studie je seznam druhů z území, na kterém doposud neproběhl žádný lichenologický průzkum. Přičemž hlavními nositeli diverzity lišejníků byly dvě okrajové lokality tvořené na jedné straně lužním lesem a na straně druhé hospodářským smrkovým lesem. Pomocí ekologických indikačních hodnot nalezených lišejníků byly specifikovány podmínky prostředí na jednotlivých stanovištích, která se z hlediska vegetace jevila jako odlišná. Nakonec se ukázalo, že lokality jsou si z hlediska druhového složení poměrně podobné a řada druhů se vyskytovala na všech čtyřech lokalitách. Základní rozdíl v diverzitě epifytických lišejníků byl vysvětlen odlišnou dostupností substrátů a ve způsobu a intenzitě využití krajiny. To se projevilo na gradientu acidofilních a nitrofilních druhů, kdy v intenzivněji obhospodařované krajině převažovaly nitrofilní lišejníky. Naopak podobnost lokalit byla způsobena přibližně stejným stářím fytoceózy, daným opět způsobem využití krajiny.

Pro zachování a podporu biodiverzity lišejníků patří mezi zásadní typy managementových opatření zachování co nejvyšší rozmanitosti substrátů, tj. druhů dřevin a dostatek mrtvého dřeva, dále zachování starých stromů či jejich skupinek a minimalizace vlivu fragmentace lesní krajiny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

Odborné publikace

- Anděl P. (2011): Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring. Evernia, Liberec, 400 s.
- Ahti T., Jorgensen P. M., Kristinsson H., Moberg R., Sochting U. et Thor G. [eds] (1999): Nordic Lichen Flora Volume 1. Bohuslän '5, Uddevalla, 94 pp.
- Ahti T., Jorgensen P. M., Kristinsson H., Moberg R., Sochting U. et Thor G. [eds] (2002): Nordic Lichen Flora Volume 2. Bohuslän '5, Uddevalla, 111 pp.
- Ahti T., Jorgensen P. M., Kristinsson H., Moberg R., Sochting U. et Thor G. [eds] (2007): Nordic Lichen Flora Volume 3. Bohuslän '5, Uddevalla, 219 pp.
- Ahti T., Jorgensen P. M., Kristinsson H., Moberg R., Sochting U. et Thor G. [eds] (2011): Nordic Lichen Flora Volume 4. Bohuslän '5, Uddevalla, 184 pp.
- Bässler C., Cadotte M.W. et Beudert B. (2016): Contrasting patterns of lichen functional diversity and species richness across an elevation gradient. *Ecography* 39: 689–98.
- Barkman J. J. (1958): Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum and Co., Assen, 628 pp.
- Braniš M. et Hůnová I. (2009): Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. Vyd. 1. Karolinum, Praha, 351 s.
- CENIA (2008): Hospodářství a životní prostředí v České republice po roce 1989. Vyd. 1. CENIA, česká informační agentura životního prostředí, Praha.
- Colwell R. K., Mao C. X. et Chang J. (2004): Interpolating, extrapolating and comparing incidence-based species Accumulation curves. *Ecology* 85: 2717–2727.
- Culek M., Grulich V., Povolný D., Bínová L., Buchar J., Faltys V., Gaisler J., Hrouda L., Hudec K. et Jehlík V. (1996): Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, 347 s.
- Demek J. et Mackovčín P. (2006): Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno, 580 s.
- Dietrich M. et Scheidegger C. (1997): Frequency and diversity and ecological strategies of epiphytic lichens in the Swiss Central Plateau and the Pre-Alps. *Lichenologist* 29: 237–258.
- Dittrich S., Hauck M., Schweigatz D., Dörfler I., Hühne R., Bade C., Jacob M. et Leuschner C. (2013): Separating forest continuity from tree age effects on plant diversity in the ground and epiphyte vegetation of a Central European mountain spruce forest. *Flora* 208: 238–246.
- Douda J. (2009): O vegetační proměnlivosti a původu současných lužních lesů. *Živa* 2: 56–59.
- Ellenberg H. (1992): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen (ohne Rubus). *Scripta Geobotanica* 18: 9–166.
- Ellis C. J. (2012): Lichen epiphyte diversity: A species, community and trait-based review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 14: 131–152.
- Fрати L., Brunialti G. et Loppi S. (2008): Effects of reduced nitrogen compounds on epiphytic lichen communities in Mediterranean Italy. *Science of the total environment* 407: 630–637.
- Gauslaa Y. (2014): Rain dew and humid air as drivers of morphology, function and spatial distribution in epiphytic lichens. *Lichenologist* 46: 1–16.

- Gottardini E., Cristofolini F. et Cristofori A. (2004): Monitoring epiphytic lichen biodiversity in a subalpine Norway spruce woodland at Lavazè Pass and in a thermophilous pubescent oak woodland at Pomarolo, Trentino, North Italy. *Acta Biologica* 81: 245–251.
- Halda J. (2014): Lichenologický inventarizační průzkum PR Pleš ve správě CHKO Český les. Depon. in: AOPK ČR, Praha.
- Halda J. P., Bouda F., Fessová A., Kocourková J., Malíček J., Müller A., Peksa O., Svoboda D., Šoun J. et Vondrák J. (2011): Lišejníky zaznamenané během bryologicko-lichenologického setkání v CHKO Železné hory v září 2009. *Bryonora* 46: 40–51.
- Hauck M., Otto P. I., Dittrich S., Jacob M., Bade C., Dörfler I. et Leuschner C. (2011): Small increase in substratum pH causes the dieback of one of Europe's most common lichens, *Lecanora conizaeoides*. *Annals of botany* 108: 359–366.
- Hauck M. (2011): Site factors controlling epiphytic lichen abundance in northern coniferous forests. *Flora* 206: 81–90.
- Holubec J. (1990): Struktura Českého masívu. Ústřední ústav geologický, Praha, 216 s.
- Hrnčiarová T., Mackovčin P., Zvara I. [eds] (2010): Atlas krajiny České republiky. VÚKOZ, MŽP Průhonice, 332 s.
- Hůnová I. (2009): Atmosférická depozice. In: Braniš M., Hůnová I.: Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší. Karolinum, Praha, 160–179.
- Hůnová I., Kurfürst P., Maznová J. et Coňková M. (2011): The contribution of occult precipitation to sulphur deposition in the Czech Republic. *Erdkunde Archive for scientific geography* 65: 247–259.
- Chábera S. (1998): Fyzický zeměpis Jižních Čech. Přehled geologie, geomorfologie, horopisu a vodopisu. 139 s. Ms. Depon. in: Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- Kermit T. et Gauslaa Y. (2001): The vertical gradient of bark pH of twigs and macrolichens in a *Picea abies* canopy not affected by acid rain. *The Lichenologist* 33: 353–359.
- Kocourková J. (2016): Metody sběru, preparace a herbářového zpracování lišejníků, mechrostů a hub a určovací metodika lišejníků. 48 s. Ms. Depon. in: FŽP katedra ekologie ČZU, Praha.
- Kricke R. (2003): Modellvorschlag zum Verlauf der Wiederbesiedelung ehemals flechtenfreier Räume. *Bibliotheca Lichenologica* 86: 381–392.
- Kubát K. [ed.] (2002): Klíč ke květeně České republiky. Akademia, Praha, 928 s.
- Kubeš J. (2004): Krajina Novohradských hor: fyzicko-geografické složky krajiny. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 160 s.
- LeBlanc F. et Rao. D. N. (1973): Effects of Sulphur Dioxide on Lichen and Moss Transplants. *Ecology* 54: 612–617.
- Lepš J. et Šmilauer P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. Biologická fakulta Jihočeská univerzita, České Budějovice, 102 s.
- Lesica P., McCune B., Cooper S. V. et Hong W. S. (1991): Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed secondgrowth forests in the Swan Valley, Montana. *Canadian Journal of Botany* 69: 1745–1755.
- Lie M.H., Arup U., Grytnes J.A. et Ohlson M. (2009): The importance of host tree age, size and growth rate as determinants of epiphytic lichen diversity in boreal spruce forests. *Biodiversity and Conservation* 18: 3579–3596.
- Liška J. (2003): Česká a slovenská lichenologická bibliografie XVI. *Bryonora* 32: 36–37.
- Liška J. et Palice Z. (2010): Červený seznam lišejníků České republiky (verze 1.1). Příroda, Praha 29: 3–66.
- Liška J. (2012): Pohled na lichenofloru České republiky. *Živa* 4: 162–165.

- Malíček J. et Kocourková J. (2014): Lišejníky chráněných území Na Babě a Vraní skála na Křivoklátsku. *Bryonora* 53: 1–15.
- Malíček J. et Palice Z. (2013): Lichens of the virgin forest reserve Žofínský prales (Czech Republic) and surrounding woodlands. *Herzogia* 26: 253–292.
- Malíček J. et Vondrák J. (2013): Inventarizace lišejníků NPR Kněžyně - Čertův mlýn. Ms. Depon. in: AOPK ČR, Praha.
- Malíček J., Berger F., Bouda F., Cezanne R., Eichler M., Kocourková J., Müller A., Palice Z., Peksa O., Šoun J. et Vondrák J. (2013): Lišejníky zaznamenané během podzimního bryologicko – lichenologického setkání v Novohradských horách 2012. *Bryonora* 51: 24–35.
- Malíček J., Palice Z. et Vondrák J. (2014): New lichen records and rediscoveries from the Czech Republic and Slovakia. *Herzogia* 27: 257–284.
- Malíček J. et Vondrák J. (2017): Středoevropské pralesy a lišejníky II. Biodiverzita a srovnávání lokalit. *Živa* 6: 290–293.
- Malíček J., Palice Z. et Konečná E. (2018): Inventarizační průzkum PR Zátoňská hora, lišejníky. Ms. Depon. in: AOPK ČR, Praha.
- Matoušková M. (2004): Biogeografie, aktuální biota a ochrana přírody a krajiny Novohradských hor. In: Kubeš J. [ed.]: Krajina Novohradských hor. Fyzickogeografické složky krajiny. Pedagogická fakulta, katedra geografie, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 123–135.
- Marmor L., Tõrra T. et Randlane T. (2010): The vertical gradient of bark pH and epiphytic macrolichen biota in relation to alkaline air pollution. *Ecological Indicators* 10: 1137–1143.
- Miko L. et Hošek M. [eds] (2009): Příroda a krajina České republiky. Zpráva o stavu 2009. Vyd. 1. AOPK ČR, Praha, 102 s.
- Nascimbene J., Marini L., Motta R. et Nimis P. L. (2009): Influence of tree age, tree size and crown structure on lichen communities in mature Alpine spruce forests. *Biodiversity and Conservation* 18: 1509–1522.
- Nash T. H. [ed.] (2008): *Lichen Biology*. 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, 502 pp.
- Neuhäuslová Z. (2003): Přehled vegetace České republiky. Svazek 4. Vrbovotopolové luhy a bažinné olšiny a vrbiny. Academia, Praha, 78 s.
- Nimis P.L. (2016): *The Lichens of Italy. A Second Annotated Catalogue*. EUT, Trieste, 739 pp.
- Nordén B. et Appelqvist T. (2001): Conceptual problems of ecological continuity and its bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 10: 779–791.
- Orange A., James P. W. et White F. J. (2001): *Microchemical Methods for the Identification of Lichens*. British Lichen Society, London, 101 pp.
- Paillet Y., Bergés L., Hjältén J., Odor P., Avon C., Bernhardt-Römermann M., Bijlsma R. J., De Bruyn L., Fuhr M., Grandin U., Kanka R., Lundin L., Luque S., Magura T., Matesanz S., Mészáros I., Sebastià M. T., Schmidt W., Standovár T., Tóthmérész B., Uotila A., Balladares F., Vellak K. et Virtanen R. (2010): Biodiversity differences between managed and unmanaged forests: meta-analysis of species richness in Europe. *Conservation biology* 24: 101–112.
- Palice Z. (1999): New and noteworthy records of lichens in the Czech Republic. *Preslia* 71: 289–336.
- Palice Z., Czarnota P., Kukwa M., Kocourková J., Berger F., Guttová A., Halda J., Peksa O., Uhlík P. et Svoboda D. (2003): Lišejníky zaznamenané během 9. jarního setkání

- bryologicko – lichenologické sekce v Hajnici u Mirochova (CHKO Třeboňsko, 11. – 14. 4. 2002). *Bryonora* 32: 7–17.
- Palice Z. et Halda J. P. (2005): Neviditelný svět mikrolišejníků. *Živa* 2: 57–59.
- Palmqvist K. (2000): Carbon economy in lichens. *New Phytologist* 148: 11–36.
- Peksa O., Svoboda D., Palice Z., Dětinský R. et Zahradníková M. (2004): Lišejníky. In: Papáček M. [ed.]: Biota Novohradských hor: modelové taxony, společenstva a biotopy. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 100–104, 293–297.
- Peksa O. [ed.] (2008): Zajímavé lichenologické nálezy IV. (*Parmeliaceae*). *Bryonora* 42: 30–37.
- Pišút I. (1984): Záhadný zelený lišajník. Mladé letá, Bratislava, 99 s.
- Randlane T., Tõrra T., Saag A. et Saag L. (2009): Key to European *Usnea* species. In: Thell A., Seaward M. R. D. et Feuerer T. [eds]: *Bibliotheca Lichenologica* 100: 419–462.
- Rolstad J., Gjerde I., Gundersen V. S. et Saetersdal M. (2002): Use of Indicator Species to Assess Forest Continuity: a Critique. *Conservation Biology* 1: 253–257.
- Röstel A. (2006): Effects of stand continuity on biodiversity of seven organism groups in temperate deciduous forest. Göteborg University, Göteborg, 20 pp.
- Rypl J. (2004): Geomorfologie Novohradských hor. In: Kubeš J. [ed.]: *Krajina Novohradských hor. Fyzickogeografické složky krajiny*. Pedagogická fakulta, katedra geografie, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 56–78.
- Seinfeld J. H. et Pandis S. N. (2006): *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. 2nd edition. Wiley, New Jersey, 1203 pp.
- Sheard J. W. (2010): The Lichen Genus *Rinodina* (Ach.) Gray (*Lecanoromycetidae*, *Physciaceae*) in North America, North of Mexico. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada, 246 pp.
- Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. In: Hejný S. et Slavík B.: *Květena ČSR I*. Academia, Praha, textová část: 103–121.
- Slavík B. (1971): Metodika síťového mapování ve vztahu k připravovanému fytogeografickému atlasu ČSR. *Zprávy ČBS* 6: 55–62.
- Smith C. W., Aptroot A., Coppins B. J., Fletcher A., Gilbert O. L., James P. W. et Wolseley P. A. [eds] (2009): *The Lichens of Great Britain and Ireland*. British Lichen Society, London, 1046 pp.
- Spribille T., Tuovinen V., Resl P., Vanderpool D., Wolinski H., Aime M. C., Schneider K., Stabenheimer E., Toome-Heller M., Thor G. et Mayrhofer H. (2016): Basidiomycete yeasts in the cortex of ascomycete macrolichens. *Science* 353: 488–492.
- Stamenkovic S., Cvijan M. et Arandjelovic M. (2010). Lichens as bioindicators of air quality in Dimitrovgrad (South-Eastern Serbia). *Archives of Biological Sciences* 62: 643–648.
- Sillett S. C., McCune B., Peck J. E., Rambo T. R. et Ruchty A. (2000): Dispersal limitations of epiphytic lichens result in species dependent on old-growth forests. *Ecological applications* 10: 789–799.
- Šmilauer P. et Lepš J. (2014): *Multivariate Analysis of Ecological Data using Canoco 5*. Cambridge University Press, Cambridge.
- van Herk C. M. (2001): Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. *Lichenologist* 33: 419–441.

- van Pelt R. et North M. P. (1996): Analyzing canopy structure in Pacific Northwest old-growth forests with a standscale crown model. Northwest Science 70 Special Issue: 15–30.
- Vondrák J. et Malíček J. (2013): Inventarizační průzkum - Rašeliniště Jizery a Rašeliniště Jizerky. Ms. Depon. in: AOPK ČR, Praha.
- Vondrák J., Kocourková J., Palice Z. et Liška J. (2006): New and noteworthy lichens in the Czech Republic – genus *Rinodina*. In: Lackovičová A., Guttová A., Lisická E. et Lizoň P. [eds]: Central European lichens–diversity and threat. Mycotaxon Ltd., Ithaca, 109–117.
- Vondrák J., Malíček J., Palice Z., Bouda F., Berger F. et Sanderson N. (2018): Exploiting hot-spots; effective determination of lichen diversity in a Carpathian virgin forest. PLoS ONE 13: 1–19.
- Wirth V. (1995): Flechtenflora – Bestimmung und ökologische Kennzeichnung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 661 pp.
- Wirth V. (2010): Ökologische Zeigerwerte von Flechten – Erweiterte und Aktualisierte Fassung. Herzogia 23: 229–248.
- Wirth V., Hauck M. et Schultz M. (2013a): Die Flechten Deutschlands, Band 1. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 672 pp.
- Wirth V., Hauck M. et Schultz M. (2013b): Die Flechten Deutschlands, Band 2. Eugen Ulmer KG, Stuttgart, 567 pp.

Legislativní zdroje

Nařízení vlády ČR č. 132/2005 Sb.

Nařízení vlády ČR č. 318/2013 Sb., příloha č. 200.

Nařízení vlády ČR č. 372/2007 Sb.

Směrnice 2001/81/ES s platností k roku 2010.

Směrnice 2010/75/EU o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění).

Zákon č. 309/1991 Sb., o ochraně ovzduší.

Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění.

Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší.

Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší.

Internetové zdroje

- AOPK ČR (©2009): Program péče pro vydra říční (*Lutra lutra*) v České republice v letech 2009–2018 (online) [cit.2018.11.29], dostupné z http://www.nature.cz/publik_syst2/files/pp_vydra_final.pdf.
- AOPK ČR (©2013): Záchraný program perlorodky říční *Margaritifera margaritifera* v České republice (online) [cit.2018.11.29], dostupné z <http://www.zachraneprogramy.cz/perlorodka-ricni/zachranny-program-zp/>.
- AOPK ČR (©2014): ÚSOP / Maloplošná zvláště chráněná území / PP Horní Malše (online) [cit.2018.05.20], dostupné z https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=14293.
- AOPK ČR (©2017): Mapomat (online) [cit.2017.12.14], dostupné z www.mapy.nature.cz.
- AOPK ČR (©2019): Nálezová databáze ochrany přírody (online) [cit. 2019.01.21], dostupné z <https://portal.nature.cz/nd/>.
- ČEZ, a.s. (©2019): Aktivity a strategie Skupiny ČEZ (online) [2019.01.08], dostupné z <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/strategie-a-aktivity-cez-v-oblasti-ue.html>.
- ČHMÚ (©2017): Pole podkorunové roční depozice síry (online) [cit. 2018.11.08], dostupné z <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/png/oIX5.png>.
- ČHMÚ (©2018a): Historická data o stavu ovzduší (online) [2018.11.08], dostupné z <http://portal.chmi.cz/historicka-data/ovzdusi>.
- ČHMÚ (©2018b): Grafická ročenka 2017 (online) [2018.11.08], dostupné z http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/Obsah_CZ.html.
- Frahm J. P., Thönnies D. et Hensel S. (2009): Ist der Anstieg nitrophiler Flechten an Bäumen auf eine Erhöhung des Borken-pHs zurückzuführen? Archive for lichenology 1 (online) [2018.12.14], dostupné z <http://fshumm.de/Archive/Vol01-Frahm-Thoennes-Hensel.pdf>.
- GEOLOGICKÝ PARK Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze (©2011): Schematická geologická mapa moldanubika (online) [cit. 2018.11.20], dostupné z <https://www.parkgeo.cz/moldanubikum.htm>.
- Mapy.cz (©2018): Znázornění území zaujímající Přírodní památka Horní Malše. Výřez z turistické mapy (online) [2018.05.10], dostupné z <http://www.mapy.cz/10.05.2018>.
- Melichar V. (2018): Naturové hodnocení (online) [2018.11.30], dostupné z <https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX01aUDQ4MV92eWhvZG5vY2Vua>

[U5hdHVyYU96bmFtZW5pRE9DXzQ4NzU2NTY0MjEzNDMzNzk0MzAucGRm/MZP481_vyhodnoceniNaturaOznameni.pdf](#)>.

MŽP (©2005): Kyselá dešť stále s námi - zdroje, mechanismy, účinky, minulost a budoucnost (online) [cit. 2018.12.08], dostupné z [www.mzp.cz/osv/edice.nsf/.../\\$file/planeta_web.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/.../$file/planeta_web.pdf).

Nimis PL et Martellos S. (2017): Informační systém o italských lišejnicích. Verze 5.0. Univerzita Terstu, odbor biologie (online) [cit. 2019.03.08], dostupné z <http://dryades.units.it/italic>.

Sales K., Kerr L. et Gardner J. (2016): Factors influencing epiphytic moss and lichen distribution within Killarney National Park. Bioscience Horizons 9 (online) [cit.2019.03.12], dostupné z <https://academic.oup.com/biohorizons/article/doi/10.1093/biohorizons/hzw008/2526859>.

Statistické programy

CANOCO version 5. <<http://www.canoco5.com/index.php/resources>>.

Drozd P. et Novotny V. (2010): ComEcoPaC. Version 1. [cit. 2019.01.04.], dostupný z

<<http://prf.osu.cz/kbe/dokumenty/sw/ComEcoPaC/ComEcoPaC.xls>>.

R Core Team (2018): The R Project for Statistical Computing. [cit. 2018.05.10], dostupný z <<https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>>.

SEZNAMY PŘÍLOH

Příloha 1 Seznam obrázků

- Obr. 1: Keříčkovitý lišejník *Evernia prunastri*, indikátor čistoty ovzduší.
- Obr. 2: Studijní plochy (www.mapy.cz 2018; upraveno).
- Obr. 3: Mapa Lokality 1 – lužní les s vyznačenými přirozenými biotopy (Mapomat AOPK 2017).
- Obr. 4: Lokalita 1 – lužní les.
- Obr. 5: Mapa Lokality 2 – jasanovo-vrbová alej s vyznačenými přirozenými biotopy (Mapomat AOPK 2017).
- Obr. 6: Lokalita 2 – jasanovo-vrbová alej.
- Obr. 7: Mapa Lokality 3 – vrby v mokřadu s vyznačenými přirozenými biotopy (Mapomat AOPK 2017).
- Obr. 8: Lokalita 3 – vrby v mokřadu.
- Obr. 9: Mapa Lokality 4 – smrkový les s vyznačenými přirozenými biotopy (Mapomat AOPK 2017).
- Obr. 10: Lokalita 4 – smrkový les.
- Obr. 11: Fotografie Přírodní památky Horní Malše z období sběru vzorků v terénu
- Obr. 12: Mapa zkoumaného území PP (www.mapy.cz 2018).
- Obr. 13: Schématická geologická mapa moldanubika (Geologický park UK 2018).
- Obr. 14: Průměrné měsíční úhrny srážek v roce poblíž studované oblasti za období 1901–1950 (Kubeš 2004).
- Obr. 15: Biogeografické regiony vymezené Culkem (Culek 1996).
- Obr. 16: Realizovaný program útlumu uhelných bloků ČEZ, a.s. (MW) v letech 1991–1998 v ČR (Cenia 2008).
- Obr. 17: Vývoj emisí sledovaných polutantů ovzduší v letech 1990–2001 v ČR (Cenia 2008).
- Obr. 18: Vývoj celkových emisí hlavních znečišťujících látek ovzduší v letech 1990–2016 v ČR (ČHMÚ 2018a).
- Obr. 19: Pole podkorunové roční depozice síry v roce 2017 (ČHMÚ 2017).
- Obr. 20: Deska v UV boxu, vlnová délka 254 nm.
- Obr. 21: Deska v UV boxu, vlnová délka 366 nm.
- Obr. 22: Deska se zvýrazněnými skvrnami sekundárních metabolitů.
- Obr. 23: Počet druhů na lokalitách.
- Obr. 24: Poměr zastoupení růstových forem na lokalitách.
- Obr. 25: Strategie rozmnožování nalezených druhů dle růstové formy.
- Obr. 26: Poměr zastoupení typu rozmnožování druhů na lokalitách.
- Obr. 27: Rozložení druhů dle PCA.
- Obr. 28: Podobnost lokalit.
- Obr. 29: Ekologické indikační hodnoty lišejníků.
- Obr. 30: Kumulační křivka.

Příloha 2 Seznam tabulek

Tab. 1: Seznam nalezených druhů se základními funkčními a ekologickými znaky
(červeně zvýrazněny druhy ohrožené).

Tab. 2: Počty nalezených druhů dle substrátu (v závorce počet studovaných stromů).

Tab. 3: Simpsonův index a Chao1.

Příloha 3 Seznam zkratk druhů lišejníků použitých v analýzách

<i>Amandinea punctata</i>	<i>Ama Pun</i>
<i>Anisomeridium polypori</i>	<i>Ani Pol</i>
<i>Bacidina mendax</i>	<i>Bac Men</i>
<i>Biatora globulosa</i>	<i>Bia Glo</i>
<i>Bryoria fuscescens</i>	<i>Bry Fus</i>
<i>Buellia griseovirens</i>	<i>Bue Gri</i>
<i>Calicium pinastri</i>	<i>Cal Pin</i>
<i>Caloplaca cerinella</i>	<i>Cal Cer</i>
<i>Candelariella efflorescens</i> agg.	<i>Can Eff</i>
<i>Candelariella xanthostigma</i>	<i>Can Xan</i>
<i>Catillaria fungoides</i>	<i>Cat Fun</i>
<i>Catillaria nigroclavata</i>	<i>Cat Nig</i>
<i>Coenogonium pineti</i>	<i>Coe Pin</i>
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Cla Noc</i>
<i>Cladonia digitata</i>	<i>Cla Dig</i>
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Cla Fim</i>
<i>Cladonia macilenta</i>	<i>Cla Mac</i>
<i>Evernia prunastri</i>	<i>Eve Pru</i>
<i>Fuscidea pusilla</i>	<i>Fus Pus</i>
<i>Halecania viridescens</i>	<i>Hal Vir</i>
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	<i>Hyp Sca</i>
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Hyp Phy</i>
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Hyp Tub</i>
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	<i>Chae Fer</i>
<i>Jamesiella anastomosans</i>	<i>Jam Ana</i>
<i>Lecania cyrtella</i>	<i>Lec Cyr</i>
<i>Lecania naegelii</i>	<i>Lec Nae</i>
<i>Lecanora carpinea</i> agg.	<i>Lec Car</i>
<i>Lecanora conizaeoides</i>	<i>Lec Noc</i>
<i>Lecanora expallens</i>	<i>Lec Exp</i>
<i>Lecanora chlarotera</i>	<i>Lec Chla</i>

<i>Lecanora persimilis</i>	<i>Lec Per</i>
<i>Lecanora pulicaris</i>	<i>Lec Pul</i>
<i>Lecanora saligna</i> agg.	<i>Lec Sal</i>
<i>Lecanora sambuci</i>	<i>Lec Sam</i>
<i>Lecanora symmicta</i>	<i>Lec Sym</i>
<i>Lecidea nylanderii</i>	<i>Lec Nyl</i>
<i>Lecidella elaeochroma</i>	<i>Lec Ela</i>
<i>Lepraria finkii</i>	<i>Lep Fin</i>
<i>Lepraria elobata</i>	<i>Lep Elo</i>
<i>Lepraria incana</i>	<i>Lep Inc</i>
<i>Lepraria jackii</i>	<i>Lep Jac</i>
<i>Lepraria rigidula</i>	<i>Lep Rig</i>
<i>Melanelixia glabratula</i>	<i>Mel Gla</i>
<i>Melanelixia subaurifera</i>	<i>Mel Sub</i>
<i>Melanohalea exasperatula</i>	<i>Mel Exa</i>
<i>Micarea micrococca</i>	<i>Mic Mic</i>
<i>Micarea prasina</i>	<i>Mic Pra</i>
<i>Opegrapha rufescens</i>	<i>Ope Ruf</i>
<i>Parmelia sulcata</i>	<i>Par Sul</i>
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	<i>Par Amb</i>
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	<i>Pha Orb</i>
<i>Phlyctis argena</i>	<i>Phl Arg</i>
<i>Physcia adscendens</i>	<i>Phy Ads</i>
<i>Physcia stellaris</i>	<i>Phy Ste</i>
<i>Physcia tenella</i>	<i>Phy Ten</i>
<i>Physconia enteroxantha</i>	<i>Phy Ent</i>
<i>Placynthiella icmalea</i>	<i>Pla Icm</i>
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>Pse Fur</i>
<i>Ramalina farinacea</i>	<i>Ram Far</i>
<i>Ramalina pollinaria</i>	<i>Ram Pol</i>
<i>Rinodina freyi</i>	<i>Rin Fre</i>
<i>Rinodina griseosoralifera</i>	<i>Rin Gri</i>
<i>Rinodina pyrina</i>	<i>Rin Pyr</i>

<i>Ropalospora viridis</i>	<i>Rop Vir</i>
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	<i>Sco Chlo</i>
<i>Scoliciosporum sarothamni</i>	<i>Sco Sar</i>
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	<i>Tra Fle</i>
<i>Usnea dasopoga</i>	<i>Usn Das</i>
<i>Usnea hirta</i>	<i>Usn Hir</i>
<i>Usnea scabrata</i>	<i>Usn Sca</i>
<i>Usnea subfloridana</i>	<i>Usn Sub</i>
<i>Usnea perplexans</i>	<i>Usn Per</i>
<i>Xanthoria candelariella</i>	<i>Xan Can</i>
<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Xan Par</i>
<i>Xanthoria polycarpa</i>	<i>Xan Pol</i>