

Epifytické lišejníky středních Brd a Příbramského Podbrdsko

Epiphytic lichens of the central Brdy Mts and Podbrdsko area (Czech Republic)

Václav Mejstřík

Kozičín 18, 261 01 Příbram, e-mail: vaclavmej@centrum.cz

Abstract

The paper presents the occurrence of epiphytic lichens in central Brdy Mts and the adjacent area along their eastern edge (Central Bohemia, Czech Republic). In total, 78 lichen taxa were recorded in 440 localities. The data were used for bioindication study: five zones were defined for estimating air pollution within the studied region. Several localities were repeatedly monitored during three time intervals (1978–1980, 1992–1994, 2005–2007), thus, the changes in lichen flora composition are discussed. The distribution maps of several lichen taxa are included.

Keywords

lichens, Brdy Mts, Podbrdsko, bioindication, air pollution

Úvod

Hořovický učitel Václav Los kdysi napsal o Brdech: „Každý národ by si vážil pohorí, jež táhnouc se jeho jazykovým územím vykazovalo by tak nádhernou vegetaci lišejníkovou.“ (Los 1924). Má práce se zabývá otázkou, jak tato lišejníková vegetace, konkrétně epifytické lišejníky, vypadá dnes.

Lišejníky jsou organismy citlivé na změny prostředí. Nejznámější je jejich citlivost na znečištění ovzduší, zvláště na oxid siřičitý (Hawksworth & Rose 1970). Reagují i na další změny prostředí – změny v lesním a zemědělském hospodaření (holoseče, zakládání monokultur, hnojení, používání biocidů), turistický ruch, mizení vhodných substrátů (kácení alejí) a ničení biotopů (Liška et al. 1998). Od dob Losových doznala příroda mnohých změn: hladina znečištění ovzduší se v zájmovém území zvyšovala zhruba do konce 80. let 20. století, potom však začala klesat, změnilo se hospodaření v lesích, střední Brdy se staly vojenským újezdem.

Cílem této práce bylo zjistit stav epifytické lišejníkové flóry v území středních Brd a Příbramského Podbrdská v současné době a na základě zjištěné kvality a kvantity výskytu epifytických (přesněji řečeno epikortikolních) lišejníků vymezit zóny s různou kvalitou prostředí. Dalším cílem bylo popsat změny lichenoflóry za posledních zhruba 30 let.

Historie lichenologických výzkumů v Brdech

První lichenologické výzkumy v zájmovém území spadají do počátku 20. století. Ve své fytogeografické studii vydané roku 1903 zmiňuje Karel Domin nápadné druhy lišejníků a poukazuje na jejich velkou četnost (Domin 1903). František Maloch (1913) ve svém díle „Květena v Plzeňsku“ věnuje lišejníkům dosti rozsáhlou kapitolu. Prozkoumal hlavně západní část Brd – okolí Strašic, Přední a Zadní Záběhlou, Padrť, jeho exkurze zasahovaly až na vrcholy Praha a Tok. Z okolí Padrti a Záběhlé uvádí dnes již vymizelý druh *Anaptychia ciliaris*. U bývalé myslivny Na starém světě (Tři Trubky) našel druhy *Alectoria jubata*, *Usnea dasypoga*, na bučích na Praze *Pyrenula nitida*.

V roce 1924 vydává hořovický učitel Václav Los svůj obsáhlý článek „Lichenografický ráz Brd“ (Los 1924). Zde věnuje pozornost všem skupinám lišejníků, tedy i epifytickým. Poukazuje na krásné nálezy v Brdech centrálních a jižních – *Parmelia acetabulum*, *Anaptychia ciliaris*, *Ramalina farinacea*, *R. fraxinea*, *Opegrapha varia* a další. Zaznamenává i výskyt *Lobaria pulmonaria*. Poslední záznam o výskytu tohoto lišejníku v Brdech je z roku 1929 (cf. Liška 1990). Alfred Hilitzer publikoval různé nálezy lišejníků mimo jiné i ze středních Brd (Hilitzer 1924, 1926, 1929). Ve třicátých letech sbíral hlavně horské druhy Zdeněk Pilous (Pilous 1935).

Intenzivnější zájem o brdské lišejníky nastává opět až v 80. letech 20. století a poté hlavně po roce 1989, kdy vedení vojenského újezdu povolilo dosti rozsáhlý botanický, zoologický a geologický průzkum středních Brd. Sofron (1984) publikoval článek o flóře a vegetaci suť západního Podbrdská, Brd a Hřebenů, kde v rámci fytoocenologických snímků uvedl i lišejníky, hlavně saxikolní. Též v práci o bioindikaci oreofytika Brd uvádí Sofron (1997) i lišejníky. V 80. letech sbíral v Brdech Vlastimil Mikoláš, botanik příbramského muzea. V letech 1992 až 1999 prováděl v rámci průzkumu středních Brd výzkum lišejníků autor této stati (Mejstřík 1993a,b, 1994, 1998a,b, 1999).

Obsáhlou studii o brdských lišejnících v rámci své diplomové práce vypracovala Š. Slavíková-Bayerová (Bayerová 1999). Uvádí mnohé lišejníky jako nové druhy pro Brdy – jde hlavně o nenápadné lišejníky rodů *Arthonia* a *Bacidia*, ohrožené druhy *Calicium glaucellum*, *Calicium viride*, *Chaenotheca brachypoda*, *Ch. furfuracea*, *Ch. trichialis*, *Ch. xyloxena*, dále *Lecanora saligna*, *L. symmicta*, *Mycoblas-*

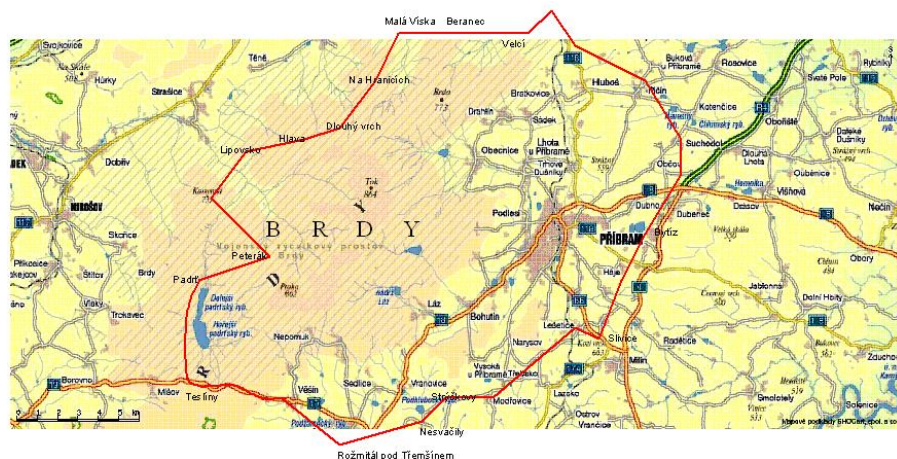
tus fucatus, *Ochrolechia microstictoides*, *Parmelia submontana*, *Pertusaria coronata*, *P. lactea*, *Placynthiella icmalea*, *Sclerophora peronella*, *Strangospora pini-cola*, *Usnea* cf. *scabrata* a *U. subfloridana*. Jako nový druh pro Českou republiku nalezla lišejník *Ropalospora viridis*. Těžiště výskytu výše uvedených druhů je v jižní části Brd.

Pozn.: Nomenklatura je v této kapitole ponechána stejná jako v citovaných pracích.

Charakteristika zkoumaného území

Studované území se nachází v jihozápadní části Středočeského kraje, v západní části okresu Příbram. Zahrnuje město Příbram a větší část středních Brd. Hranice území jsou patrné z mapy na obr. 1. Rozloha území činí 310 km².

Z hlediska geomorfologického členění České republiky náleží sledované území do Poberounské soustavy České vysočiny – do Brdské podsoustavy, celek Brdská vrchovina, podcelky Brdy a Příbramská pahorkatina. Nejnižší bod zkoumaného území leží v korytě Litavky u Čenkova v místě Bílá Huť – 400 m n. m., nejvyšším bodem je vrchol Toku – 865 m n. m. Geologický podklad území je tvořen na většině plochy kambrickými a ordovickými usazeninami – slepenci, pískovci, drobami, křemenci. Jihozápadní část oblasti je budována proterozoickými horninami – břidlicemi a drobami s vložkami bulžníků. V okolí Rožmitálu pod Třemšínem a na jihovýchodě oblasti začínají variské granitoidy Středočeského plutonu (Fátka 2005).



Obr. 1. Vymezení zkoumaného území.

Klimaticky vystupují Brdy ve vnitrozemí Čech jako ostrov chladnějšího podnebí (spolu s nejvyšší částí Středočeské vysočiny). Průměrná roční teplota na vrcholech Brd je odhadována na + 5,0 až + 5,5 °C. Údolí Litavky na severu zkoumané oblasti je nejteplejší částí oblasti s průměrnou roční teplotou + 7,5 až 8,0 °C (Němec 2005, Hoyer 1982). Průměrná roční teplota v Rožmitále pod Třemšínem v letech 1931 až 1990 byla + 6,8 °C (Hoyer 1992), pro Příbram je udávána průměrná roční teplota + 7,3 °C (Petříček & Dejmal 2001). Místa s nejnižšími a nejvyššími srážkami se přibližně shodují s místy s nejvyšší a nejnižší teplotou, ovšem v obráceném pořadí. Údolí Litavky severně od Příbrami k Jincům je oblastí nejušší s průměrným ročním úhrnem srážek kolem 550 mm. Odtud stoupají srážkové úhrny na hodnoty kolem 800 mm ročního průměru v nejvyšších polohách Brd (Němec 2005).

Fytogeograficky spadá více než polovina území do oreofytika – fytogeografický okres 87 – Brdy. Zbytek území náleží mezofytiku. Pás od Jinců přes obce Hluboš, Drahlín, Lhota u Př. a dále přes Příbram k Vranovicím spadá do okresu 35 – Podbrdsko, podokres 35c – Příbramské Podbrdsko. Okolí Rožmitálu pod Třemšínem náleží Březnickému Podbrdsku. Malá část území u obcí Suchodol a Pičín náleží k okresu 41 – Střední Povltaví. (Skalický 1988, Sofron et al. 2005).

Oblast je značně zalesněna, ve středních Brdech les tvoří téměř jednolitý celek. Zalesněný je i hřeben od Květné na sever a území mezi Bohutínem, Vranovicemi a Strýčkovy. Převážná většina lesů jsou smrkové monokultury, vtroušena je bříza, borovice, modřín, buk, dub. Na březích Hořejšího Padršského rybníka jsou přirozené porosty smrku asociace *Sphagno-Picetum* a *Piceo-Alnetum* (Sofron 1981, 1998b). V Brdech se nacházejí zbytky jedlobučin a acidofilní oligotrofní bučiny, na sutích a balvanových mořích místy rostou reliktní bory asociace *Dicrano-Pinetum* a březiny (Sofron et al. 2005). Vzácně se vyskytují suťové lesy, lužní lesy a rašelinné březiny. Údolí Litavky tvoří vůči Brdům nápadný floristický a vegetační kontrast a váže na sebe smíšené doubravy, dubohabřiny a jejich náhradní společenstva, je zde i lužní les (Sofron et al. 2005, Dejmal 2000).

Bezlesí je tvořeno v Brdech rašeliníšti, druhotnými vřesovišti a loukami, na ostatním území ornou půdou, loukami a mokřady. Vhodné substráty pro lišejníky se zde nacházejí v podobě stromů v alejích, solitérních stromů v polích či loukách, u rybníků, v intravilánu a na okrajích obcí pak v podobě rozličných výsadeb stromů, parků, hřbitovů atp.

Vlivy lidské činnosti ve zkoumaném území trvají již mnoho staletí. V území se dobývaly polymetalické rudy (hlavně olova a stříbra) i rudy železa a probíhalo zde i jejich zpracování (Hofmann 1981, Čáka 1998), po 2. světové válce se těžil uran. První zmínka o hutnictví na Příbramsku je již z roku 1311 (např. Kopiczková 1986, Kunický & Vurm 2011). O větším ovlivnění přírodního prostředí lze hovo-

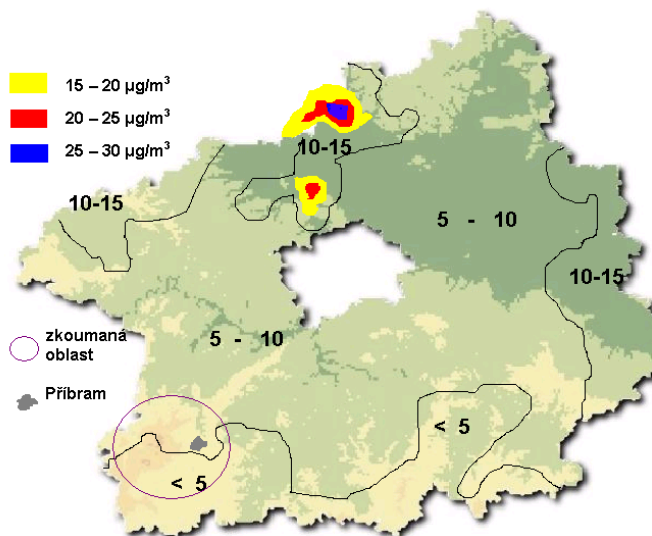
řit zhruba od konce 18. století. Znečištění ovzduší se stupňovalo se vzrůstající výrobou a dopravou, lze říci, že vrcholu v regionu dosáhlo v 80. letech 20. století. Největšími zdroji znečištění ovzduší byly uhelné kotelny po městě Příbrami a n.p. Kovohutě Příbram. Změna nastala díky vybudování teplárny s odsiřováním spalín na okraji města. Bývalé uhelné kotelny příbramských sídlišť byly přestavěny na výměníky tepla napojené na teplárnu, mnohé budovy mají vlastní plynové kotle. Další bodový zdroj znečištění – Kovohutě Příbram, nástupnická a.s., investoval značné prostředky do snížení úniku oxidu siřičitého a prachu s obsahem olova. V r. 1980 byl postaven nový 160 m vysoký komín. Počátkem roku 1983 byl uveden do provozu nový odprašovací systém z Polska, díky kterému došlo ke snížení emisí prachu a olova. Od r. 1997 má na další snížení imisního znečištění vliv i nová šachtová pec Varta (Vurm 2000, Kunický & Vurm 2011). Jako další zdroj znečištění v oblasti se mohou na jejím západě uplatňovat Železárny Hrádek a.s. (Tesařová et al. 2005).

Zatímco emise působené spalováním fosilních paliv klesají, největší zatížení ovzduší v současné době představuje silniční doprava. Ta produkuje oxidy dusíku a pevné částice – poléťavý prach s velikostí částic hlavně od desetin μm do zhruba $10 \mu\text{m}$ (frakce PM_{10}). Na tyto částice jsou navázány různé, často karcinogenní organické látky (např. polycyklické aromatické uhlovodíky, největším rizikem pro zdraví lidí je benzo[a]pyren). Roční průměrné koncentrace hlavních polutantů v Příbrami ukazuje tab. 1.

Tab. 1. Roční průměrné koncentrace hlavních polutantů ve městě Příbrami (aritmetické průměry). Zdroj údajů o koncentracích škodlivin v ovzduší: Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz/uoco), Ministerstvo životního prostředí (www.env.cz).

Polutant	Období	Koncentrace [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Poznámka
SO₂	80. léta 20. st.	33–79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	2005–2007	6–8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
NO_x	80. léta 20. st.	8–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	2005–2007	35–41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
prach PM₁₀	80. léta 20. st.	63–50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	poléťavý prach bez oddělení frakce PM ₁₀
	2005–2007	21–33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	frakce prachu PM ₁₀

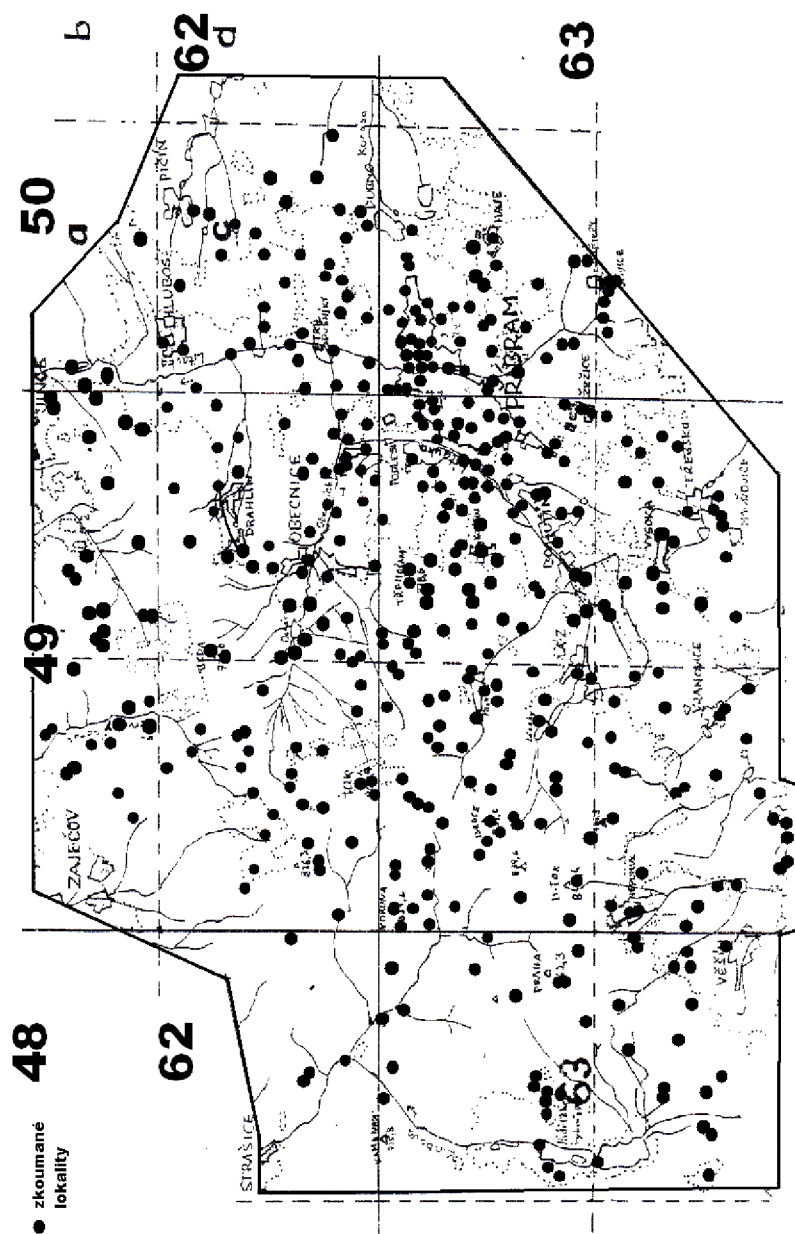
Plošné rozložení koncentrací škodlivin ve zkoumané oblasti lze pouze odhadovat. Na vrcholech Brd může mít vliv dálkový přenos znečištění, naopak údolí a nižší polohy budou patrně méně ovlivněny. V některých větších vesnicích ve zkoumané oblasti, zvláště těch, které jsou v údolí a mají hustou zástavbu, lze očekávat v zimním období zvýšené koncentrace SO_2 a poléťavého prachu frakce PM_{10} vlivem lokálních topenišť na tuhá paliva. Rozložení koncentrací oxidu siřičitého ve Středočeském kraji je uvedeno na obr. 2.



Obr. 2. Roční aritmetický průměr koncentrace oxidu siřičitého ve Středočeském kraji v r. 1999 (zdroj: Ročenka ČHMÚ 1999).

Metodika

Byly zkoumány lišejníky rostoucí na borce kmenů živých stromů od paty do výše 2 m. Při výběru lokalit byla dodržována určitá pravidla za účelem jejich standardizace a tím i srovnatelnosti pro následné bioindikační využití. Vybírány byly přednostně stromy listnaté, s průměrem kmene v prsní výšce větším než 20 cm. Pouze když v území řádově 1 km^2 nebyl nalezen vhodný listnatý strom, byl zvolen za lokalitu strom jehličnatý. Jde o 17 lokalit ze 440. Ve velkých částech lesního komplexu Brd často byla jediným listnatým stromem bříza. Za stanoviště byly voleny břízy s borkou už rozpraskanou, které jsou zde hojně osidlovány lišejníky.



Obr. 3. Mapa studovaného území s vyznačením zkoumaných lokalit.

Nebyly vybírány stromy s větším náklonem kmene než 15° od svislého směru nebo stromy s nadměrně velkými kořenovými náběhy. Rovněž nebyly zkoumány stromy s masivním výskytem mechorostů. Lokality byly navštíveny v průběhu let 1992 až 2009. Stanoviště zkoumaná před rokem 1992 byla z drtivé většiny po tomto roce revidována. Celkem 150 lokalit (34,09 %) bylo znovu navštíveno a revidováno v průběhu let 2000 až 2009, a to hlavně v oblasti města Příbrami a jeho okolí, kde dochází po r. 2000 k největším změnám ve výskytu lišejníků. Ze 40 lokalit jsou uvedeny údaje ze tří časových horizontů od roku 1978 do roku 2008. Jednu lokalitu představuje 1 až 5 stromů, může jít o stromy různého druhu, v praxi tvoří jednu lokalitu nejvýše dva druhy stromů, z velké většiny druh jeden. Lišejníky byly zkoumány na 28 druzích stromů. Větší šíře druhů stromů byla volena z důvodu zachycení lišejníků acidofilních, neutrofilních i nitrofilních (eutrofilních). Ve všech těchto skupinách se vyskytují druhy s různou citlivostí na imise. V rámci možností byla stanoviště volena tak, aby byla nejméně jedna lokalita na 1 km². Zastoupení jednotlivých druhů stromů viz v kap. Výsledky.

Nomenklatura a kategorie ohrožení (EN, VU) lišejníků jsou uváděny podle Červeného seznamu lišejníků ČR (Liška & Palice 2010). Ne všechny lišejníky se podařilo určit do druhu. V případech obtížnější skupiny je uvedeno souborné označení, např. *Lecanora subfusca* agg. Většinou jde pravděpodobně o druh *Lecanora argentata*, dále zřejmě o *L. allophana*. Takto začlenila autorovy údaje (např. Mejstřík 1993a, 1994) do své práce Š. Slavíková-Bayerová (Bayerová 1999). Druhy *Lecanora chlorotera* a *L. pulicaris* jsou uváděny samostatně. U rodů *Bryoria* a *Usnea* byl druh určen většinou jen u novějších nálezů nebo jde o položky revidované J. Liškou a Š. Slavíkovou, jinak je uveden pouze rod. Bioindikační význam jednotlivých druhů z těchto rodů je podobný. Nebyly též určovány druhy rodu *Lepraria*. Protože jedním z cílů práce je i celkový přehled o výskytu epifytických lišejníků v daném území, byl zaznamenáván i výskyt lišejníků rodu *Cladonia* na kmenech stromů.

Stélkové reakce při určování byly prováděny obvyklými činidly – hydroxidem draselným, parafenylendiaminem, chlorovým vápnem a jódem rozpuštěným v roztoku jodidu draselného.

Výsledky

Na 440 lokalitách (obr. 3) bylo zjištěno celkem 78 taxonů, 67 autorem, dalších 11 je převzato z údajů Š. Slavíkové (Bayerová 1999) – jde o nálezy na totožných devíti lokalitách. Seznam nalezených taxonů a četnost jejich výskytu jsou uvedeny v tab. 2 (umístěná na konci článku). Z velké většiny jde o makrolišejníky, drobné druhy byly někdy objeveny až na sebraném materiálu a mnohé mohly být přehlédnuty.

Nejhojnější výskyt byl zaznamenán u acidofilních toxitolerantních druhů. *Lecanora conizaeoides* se vyskytuje i v těsné blízkosti zdrojů znečištění – v areálu Kovohuti i ve městě Příbrami. Na nejexponovanějších místech se vyskytuje samotná, na poněkud méně exponovaných se přidružuje *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes* a *Scoliciosporum chlorococcum*. Po roce 2007 však *L. conizaeoides* svoji pokryvnost na kmeni snižuje a začíná na mnohých místech ubývat.

Dalšími nejhojnějšími druhy jsou *Hypogymnia physodes*, *Hypocenomyce scalaris*, mírně nitrofilní *Parmelia sulcata*, v lesích potom *Parmeliopsis ambigua* a *Cladonia coniocraea*.

Nejhojnější z druhů rostoucích na eutrofizované borce je *Physcia dubia*, v poslední fázi výzkumu po r. 2000 se stále hojněji vyskytují druhy *Physcia adscendens* a *Phaeophyscia orbicularis*. Na značné části zkoumaného území, kterou zaujímají střední Brdy se svým lesním komplexem, se druhy rostoucí na eutrofizované borce vyskytují pouze na několika místech větších enkláv bezlesí. Naproti tomu v Příbrami a na jejích okrajích, jakož i v intravilánu mnohých obcí, tvoří tyto druhy podstatnou část lišejníkové vegetace, v Příbrami se šíří.

Zajímavý a potěšující je poměrně hojný výskyt zástupců rodu *Bryoria* (48 lokalit – 10,91 %) a zástupců rodu *Usnea* (47 lokalit – 10,68 %). Lišejníky rodu *Usnea* se začínají v současnosti mírně šířit.

V přehledu taxonů jsou pro úplnost uvedeny i druhy rodu *Cladonia*, které se vyskytovaly nejvíce na bázi kmene. Kůra stromů je pro ně většinou druhotným stanovištěm. Některé přecházejí na kmeny stromů častěji a to hlavně v lesích – nejčastěji *Cladonia coniocraea* a *C. digitata*.

Komentáře k vybraným taxonům

Mapy rozšíření vybraných druhů (obr. 4–17) jsou uvedeny na konci článku.

***Bryoria* sp.** (obr. 4)

V naprosté většině případů se zřejmě jedná o druh *B. fuscescens*. Jde o lišejník vázaný spíše na vyšší polohy, dosti citlivý na znečištění ovzduší. Těžiště jeho výskytu je ve středních Brdech a na jejích okraji.

Calicium adpersum (obr. 5)

Ohrožený druh naší lichenoflóry (Liška & Palice 2010). V minulosti byl ve zkoumané oblasti nalezen A. Hilitzerem u Valdeku (Hilitzer 1926). Na lokalitách Lipovsko a Koníček – „Rezervace“ nalezla tento druh Š. Slavíková (Bayerová 1999).

Candelaria concolor

Druh s vazbou na horské oblasti (Liška 1996), který v minulosti není z Brd uváděn. Nálezy byly určovány v r. 1993 a 1999 a není jisté, zda se podle dnešního pojetí nejedná o druh *C. pacifica*.

Candelariella vitellina*, *C. xanthostigma

Běžné nitrofilní druhy, které jsou však ve zkoumané oblasti uváděny až v současné době – první údaje Mejstřík (1984).

Hypocenomyce caradocensis

Tento lišejník se zdá být v České republice dosti hojný. Jeho výskyt není zatím zcela prozkoumán, protože byl zjištěn v ČR teprve v 90. letech a publikován jako nový druh lichenoflóry České a Slovenské republiky (Lisická 1994). V Brdech byl nalezen na Bílé skále u Lázu na borce dubu zimního a v lese Sítová na borce modřínu. Lze očekávat další nálezy.

Lecanora conizaeoides

Druh nejvíce tolerantní ke znečištění ovzduší. Ještě před 10 lety naprosto převládal v celé zkoumané oblasti. Méně častý byl na lokalitách druhově bohatších, hlavně v Brdech. V současné době se snižuje jeho pokryvnost a ubývá zvláště ve městě Příbrami a jeho okolí.

***Lecanora saligna* (obr. 8)**

Na jasanech na louce u bývalé hájovny Tři Trubky. Jedná se o první nález v Brdech. Druh zjištěn při vlastním průzkumu v r. 1994 (det. J. Liška) a výskyt byl potvrzen v r. 1998 (Bayerová 1999).

Macentina abscondita

První nález v Brdech publikován Š. Slavíkovou-Bayerovou (Bayerová 1999).

Ochrolechia microstictoides

Druh nalezen na louce u bývalé hájovny Tři Trubky, na borce jasanu. První nález z Brd (Bayerová 1999). Horský sořediosní přehlížený druh.

Ochrolechia turneri

Druh nalezen na Koníčku, v lese pod rezervací, na borce dubu v r. 1998. Rovněž se jedná o první nález z Brd (Bayerová 1999).

Parmelia saxatilis

Druh terčovky vyskytující se primárně na skalách a kamenech v sutích. V lesním komplexu Brd se vyskytuje poměrně hojně i na borce stromů, dosti často na bucích.

***Parmelina tiliacea* (obr. 12)**

Druh v současnosti ohrožený (Liška & Pišút 1995) pro svoji citlivost na znečištění ovzduší. V Brdech byl nalézán již na začátku 20. století (Maloch 1913, Los 1924, Hilitzer 1929). V současnosti byl nalezen na několika místech enkláv bezlesí v Brdech nebo na stromech na volných prostranstvích v obcích. Jde o staré duby

na Přední Záběhlé v místech bývalé hájovny, osiky na Skelné Huti (bývalá sklářská osada), stromy u kostela ve Starém Rožmitálu pod Třemšínem a lípu na Sli-vici.

Physconia distorta (obr. 12)

Jde o druh citlivý na znečištění ovzduší, zařazený v kategorii zranitelných (VU). Po údajích Malocha z Padrti (Maloch 1913) a sběru Hilitzera taktéž z Padrti nenásledují žádné další údaje. Výskyt uváděný zde je tedy nový pro Brdy pro současnou dobu. Druh byl nalezen u hradu Valdeka a v Obecnici.

Platismatia glauca (obr. 11)

Druh horských a vrchovinných poloh, dosti hojný v masivu Brd. Výškové rozpětí lokalit v celé zkoumané oblasti je 550 až 840 m n. m., naprostá většina lokalit je v poloze nad 600 m n. m.

Ramalina fastigiata

Druh ohrožený (EN), citlivý na znečištění ovzduší, uváděný mezi velmi citlivými druhy (Liška 1996, 1997b), důležitý bioindikátor znečištění ovzduší v nezalesněné krajině (Liška & Pišút 1995). Vyskytuje se vzácně v celé zkoumané oblasti, na hřbitově v Obecnici během posledních 10 let vymizel, znovu se však objevil. Dále na Přední Záběhlé, v místě bývalé hájovny Tři Trubky, na Skelné Huti u Lázu a v Bohutíně před kostelem. Ze začátku 20. století uváděn Malochem (1913) mezi Padrtí a Přední Záběhlou.

Ramalina fraxinea (obr. 14)

Druh v ČR velmi ohrožený a velmi citlivý na znečištění ovzduší (Liška & Pišút 1995). V Brdech nalézán již v 1. polovině 20. století (Maloch 1913, Los 1924, Hilitzer 1929) a v 90. letech 20. století (Mejstřík 1992, 1993b, 1998b, 1998c). V celé zkoumané oblasti se vyskytuje vzácně, roste na starých stromech na Přední Záběhlé, na Skelné Huti, u hráze Pilského rybníka a u kostela ve Starém Rožmitále.

Tuckermannopsis chlorophylla (obr. 15)

Tato puklérka je rozšířená především v horských oblastech. Z Brd je známa již z minulosti, kdy zde byla čtenější než dnes (Los 1924). Ve studovaném území jde o druh poměrně hojný v jižní části středních Brd.

***Usnea* sp.** (obr. 16)

Přes obecnou citlivost rodu na znečištění ovzduší je počet lokalit poměrně velký. Provozovka se vyskytuje roztroušeně především v lesním komplexu středních Brd na okrajích lesa, při cestách, na světlinách nebo v bezlesých místech bývalých hájoven nebo zaniklých osad a v obcích na jeho okraji. Provozovky nalezneme dokonce na okraji Příbrami na Zdaboři, v centru na Dvořákově nábreží a v Příbrami

VIII. Velikost stélek kolísá od několika milimetrů až po 10 i více centimetrů. Některé z novějších nálezů a dále nálezy z lokalit navštívených také Š. Slavíkovou byly určeny do druhu. Jde o druhy *U. hirta*, *U. filipendula* a *U. subfloridana*. Posledně jmenovaný druh je řazen mezi ohrožené (Liška & Palice 2010) a byl jen několikrát zaznamenán v České republice, vesměs se jedná o údaje do roku 1960 (Vězda & Liška 1999).

Zonace území

Hodnocení výskytu epifytických lišejníků z hlediska bioindikace v určité oblasti je možné dělat podle různých kritérií. Podstatné je, aby způsob hodnocení zahrnoval jak kvalitu (přítomnost), tak i kvantitu výskytu lišejníků (počet druhů na lokalitách, pokryvnost). Jsou dva přístupy k tomuto hodnocení a k využití lišejníků pro bioindikaci (Liška 1996). Prvním je mapování výskytu lišejníků a vymezení zón na základě přítomnosti druhů různě citlivých na znečištění ovzduší. Nástrojem k vymezení zón jsou empirické stupnice citlivosti lišejníků. Svoboda (2007) využil pro zjištění vlivu znečištění životního prostředí na lišejníky v Českém krasu modifikované stupnice citlivosti lišejníků (Hawksworth & Rose 1970). Liška (1997b) použil pětičlennou stupnici pro monitorování vlivu znečištění na lišejníky na Tábořsku. Obě stupnice jsou vytvořené zvlášť pro lišejníky rostoucí na eutrofizované a neeutrofizované borce.

Druhým přístupem k bioindikačnímu využití lišejníků je výpočet číselných charakteristik, na jejichž základě lze usuzovat na vliv znečištění ovzduší v dané oblasti. Nejvíce používaný byl index IAP – Index of Atmospheric Purity (Le Blanc & De Sloover 1970). V podmínkách Čech jej využil např. Anděl (1976) na Liberecku, Liška (1978) na Tábořsku, Dětinský (1996) na Šumavě, menší území bylo tímto způsobem hodnoceno v blízkém okolí Příbrami (Mejstřík 1984). Dalším z indexů používaných při biomonitoringu pomocí lišejníků je LDV – Lichen Diversity Value (Asta et al. 2002); v ČR jej použil např. Svoboda v Českém krasu a při analýze epifytů v doubravách Střední Evropy (Svoboda 2007, Svoboda et al. 2011).

V této práci bylo zvoleno vymezení zón podle přítomnosti různě citlivých druhů, které byly stanoveny jako indikační (hledisko kvalitativní) a podle počtu druhů na lokalitě (hledisko kvantitativní). Pro určení citlivosti jednotlivých druhů lišejníků byla použita Wirthova stupnice tolerance vybraných lišejníků vůči znečištění ovzduší (Wirth 1991) a rozdělení lišejníků podle citlivosti z prací Liškových (Liška 1997a, 1997b). Bylo též přihlédnuto ke zkušenostem s relativní citlivostí lišejníků ve zkoumané oblasti, která se v některých případech jeví jinak než v citovaných pracích. Shoduje se dosti s poměry na Tábořsku (Liška 1997b) a liší se např. od stupnice Wirthovy (Liška 1997a) vyšší citlivostí druhů *Tuckermannopsis chlo-*

rophylla, *Parmelina tiliacea*, *Pertusaria amara* a *Pleurosticta acetabulum* ve zkoumané oblasti a nižší citlivostí např. *Lecanora varia*.

Dalším kritériem pro zařazení lokality do určité zóny je počet druhů na dané lokalitě. Charakteristické počty druhů v jednotlivých zónách, resp. jejich dolní hranice, byly zvoleny na základě zkušenosti ze zkoumané oblasti, na jak druhově bohatých lokalitách se nejčastěji vyskytují lišejníky dané citlivosti. Zóny byly stanovovány dohromady pro eutrofizovanou a neeutrofizovanou borku. Na značné rozloze zkoumané oblasti, hlavně ve velké části Brd, se nitrofilní lišejníky rostoucí na eutrofizované borce nevyskytují. V oblasti byla nalezena dostatečně široká škála druhů různé citlivosti mezi zástupci nenitrofilních i nitrofilních druhů. I druhy rostoucí na eutrofizované borce jsou různě citlivé na znečištění ovzduší a využitelné pro bioindikaci (Liška 1996, 1997a).

Zařazení lokality do určité zóny mělo tedy dvě kritéria – kvalitativní (přítomnost taxonů určité citlivosti) a kvantitativní (celkový počet druhů na lokalitě). Samotný celkový počet druhů na lokalitě nemá příliš vysokou vypovídací hodnotu, může být ovlivněn různými faktory, např. zvýšením počtu druhů eutrofizací nebo naopak přehlédnutím drobných druhů. Pro zařazení lokality do zóny musí být tedy splněna obě kritéria. Je-li splněno jen jedno kritérium, zařazuje se lokalita do zóny nižší – např. na lokalitě je šest druhů příslušejících zónám 1 a 2 – lokalita je zařazena do zóny 2, i když počtem druhů odpovídá zóně 3. Podobně např. může být na lokalitě přítomen druh zóny 4, ale počet druhů neodpovídá této zóně, lokalita je tedy zařazena do zóny 3.

Aby byla vymezena samostatná plocha zóny, musí být pohromadě (v sousedství) nejméně tři lokality stejné zóny, které lze ohraničit. Ostrov zóny v jiné zóně se dá vymezit také při přítomnosti shluku nejméně tří lokalit dvou zón. Např. dvě lokality zóny 3 a jedna zóny 4 – pak je plocha označena jako zóna 3. Uvnitř vyznačených zón mohou být ojedinělé lokality jiných zón. Zonace území je znázorněna na mapách na obr. 18 a 19.

Vymezení a charakteristiky jednotlivých zón

Zóna 0: lišejníková poušť

Počet druhů: $n = 0$.

Zóna 1: taxony vymezující zónu – *Hypocenomyce scalaris*, *Lecanora conizaeoides*, *Scoliosporum chlorococcum*

Počet druhů: $n = 1$ až 2.

Zóna 2: taxony vymezující zónu – *Amandinea punctata*, *Candelariella vitellina*, *C. xanthostigma*, *Chaenotheca ferruginea*, *Hypogymnia physodes*, *L. subfusca* agg., *Parmelia sulcata*, *P. saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. tenella*, *Xanthoria parietina*

Počet druhů: $n \geq 2$.

Zóna 3: taxony vymezující zónu – *Candelaria concolor*, *Evernia prunastri*, *Hypogymnia tubulosa*, *Lecanora varia*, *Melanelixia fuliginosa*, *Melanohalea exasperatula*, *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Vulpicida pinastri*, *Xanthoria candelaria*, *X. polycarpa*

Počet druhů: $n \geq 5$.

Zóna 4: taxony vymezující zónu – *Bryoria fuscescens* (+ *Bryoria* sp.), *Calicium adpersum*, *C. glaucellum*, *C. salicinum*, *Lecanora carpinea*, *Parmelina tiliacea*, *Pertusaria albescens*, *P. amara*, *Physconia distorta*, *P. enteroxantha*, *Pleurosticta acetabulum*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea hirta* (+ *Usnea* sp.)

Počet druhů: $n \geq 8$.

Zóna 5: taxony vymezující zónu – *Ramalina farinacea*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, *Usnea filipendula*, *U. subfloridana*

Počet druhů: $n \geq 12$.

Zóna 1

Zaujímá malou část zkoumaného území. Je soustředěna v prostoru od areálu Kovohutí (Kovohutě nástupnická a.s.) směrem východním k obci Trhové Dušníky a k Příbrami, přes střed staré Příbrami, po úbočí Svaté Hory a severovýchodní část města. Dále je ostrůvek této zóny rozložen severozápadně od obce Háje a v Příbrami na Březových Horách. Kromě tohoto území se v oblasti vyskytují ojedinělé druhově chudé lokality spadající do této zóny. Na sv. úbočí Toku a v lese Síťová jsou izolované lokality první zóny v lesním komplexu středních Brd a spadají do ní zřejmě jen proto, že se jedná o jehličnaté stromy, které mají nižší pH borky a obecně hostí chudší lišejníkovou vegetaci.

Do 1. zóny náleží 36 zkoumaných lokalit, což je 8 % celkového počtu.

Zóna 2

Zaujímá velkou část zkoumaného území, více než polovinu celkové rozlohy a patří do ní téměř polovina lokalit. Převažuje v severní části území, kde se táhne od západního úbočí Jordánu a Dlouhého vrchu přes severní část Toku, Brda, Starou Baštinu, Drahlín a Obecnicí k Hluboši, Pičínu a Dubnu (viz obr. 18). V jižní části území (čtverce začínající číslem 63) je plošně méně zastoupená a vyskytuje se tu v několika menších oblastech – lokality této zóny najdeme na západním úbočí Koruny a Hradišti, u Lázu, mezi horou Praha a Věšínem. Dále je pak rozšířena až za brdským lesem u obcí Vranovice, částečně u Bohutína, Třebeska a Modřovic a v území od Vysoké Pece ve dvou větvích – na sever k Podlesí a na okraj Příbrami a na východ přes Žežice a Zdaboř k obcím Háje a Dubno.

Zóna se nachází i ve značné části intravilánu města Příbrami. Zhruba od roku 2003 se ve městě na stromech objevují hlavně nitrofilní druhy *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. tenella*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina* a nenitrofilní *Hypogymnia physodes*, resp. mírně nitrofilní *Parmelia sulcata*. V oblasti kolem Příbrami na vrších Květná, Strážný a u Skorotína má největší zastoupení z druhů charakterizujících tuto zónu *Hypogymnia physodes*, dále je zde častá acidofilní *Parmeliopsis ambigua*. V Brdech jsou lišejníky druhé zóny zastoupeny hlavně druhy *Hypogymnia physodes*, *Parmeliopsis ambigua*, *Parmelia saxatilis*, *Lecanora expallens*. Na některé lokality už proniká i druh zóny 3 *Platismatia glauca*. Častá je terčovka *Parmelia sulcata*.

Do 2. zóny náleží 219 zkoumaných lokalit, což je 50 % celkového počtu.

Zóna 3

Tato zóna se vyznačuje přítomností středně citlivých druhů, které již byly zařazeny do skupiny indikačních epifytů v rámci ČR (Liška 1990). Zaujímá velkou plochu na západě zkoumaného území v pásu od hor Lipovsko a Hlava k jihu přes Skládanou a Chocholatou skálu a horu Praha až do Rožmitálu pod Třemšínem. Od Rožmitálu a Nepomuka zóna vybíhá k obcím Vysoká u Příbrami a Láz, s ostrůvkem mezi obcemi Třebsko a Modřovice, kde jsou i lokality s příslušností do 4. zóny „zásluhou“ výskytu *Physconia enteroxantha*, *Tuckermannopsis chlorophylla* a *Usnea* sp. Potom zaujímá prostor ve středu Brd v oblasti mezi horami Brdce, Koruna, Tok a Třemošná a sestupuje k obcím a osadám Orlov, Kozičín, Bohutín a Láz. Ostrůvek této zóny nalezneme i v Příbrami – probíhá od Drkolnova přes Březové Hory k Lazci a východnímu konci Orlova. S přerušením na západních úbočích některých brdských vrcholů (viz výše) zaujímá většinu území jižní části středních Brd v kvadrantech 6348b, 6348d, 6349a, 6349b a 6349c. Malá oblast třetí zóny (tři lokality) se nachází na Slivici kolem kostela; vyznačuje se i přítomností *Parmelina tiliacea* na staré lípě.

V severní části zkoumané oblasti jsou pouze tři ostrovy třetí zóny – první sahá od Jindřichovy skály a Valdeka po „rezervaci“ na úbočí vrchu Koníček, druhý se nachází v území od cílové plochy Jordán po lokalitu U Křížku a třetí se rozkládá v okolí Obecnice od Octárny po Obecnickém potoce ke Lhotě u Příbrami s odbočkou k Malému Drahlínu.

V oblasti Brd je v třetí zóně zaznamenán hojný výskyt druhů *Platismatia glauca*, *Pseudevernia furfuracea*, *Vulpicida pinastri*, na okrajích Brd mimo les pak hlavně *Evernia prunastri*, *Melanelixia fuliginosa*, *Melanohalea exasperatula*, *Pseudevernia furfuracea*, *Xanthoria candelaria*. Ostatní druhy zóny se vyskytují roztroušeně až vzácně.

Do 3. zóny náleží 120 zkoumaných lokalit, což je 27 % celkového počtu.

Zóna 4

V této zóně se vyskytují již druhy dosti citlivé na znečištění ovzduší, ve Wirthově empirické střeoevropské stupnici toxitolerance lišejníků (Wirth 1991). Zóna 4 zaujímá několik menších, navzájem oddělených území.

Největší ostrov zóny 4 se rozkládá v Brdech od hráze Pilského rybníka přes vrch Zavírka, lokality Skelná Huť, Lázenský rybník a Bílá skála po vrch Plešec. Je zde osm lokalit této zóny a jedna lokalita 5. zóny. Z lišejníků charakteristických pro zónu 4 se zde vyskytují hlavně *Bryoria* sp., *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea* sp., na Bílé skále *Calicium salicinum*, na Skelné Huti ještě *Parmelina tiliacea* a druhy zóny 5 *Ramalina fastigiata* a *R. fraxinea*. Skelná Huť tvoří oblast bezlesí o velikosti zhruba $0,5 \times 0,4$ km s množstvím skupin listnatých stromů. Pod hrází Pilského rybníka byly malé stélky *Ramalina farinacea* a *R. fraxinea*, lokalita nemá dostatek druhů na zařazení do zóny 5.

Na jihovýchodním okraji Brd se rozkládá malá oblast zóny 4 mezi Bohutínem a Lázem s výskytem *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea* sp., *Pleurosticta acetabulum*, *Physconia enteroxantha* a *Ramalina fastigiata*.

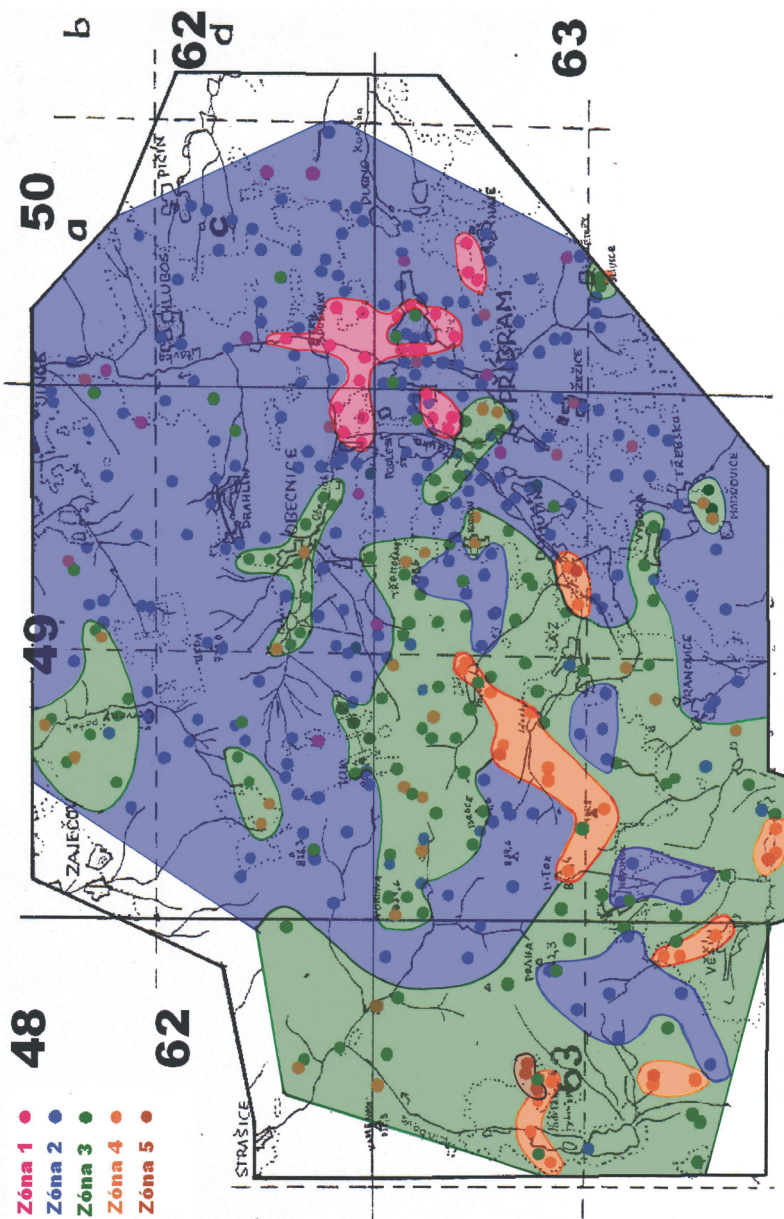
Další oblast s třemi lokalitami je v ose Věšín – Buková u Rožmitálu pod Třemšínem (*Bryoria* sp., *Pertusaria amara*, *Tuckermannopsis chlorophylla* a *Usnea* sp.), 2 km západně od Bukové je malá oblast zóny, opět se třemi lokalitami – bouda Václavka a les Na Skláři s výskytem *Ramalina farinacea*, jinak je zde trojice lišejníků obvyklá pro 4. zónu v Brdech – *Bryoria* sp. (*Bryoria fuscescens*), *Tuckermannopsis chlorophylla* a *Usnea* sp.

Další ostrov o délce asi 2 km se rozkládá od západního břehu Dolejšího Padrfského rybníka na Přední Záběhlou. Je to oblast bezlesí s množstvím listnáčů v alejích a v mimolesní zeleni – území bývalých vesnic. Z charakteristických druhů se zde vyskytují *Bryoria fuscescens*, *Tuckermannopsis chlorophylla* a *Usnea* sp. na borce dubů, jasanů a soliterní třešně, *Pleurosticta acetabulum* na klenech.

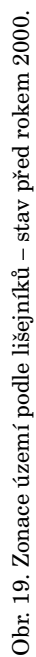
Malá oblast zóny 4 se nachází i přímo ve městě Rožmitál pod Třemšínem, v části Starý Rožmitál. Jedná se o stromy u kostela Povýšení sv. Kříže (16 druhů lišejníků na lípě srdčité a javoru mléči), v ulici Bartoloměje Sadílka a dále v ulici Rybové na břehu Podzámeckého rybníka. Rostou zde lišejníky příslušející do 4. i 5. zóny: *Parmelina tiliacea*, *Pertusaria albescens*, *Pleurosticta acetabulum*, *Ramalina fraxinea* a *Usnea* sp. Lokality tvoří staré stromy, ale lišejníky na nich jsou schopny dalšího šíření – *Pleurosticta acetabulum* obsazuje topoly na břehu Podzámeckého rybníka.

V zóně 3 se po celých Brdech a v jejich okolí vyskytují rozptýlené jednotlivé lokality 4. zóny s výskytem lišejníků *Bryoria* sp., *Pertusaria amara*, *Tuckermannopsis chlorophylla* a *Usnea* sp. (viz obr. 18). Malé stélky *Bryoria* sp. a *Usnea* sp. se vyskytují i na některých lokalitách 3. zóny v okolních lesích, které počtem druhů nesplňují podmínky zařazení do zóny 4 – jižní břeh Pilského rybníka, Borské polesí, lesy západně od Pilského rybníka a lesy mezi Pilským rybníkem a Tokem.

Do 4. zóny náleží 56 zkoumaných lokalit, což je 13 % celkového počtu.



Obr. 18. Zonace území podle lišejníků – aktuální stav.



Obr. 19. Zonace území podle lišejníků – stav před rokem 2000.

Zóna 5

Plošně je vymezena v jediném území a to je část bezlesí na Přední Záběhlé s množstvím starých klenů a jasanů. Jsou zde lokality druhově bohaté, až 21 druhů lišejníků na jednom stromě. Z druhů vymezujících 5. zónu jsou zde přítomny: *Ramalina farinacea*, *R. fastigiata* a *R. fraxinea*. Z dalších citlivých lišejníků zde rostou: *Bryoria* sp., *Parmelina tiliacea*, *Pertusaria albescens*, *Physconia enteroxantha* a *Pleurosticta acetabulum*. Druhy rodu *Bryoria*, *Ramalina*, *Usnea*, dále *Pleurosticta acetabulum* a *Tuckermannopsis chlorophylla* jsou zde dosti vitální.

Jednotlivé lokality zóny 5 jsou vtroušeny i do území zóny 4, jedna i do zóny 3. Lokalita Tři Trubky, jasanů u bývalé hájovny, je nejbohatší lokalitou v celém zkoumaném území. Na borce jasanů zde bylo nalezeno 32 druhů lišejníků včetně *Bryoria fuscescens*, *Ochrolechia microstictoides*, *Pertusaria albescens*, *P. amara*, *P. coccodes*, *Physconia enteroxantha*, *Pleurosticta acetabulum*, *Ramalina farinacea*, *Ramalina fastigiata*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea hirta* a *Usnea subfloridana*. Místo je ukryté na louce mezi lesy v údolí Třítrubeckého potoka. Je chráněné před imisemi a jsou zde i příznivé poměry vlhkostní. Mnoho druhů vykazuje velmi dobrou vitalitu a pokryvnost. Stélky provazovek zde dosahují délky více než 10 cm. Z těchto míst uvádí Los (1924) jeden z posledních výskytů *Lobaria pulmonaria* v Brdech.

Do 5. zóny náleží 9 zkoumaných lokalit, což je 2 % celkového počtu.

Podíl lokalit, kde se vyskytují druhy středně citlivé a citlivé na antropogenní vlivy, především znečištění ovzduší, to znamená lokalit 3. až 5. zóny, je 42 % celkového počtu.

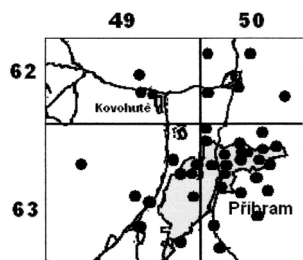
Změny ve výskytu lišejníků

Při sledování lišejníků ve zkoumané oblasti byly na základě revizí a opakovaných návštěv části lokalit zaznamenány změny ve výskytu některých taxonů. Některé druhy se šíří, výskyt některých je stabilní a u některých druhů byl naopak zaznamenán pokles výskytu. Jako stabilní se jeví vegetace v Brdech a na jejich okrajích; zde měly epikortikální lišejníky dobré podmínky ke svému výskytu i v době, kdy znečištění ovzduší bylo největší. Jde o území daleko od zdrojů znečištění s dostatečně vlhkým klimatem. Největší změny ve výskytu lišejníků byly zaznamenány právě v okolí města Příbrami a tam také došlo k markantnímu poklesu hladin imisí.

Taxony lišejníků, u kterých byl zaznamenán mírný úbytek: *Lecanora conizaeoides*, *Pertusaria amara*, *Tuckermannopsis chlorophylla*. Lze předpokládat další úbytek druhu *L. conizaeoides*.

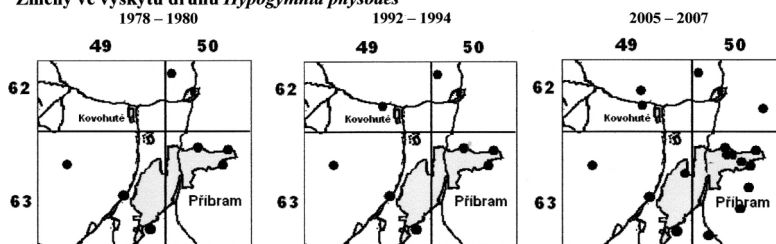
Tab. 3. Seznam taxonů nalezených na 40 lokalitách v Příbrami a blízkém okolí v různých časových obdobích. Vysvětlivky: n = počet lokalit; f = frekvence výskytu.

taxon	n 1978/1980	f [%] 1978/1980	n 1992/1994	f [%] 1992/1994	n 2005/2007	f [%] 2005/2007
<i>Amandinea punctata</i>	3	7,5	2	5,0	3	7,50
<i>Candelariella vitellina</i>	3	7,5	3	7,5	3	7,50
<i>Evernia prunastri</i>	0	0,0	0	0,0	1	2,50
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	2	5,0	2	5,0	2	5,00
<i>Hypogymnia physodes</i>	7	17,5	8	20,0	17	42,5
<i>Lecanora conizaeoides</i>	39	97,5	39	97,5	36	90,0
<i>Lecanora subfusca</i> agg.	2	5,0	2	5,0	3	7,5
<i>Lecanora symmicta</i>	0	0,0	0	0,0	1	2,5
<i>Lecanora varia</i>	1	2,5	1	2,5	1	2,5
<i>Lepraria</i> sp.	8	20,0	8	20,0	5	12,5
<i>Melanohalea exasperatula</i>	0	0,0	0	0,0	1	2,5
<i>Parmelia sulcata</i>	2	5,0	2	5,0	9	22,5
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	1	2,5	1	2,5	1	2,5
<i>Pertusaria amara</i>	1	2,5	1	2,5	1	2,5
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	1	2,5	1	2,5	3	7,50
<i>Physia adscendens</i>	0	0,0	0	0,0	6	15,0
<i>Physcia dubia</i>	4	10,0	5	12,5	16	40,0
<i>Physcia stellaris</i>	0	0,0	0	0,0	1	2,5
<i>Physcia tenella</i>	1	2,5	1	2,5	4	10,0
<i>Physconia grisea</i>	1	2,5	1	2,5	1	2,5
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	0	0,0	1	2,5	1	2,5
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	0	0,0	1	2,5	4	10,0
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	2	5,0	2	5,0	3	7,5
<i>Strangospora moriformis</i>	1	2,5	1	2,5	1	2,5
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	1	2,5	0	0,0	0	0,0
<i>Xanthoria parietina</i>	1	2,5	2	5,0	5	12,5
<i>Xanthoria polycarpa</i>	1	2,5	1	2,5	2	5,0

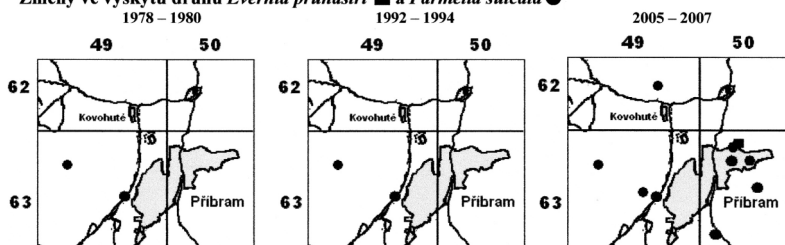


Lokality, na kterých byl srovnáván
výskyt lišejníků v čase v Příbrami a
blízkém okolí.

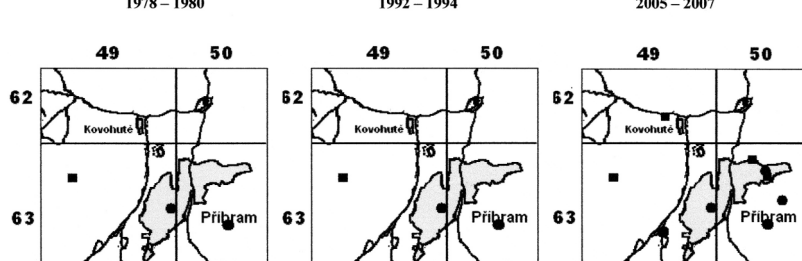
Změny ve výskytu druhu *Hypogymnia physodes*



Změny ve výskytu druhů *Evernia prunastri* ■ a *Parmelia sulcata* ●



Změny ve výskytu druhů *Pseudevernia furfuracea* ■ a *Xanthoria parietina* ●



Obr. 20. Příklady změn výskytu lišejníků v čase.

Taxony lišejníků, které se šíří: *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanohalea exasperatula*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. tenella*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea* sp., *Xanthoria candelaria*, *X. parietina*, *X. polycarpa*. V některých případech se tyto lišejníky vyskytnou nejdříve na větvích stromů, kde mají lepší podmínky pro přežití (expozice vůči světlu, srážkám a eutrofizaci), později teprve přecházejí na kmen.

V části zkoumané oblasti byl zhodnocen výskyt lišejníků na 40 lokalitách ve třech časových horizontech – v letech 1978 až 1980, v letech 1992 až 1994 a v letech 2005 až 2007. Jde o lokality v Příbrami a jejím blízkém okolí, kde došlo k největším změnám ve výskytu lišejníků. V tab. 3 jsou shrnuty výsledky z těchto pozorování, mapu těchto lokalit a příklady změn rozšíření některých druhů ukazuje obr. 20. Na mapách výskytu lišejníků (obr. 4 až 17 na konci článku) jsou čarou ohraničeny lokality, na kterých se daný taxon vyskytl nově po roce 2000. Sukcese lišejníků ve městě Příbrami a blízkém okolí postupuje většinou takto: Na kmeni s výskytem *Lecanora conizaeoides*, případně ještě *Lepraria* sp. a zelenými řasami, se začnou objevovat nitrofilní druhy *Physcia dubia*, *P. adscendens*, *P. tenella*, *Phaeophyscia orbicularis* a s nimi často *Hypogymnia physodes*. Později přistupují druhy rodu *Xanthoria*, *Parmelia sulcata* a *Melanohalea exasperatula*. V další fázi se na některých lokalitách objevují taxony *Evernia prunastri*, *Pseudevernia furfuracea* a vzácně i *Usnea* sp.

Diskuse

Celkové zhodnocení výskytu lišejníků ve zkoumané oblasti

Výskyt epifytických lišejníků ovlivňuje mnoho faktorů. V první řadě jsou to faktory přírodní – klimatické podmínky, nadmořská výška, přítomnost vhodného substrátu, osvětlení či zastínění lokality, zakrytí stélek sněhem v zimě, typ substrátu. Neméně významné jsou v dnešní době faktory antropogenní – znečištění ovzduší hlavně oxidem siřičitým, škodlivé jsou také fluor a fluoridy, dále oxidy dusíku, méně rozhodující je pro výskyt lišejníků polétaavý prach, kovy a organické polutanty (Černohorský 1974). Dalším významným vlivem lidské činnosti na růst lišejníků je eutrofizace lokalit např. prachem a hnojivy, změny v lesním hospodaření a úbytek vhodných substrátů zábohem půdy pro různé stavby.

Imise oxidu siřičitého kromě vlastního toxického účinku způsobují acidifikaci prostředí. Ta působí na většinu druhů nepříznivě, do určité úrovně může pozitivně ovlivnit výskyt acidofilních druhů. Oxidy dusíku působí na nitrofilní druhy lišejníků méně citlivých na znečištění v nižších koncentracích stimulačně. Na eutrofizaci reagují některé druhy pozitivně, zdá se, že hlavním kladným vlivem je zde zvýšení pH borky (Liška 1996). Eutrofizace borky rovněž zeslabuje acidifikaci. Pokud je vliv znečištění a eutrofizace současný, je znečištění ovzduší SO₂ limitujícím faktorem pro výskyt epifytických lišejníků (Liška 1997b).

Prostorové rozložení zón ve zkoumané oblasti může být výsledkem působení různých faktorů prostředí. Zvláště v oblastech s nízkými hladinami znečištění se uplatňují převážně přírodní faktory (Svoboda et al. 2011). Anděl (1976) charakterizuje „ideální“ území pro bioindikaci takto:

- Mělo by ležet v rovině, případně v mírné pahorkatině, aby šíření exhalací bylo $\pm$ rovnoměrné a nebylo příliš ovlivňováno členitostí terénu.
- V celém území by měl být pouze jediný, ale zato dosti silný zdroj exhalací, ležící ve středu oblasti.
- Území by mělo být klimaticky jednotné, s dostatkem srážek, aby vlhkostní poměry nebyly pro lišejníkovou vegetaci limitujícím faktorem.
- Území by mělo být nezalesněné, s dostatkem volně rostoucích stromů, bez rozsáhlejší zástavby.

Z výše uvedených přírodních poměrů a antropických vlivů v oblasti je zřejmé, že zkoumaná oblast i přes provedenou standardizaci lokalit více či méně nevyhovuje v každém z uvedených bodů. Je zde různost faktorů klimatických, hlavně teplotních a srážkových poměrů. V následující stati je posouzen vliv jednotlivých faktorů se snahou zjistit, zda rozložení zón v území významně závisí na znečištění ovzduší.

Vliv nadmořské výšky

Rozpětí nadmořské výšky jednotlivých zón: zóna 1: 415–770 m, zóna 2: 400–861 m, zóna 3: 450–863 m, zóna 4: 480–840 m, zóna 5: 530–695 m.

Zóny 2 až 4 zabírají většinu výškového rozpětí zkoumané oblasti. Nejsou navzájem výškově diferencovány, rozkládají se ve zkoumaném území mozaikovitě a prolínají se. Pokud ze zóny 1 vyjmeme dvě nejvýše položené lokality ve výšce 770 a 640 m n. m., které jsou z nedostatku jiných substrátů tvořeny jehličnany, pak nejvyšší lokalita zóny 1 leží v nadmořské výšce 580 m. Výškové rozpětí první zóny je dáno nadmořskou výškou území, kde se nacházejí největší zdroje imisí. Nejčistší zóna 5 je posunuta do poněkud vyšší nadmořské výšky, tento posun však není nijak výrazný a nedosahuje nadmořských výšek zón 2 až 4.

Souvislost mezi nadmořskou výškou a kvalitou lišejníkové flóry na lokalitě je nepřilíš významná. Vyšší závislost je pouze v případě druhů lišejníků vyhledávajících vyšší polohy. Tyto druhy mají však ve zkoumaném území dostatečně širokou ekologickou amplitudu na to, aby se mohly vyskytovat na většině jeho plochy.

Výškové rozpětí výskytu uvedených druhů ve zkoumané oblasti:

<i>Bryoria fuscescens</i> (<i>Bryoria</i> sp.)	530–840 m n. m.
<i>Candelaria concolor</i>	520–605 m n. m.
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	700–825 m n. m.
<i>Platismatia glauca</i>	550–840 m n. m.
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	480–861 m n. m.

Usnea subfloridana

580 m n. m.

Vulpicida pinastri

500–850 m n. m.

Horským druhem je *Parmeliopsis hyperopta*, ostatní vyhledávají vyšší polohy kvůli vyšší vlhkosti, i když někdy jsou označovány jako druhy vyšších poloh (např. Pišút 1976).

Vliv klimatu a mikroklimatu

Příznivě ovlivněné mikroklimatickými podmínkami mohou být lokality v blízkosti vodních toků a ploch a v údolích s častým výskytem mlh. Tak u Pílského rybníka může příznivě působit blízkost vodní plochy, příznivým mikroklimatem může být ovlivněna i oblast zóny 4 u Padrti a Přední Záběhlé. Zde je i velký počet vhodných stromů pro uchycení lišejníků. Přítomnost druhů citlivých na znečištění ovzduší s dobře vyvinutými stélkami, u kterých bylo zaznamenáno i šíření na jiná stanoviště, však ukazuje i na dobrou imisní situaci v tomto území. V oblastech s čistým ovzduším závisí výskyt lišejníků především na přírodních faktorech prostředí (Svoboda et al. 2011), protože již není limitován imisním zatížením.

Přítomnost ostrova 3. zóny kolem Obecnice, který je z větší části rozložen na březích Obecnického potoka, je zřejmě také částečně podmíněna vlivem příznivého mikroklimatu potočního údolí. Část údolí mezi Lhotou a Obecnicí přitom má dobré podmínky pro šíření imisí z lokálních topenišť Obecnice, rozptýlená zástavba je i v samotném údolí, přesto se zde vyskytují lokality 3. zóny. Lokality třetí zóny jsou zde vzdáleny jen 1,2 až 1,3 km od komína Kovohutí, nenacházejí se však ve směru převládajících větrů. Do blízkosti Kovohutí (vzdálenost do 1 km od komína) začínají pronikat druhy *Parmelia sulcata* a *Pseudevernia furfuracea*.

Vliv substrátu a eutrofizace

Na druhu substrátu závisí výskyt jednotlivých druhů lišejníků. Lišejníky rostoucí na stromech můžeme rozdělit pro názornost do několika obvyklých skupin podle jejich afinity k substrátu a k určitému prostředí – acidofily, neutrofilny a nitrofilny. Je nutno si uvědomit, že v tomto dělení se zohledňují dva faktory působící na lišejníky. Eutrofizace borky – rozdělení na lišejníky nitrofilní a nenitrofilní a pH borky – rozdělení na lišejníky acidofilní, neutrofilní a bazofilní. Přesto lze uvedené dělení na druhy acidofilní, neutrofilní a nitrofilní pro zkoumanou oblast použít, protože nitrofilní druhy se volbou substrátu odlišují od nenitrofilních. Někdy byly zjištěny i na stromech s přirozeně kyselou borkou, která byla eutrofizována (např. u silnic). Pro zkoumanou oblast byla zjištěna tato přibližná závislost lišejníků na jejich substrátech (zkratky druhů dřevin dle legendy k tab. 2):

- acidofilní druhy: jehličnany, *Betula* sp., *Soa*, *Qr*, *Qp*, *Fs*, *Ce*, *Ag*
- neutrofilní druhy: *Apl*, *Py*, *Fx*, *Ti*, *Md*, *Ah*
- nitrofilní druhy: *Aps*, *Pt*, *Salix*, *Ju*, *Pi*, *Pn*.

Pro bioindikaci lze omezit vliv substrátu v zásadě dvěma způsoby:

1. Sledovat lišejníky pouze na jednom nebo několika málo druzích stromů jako např. Svoboda et al. (2011) nebo Dětinský (1996). Tím bychom však v našem zkoumaném území vyřadili ze sledování jeho značnou část, neboť druhová skladba dřevin je na různých místech různá – jiná ve městě Příbrami a jeho okolí a jiná v Brdech.
2. Sledovat lišejníky na více druzích stromů za určitých podmínek standardizace (např. Liška 1978, Anděl 1976).

Ve zkoumané oblasti byly sledovány lišejníky na různých druzích stromů s různým rozpětím hodnot pH borky a její pufrací kapacitou. Pokud by byl výběr druhů stromů příliš úzký, mohlo by dojít na některých místech ke zkreslenému hodnocení – některé citlivé druhy lišejníků by mohly chybět pro nepřítomnost vhodného substrátu. Indikační druhy zón 2 až 5 jsou stanoveny tak, aby mezi nimi byly druhy nitrofilní, neutrofilní i acidofilní, druhy rostoucí v lesích i na bezlesí (pouze zóna 1 zahrnuje nejvíce toxitolerní druhy, které jsou pochopitelně všechny acidofilní). Vliv substrátu na plošné rozložení zón je tím značně omezen. Druh substrátu ovlivňuje pouze výskyt některých jednotlivých druhů. V tab. 4 jsou uvedeny průměrné počty taxonů na jednotlivých druzích stromů. Rozpětí je od 3,0 u borovice lesní po 7,5 u javoru klenu.

Tab. 4. Zastoupení jednotlivých druhů stromů a průměrný počet taxonů lišejníků na každém druhu stromu (zkratky druhů stromů obsahuje legenda k tab. 2).

Druh stromu	<i>Aa</i>	<i>Ag</i>	<i>Apl</i>	<i>Aps</i>	<i>Ah</i>	<i>Bpe</i>	<i>Bpu</i>	<i>Ce</i>	<i>Fs</i>	<i>Fx</i>	<i>Ju</i>
Počet lokalit	3	9	18	20	10	67	8	10	14	64	1
Pr. počet taxonů	4,7	3,5	6,8	7,5	4,1	6,2	5,7	6,2	5,5	5,9	5,0

Druh stromu	<i>Ld</i>	<i>Md</i>	<i>Pia</i>	<i>Ps</i>	<i>Pi</i>	<i>Pn</i>	<i>Pt</i>	<i>Py</i>	<i>Qp</i>	<i>Qr</i>	<i>Sf</i>
Počet lokalit	4	1	9	2	11	12	14	4	16	102	12
Pr. počet taxonů	5,3	7,0	4,1	3,0	4,4	5,6	5,1	3,5	6,9	4,9	4,3

Druh stromu	<i>Ssp</i>	<i>Soa</i>	<i>Ti</i>
Počet lokalit	2	6	38
Pr. počet taxonů	6,0	3,5	4,6

U taxonů lišejníků s výskytem na 10 a více lokalitách za použití dat z tab. 2 bylo zjišťováno, zda preferují některý druh stromu. Není patrná výrazná preference substrátů u většiny druhů a rodů lišejníků. Většina taxonů roste na pěti a více druzích stromů. U *Pertusaria amara* byl výskyt na 10 lokalitách omezen na bor-

ku buku, jasanu, dubu letního a dubu zimního. *Lecanora expallens* roste na 12 lokalitách na borce javoru kleny, javoru mléče, břízy pýřité a dubu letního. Vzhledem k počtu lokalit uvedených druhů nelze však toto považovat za výběr substrátu. Rod *Cladonia* vyhledává především borku stromů s nízkým pH. Topoly, zvláště *Populus nigra*, *Populus ×canadensis* a *Populus italica* jsou osidlovány převážně nitrofilními druhy lišejníků.

Ve zkoumané oblasti toto v určité míře platí pro území Přední Záběhlé a okolí Dolejšího Padrťského rybníka, kde jsou nitrofilní druhy více soustředěny na kleny (*Acer pseudoplatanus*) a vrby (*Salix* sp. div.) a druhy acidofilní na duby (*Quercus robur*, *Q. petraea*), i když toto neplatí bez výjimky, jak o tom svědčí výskyt *Amandinea punctata*, *Pleurosticta acetabulum*, *Xanthoria candelaria* a dalších nitrofilních druhů na několika lokalitách tvořených duby. Některé stromy s eutrofizovanou borkou mají místní význam, projevují se jako izolované lokality vyšší zóny v zóně nižší, neboť eutrofizace zeslabuje acidifikaci (Liška 1997b).

Eutrofizace ovlivňuje plošné rozložení zón hlavně ve městě Příbrami. Po poklesu hladiny imisí SO_2 dochází k nástupu nových druhů, vzhledem ke zvýšení koncentrací oxidů dusíku se jedná nejprve o nitrofilní druhy. Některé lokality v tomtéž území jsou v další fázi postupně osidlovány i nenitrofilními druhy zóny 2, někdy i 3.

Vliv znečištění ovzduší

Vliv znečištění ovzduší na výskyt epifytických lišejníků v zájmové oblasti se jeví jako významný zvláště v okolí města Příbrami a přilehlém území. Je to patrné ze změn, které nastaly po roce 2000 při zachování či spíše ještě mírném zhoršení ostatních faktorů. V tomto území se téměř nezměnilo klima nebo se změnilo spíše k horšímu – dochází ke zvýšení letních denních teplot a tím i zvýšení výparu vody, eutrofizace zde působila rovněž dlouhou dobu. Jediné, co se změnilo, byly koncentrace oxidu siřičitého a některých dalších polutantů (prach PM_{10} , olovo), které se rapidně snížily. Mírné zvýšení koncentrací oxidů dusíku spolu se snížením koncentrací oxidu siřičitého se jeví jako stimulační faktor pro výskyt nitrofilních druhů hlavně na území města Příbrami. To se shoduje se šířením lišejníků i v jiných oblastech, např. v Litoměřicích (Wagner 2008), v Českém krasu (Svoboda 2004). V dřívější době byla druhově chudá lišejníková vegetace charakterizovaná přítomností nejodolnějších druhů rozšířenější než dnes (Mejstřík 1984). V době vrcholícího znečištění ovzduší byla první zóna rozšířena na celé město Příbram a na prostor Nová Hospoda – Květná – Dubno (viz obr. 19). Uvnitř města se tehdy nacházela i oblast lišejníkové pouště (nám. T. G. Masaryka, Příbram VII a VIII), jedna lokalita bez lišejníků byla u Kovohutí. V současnosti zde již lišejníková poušť není a naopak i v intravilánu města se vyskytují druhy zóny 2 (srovnej obr. 18 a 19). Na 40 lokalitách v okolí města Příbrami navštívených ve třech ča-

sových obdobích v rozpětí 30 let je zaznamenán markantní vzrůst frekvence výskytu u těchto taxonů – *Hypogymnia physodes* ze 17,5 na 42,5 %, *Parmelia sulcata* z 5,0 na 22,5 %, *Physcia adscendens* z 0 na 15,0 %, *Physcia dubia* z 10,0 na 40,0 %, *Physcia tenella* z 2,5 na 10,0 %, *Pseudevernia furfuracea* z 0 na 10,0 % a *Xanthoria parietina* z 2,5 na 12,5 % (2,5 % = 1 lokalita). V současné době se lišejníková vegetace v této oblasti stále mění, je patrný nástup dalších druhů (*Evernia prunastri*, *Melanohalea exasperatula*), dále se rozšiřuje *Xanthoria parietina* a *X. polycarpa* (viz mapy výskytu na konci článku).

Ranta (2001) popisuje změny ve výskytu lišejníků na území města Tampere v období let 1980 až 2000. Průměrné roční koncentrace SO_2 zde poklesly v tomto období z přibližně 60 na $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na zkoumaných lokalitách druh *Hypogymnia physodes* zvýšil frekvenci výskytu z 24 % na 100 %, *Parmelia sulcata* ze 4 na 84 %, *Physcia adscendens* ze 4 na 20 %, *Bryoria* sp. z 0 na 60 %, *Usnea* sp. z 0 na 12 %, *Xanthoria parietina* z 0 na 20 %.

Svůj vliv má znečištění ovzduší i v Brdech: v rozložení zón v oblasti Brd je patrný jakýsi předěl. Od osy Strašice – Koruna – jižní část Toku – Obecnice – Bohutín na jih a západ převažuje území 3. zóny s ostrovy zóny čtvrté a páté. Od tohoto předělu na sever a východ převažuje zóna druhá, třetí zóna s vtroušenými lokalitami zóny čtvrté zaujímá daleko menší prostor. Zóna druhá převažuje i mimo Brdy okolo Příbrami (viz obr. 18). Toto rozložení kopíruje imisní situaci z 80. let, kdy jih středních Brd byl vystaven nižším koncentracím SO_2 než sever. Bylo zde rozhraní i v rámci celých Čech mezi oblastí s koncentrací pod $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oxidu siřičitého a oblastí s rozmezím koncentrací 20 až $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Moldan et al. 1990, Liška 1992). Uvedená hranice probíhala přibližně v ose Padrt – Brdce – jižní okraj Příbrami. Od konce 90. let zde probíhá podobné rozhraní – severně jsou koncentrace SO_2 v rozmezí 5 až $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a jižně pod hranicí $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viz obr. 2).

Pás 2. zóny táhnoucí se po západních (čili návětrných) úbočích a vrcholech brdských hor Jordán, Tok, Koruna, Hradiště a Brdce naznačuje, že tyto vysoké polohy vystupující 100 až 200 výškových metrů nad západní část středních Brd (nejvyšší polohy ve vnitrozemí Čech) zachycují imise putující s převládajícími větry od západu z Plzeňska a Rokycanska a možná z ještě větší vzdálenosti.

Vymezení oblastí podle znečištění ovzduší

Oblast nejvíce zasažená imisemi se rozkládá mezi areálem a.s. Kovohutě, Trhovými Dušníky, východní částí města Příbrami a obcí Háje, dále na Březových Horách zvláště v oblasti průmyslové zóny. Jde o území ovlivněné především místními největšími zdroji znečištění. Přezívají zde pouze toxitolerantní lišejníky.

Území zahrnující severní a východní část zkoumaného území, které je charakterizováno ve své převážné části zónou 2, lze označit za oblast ovlivněnou přenosem zředěnějších imisí z větších vzdáleností a místními menšími zdroji imisí. Do tohoto území patří i návětrné svahy nejvyšších hor středních Brd.

V jihozápadní části území převládá zóna 3 a táhne se až do blízkosti města Příbramě. Zóna 3 se vyznačuje přítomností lišejníků, které byly vybrány jako indikační pro síťové mapování (Liška 1990). V této jihozápadní části území se objevuje několik ostrovů zón 4 a 5, kde se nachází pestrá mozaika epifytických lišejníků včetně citlivých a ohrožených druhů. Jde o území, kde lze předpokládat malou imisní zátěž. Vyskytují se zde středně citlivé až citlivé druhy lišejníků. Místně může být výskyt lišejníků kladně podpořen vlhkým mikroklimatem – oblast Padrťských rybníků a Čepkovského potoka (viz obr. 18, 19).

Na základě zonace a výše uvedených poznatků lze říci, že relativně čistá oblast, jejíž území je na většině rozlohy charakterizováno zónami 3 až 5, se nachází jižně a západně od hranice Strašice – Koruna – Tok – Obecnice – Bohutín – Třebsko. Tato část území je do určité míry srovnatelná např. s částí Šumavy nebo jižních Čech. Nacházejí se zde taxony *Bryoria* sp., *Calicium salicinum*, *Lecanora carpinea*, *Parmelina tiliacea*, *Pertusaria albescens*, *Pertusaria amara*, *Pleurosticta acetabulum*, *Ramalina farinacea*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea* sp. Stejně taxony zaznamenal Dětinský (1996) v 90. letech na Šumavě v oblasti od Svojší a Srní po Novou Pec. *Bryoria* sp. a *Usnea* sp. vykazují na Šumavě vyšší frekvenci výskytu (24,9 % a 44,0 %) a byly zde zaznamenány i druhy v Brdech chybějící – *Anaptychia ciliaris*, *Evernia divaricata*, *Graphis skripta*, *Hypogymnia farinacea*, *Opegrapha varia*, *Lobaria pulmonaria*, *Nephroma parile*, *N. resupinata* a *Pyrenula nitida* (Dětinský 1996, Palice 1998). Peksa (2003) z Povydrí uvádí rovněž *Lobaria pulmonaria*, *Nephroma parile*, *Pyrenula nitida*, *Graphis scripta* a dále např. *Cetraria sepincola*, *Ochrolechia androgyna*, *Thelotrema lepadinum*.

Předěl mezi lichenologicky bohatším jihozápadem a chudším severovýchodem zkoumaného území zhruba prochází po rozhraní mezi severní více zasaženou a jižní čistější částí Čech. Výše uvedená hranice probíhá přibližně po čáře, od které směrem na jih je v současnosti koncentrace SO_2 pod úrovní $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, před rokem 1990 pod $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (viz např. Moldan et al. 1990, Liška 1997a).

Závěry

- Ve zkoumané oblasti na rozloze 310 km^2 bylo nalezeno na 440 lokalitách 78 taxonů epifytických lišejníků.
- V oblasti mimo souvislý lesní komplex středních Brd se vyskytují druhy rostoucí na eutrofizované i neeutrofizované borce. V oblasti středních Brd se vyskytují převážně druhy rostoucí na neeutrofizované borce. Toto je i důsledkem nestejného výskytu vhodných substrátů pro tyto druhy.
- Ve zkoumané oblasti se vyskytují tyto druhy vyhledávající vyšší polohy: *Bryoria fuscescens*, *Candelaria concolor*, *Parmeliopsis hyperopta*, *Platismatia glauca*, *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Usnea subfloridana* a *Vulpicida pinastri*.

- Vyskytují se zde některé ohrožené druhy lišejníků ČR – kategorie EN: *Calicium adspersum*, *Ramalina fastigiata*, *Ramalina fraxinea* a *Usnea subfloridana*. Dále se zde vyskytuje 11 taxonů z kategorie zranitelných druhů – VU.
- Taxony, které se v oblasti šíří: *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Melanohalea exasperatula*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. tenella*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea* sp., *Xanthoria candelaria*, *X. parietina*, *X. polycarpa*.
- Taxony, které v oblasti ustupují: *Tuckermannopsis chlorophylla*, *Lecanora conizaeoides*, *Pertusaria amara*.
- Plošné rozložení zón závisí nejvíce na znečištění ovzduší, méně na eutrofizaci borky stromů. Eutrofizace silněji ovlivňuje bodové rozložení zón (výskyt izolovaných lokalit vyšší zóny v zóně nižší) a rozšíření lišejníků ve městě Příbrami. Vliv klimatu a mikroklimatu na plošné rozložení zón se uplatňuje místně v údolí potoků a rybníků.
- Po roce 2000 lišejníky začínají osidlovat i město Příbram a stále se šíří.
- Relativně čistá oblast, jejíž území je na většině rozlohy charakterizováno zónami 3 až 5, se nachází jižně a západně od hranice Strašice – Koruna – Tok – Obecnice – Bohutín – Třebsko.
- Při detailním profesionálním průzkumu lze očekávat nálezy dalších hlavně nenápadných a přehlížených taxonů.

Souhrn

V rámci dlouholeté studie byla sledována epifytická lichenoflóra na ploše 310 km² v území středních Brd a části Příbramského Podbrdská. Na 440 stromových lokalitách bylo nalezeno 78 taxonů, z toho čtyři v ČR ohrožené (EN) a 11 zranitelných (VU). Na základě indikačních druhů o různé citlivosti a počtu druhů na lokalitách bylo vytvořeno pět zón, které odpovídají různému vlivu znečištění ovzduší. Jako indikační druhy byly voleny druhy nenitrofilní (acidofilní) i nitrofilní.

V příspěvku jsou diskutovány i ostatní faktory ovlivňující výskyt lišejníků (nadmořská výška, klima, substrát, eutrofizace borky). Plošné rozložení zón ve zkoumané oblasti závisí nejvíce na znečištění ovzduší, částečně je ovlivněno eutrofizací a na některých menších plochách v údolích i příznivými vlhkostními poměry.

Na menším území v okolí města Příbrami, kde byly lokality opakovaně navštěvovány, byly popsány změny v kvalitě i kvantitě výskytu lišejníků v posledních 30 letech. Na základě změn diverzity lišejníků v čase byl zjištěn významný vliv znečištění ovzduší na jejich výskyt. Bylo zaznamenáno nové osidlování borky stromů po snížení koncentrací významných polutantů v ovzduší. Tomuto vývoji napomáhá i eutrofizace borky.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli při této práci jakýmkoliv způsobem nápomocni. Mé manželce Dagmar děkuji za podporu při sepisování této práce a terénním průzkumu. RNDr. Jiřímu Liškovi, CSc. děkuji za revizi mnoha sběrů ze zkoumané oblasti a RNDr. Štěpánce Slavíkové, PhD. za revizi některých sběrů a poskytnutí její diplomové práce. Paní Anně Bímové děkuji za zajištění povolení ke vstupu do vojenského újezdu Brdy při dlících průzkumech pro okresní úřad. Ing. Lubošovi Mandíkovi děkuji za ochotné zapůjčování binokulární lupy pro určování lišejníků.

Literatura

- Anděl P. (1976): Lišejníky a znečištěné ovzduší na Liberecku. – Ms., 142 pp. [Diplomová práce; depon. in: knihovna kat. bot. Přírodovědecké Fakulty UK, Praha.].
- Asta J., Erhardt W., Ferretti M., Fornasier F., Kirschbaum U., Nimis P. L., Purvis O. W., Pirintso S., Scheidegger C., van Haluwyn C. & Wirth V. (2002): Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. – In: Nimis P. L., Scheidegger C. & Wolseley P. A. [eds], *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*, pp. 273–279, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Bayerová Š. (1999): Lichenologická studie Brd. – Ms., 93 pp. + 88 pp. příl. [Diplomová práce; depon. in: knihovna kat. bot. Přírodovědecké Fakulty UK, Praha.].
- Čáka J. (1998): Střední Brdy – krajina neznámá. – Mladá Fronta, Praha, 158 pp.
- Černohorský Z. (1974): Znečištěné ovzduší a lišejníky. – *Vesmír* 53: 69–71.
- Dětinský R. (1996): Využití epifytických lišejníků pro bioindikaci znečištění ovzduší na Šumavě. – *Silva Gabreta* 1: 51–69.
- Dejmal I. (2000): Údolí Litavky jako jedinečný přírodní fenomén. – *Sborník sympozia Modelové území povodí Litavky, Příbram*: 36–40.
- Domin K. (1903): Brdy. Studie fytogeografická. – *Sborn. Čes. Společ. Zeměvěd.* 9: 129–315.
- Fatka O. (2005): Geologická stavba. – In: Cílek V. [ed.], *Střední Brdy*, pp. 30–44, Příbram.
- Hawksworth D. L. & Rose F. (1970): Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. – *Nature* 227: 145–148.
- Hilitzer A. (1924): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. – *Acta Bot. Bohem.* 3: 3–15.
- Hilitzer A. (1926): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series II. – *Acta Bot. Bohem.* 4–5: 42–51.
- Hilitzer A. (1929): Addenda ad lichenographiam Bohemiae. Series III. – *Acta Bot. Bohem.* 8: 104–118.
- Hofmann G. (1981): Staré železářství na Podbrdsku. – *Vlastiv. Sborn. Podbrdsku* 19: 9–26.
- Hoyer H. (1982): Klimatické poměry Rožmitálska. – *Vlastiv. Sborn. Podbrdsku* 22: 245–281.

- Hoyer H. (1992): Záznamy meteorologické stanice Rožmitál pod Třemšínem-škola. – Ms. [Depon in: Archiv meteorologické stanice Rožmitál pod Třemšínem.].
- Kopičková B. (1986): Kronika příbramských Kovohutí. – Kovohutě Příbram, 128 pp.
- Kunický Z. & Vurm K. (2011): 700 let hutnictví stříbra a olova na Příbramsku. – Kovohutě Příbram nástupnická a.s., Příbram, 213 pp.
- Leblanc F. & De Sloover, J. (1970): Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. – Can. J. Bot. 48: 1485–1496.
- Lisická E. (1994): Tri nové druhy v lichenoflóře Slovenskej a Českej republiky *Acrocordia cavata* SR, *Hypocenomyce caradocensis* (SR, ČR) a *Hypocenomyce leucococca* (SR). – Bryonora 13: 17–19.
- Liška J. (1978): Lišejníky a znečištěné ovzduší na Tábořsku. – Ms. [Diplomová práce, depon. in: knihovna kat. bot. Přírodovědecké Fakulty UK, Praha.]
- Liška J. (1990): The Mapping of Lichens in Bohemia: Aims, Problems and Present State. – Stuttgart. Beitr. Naturk., ser. A, 456: 43–52.
- Liška J. (1996): Rozšíření vybraných epifytických lišejníků v České republice ve vztahu ke kvalitě ovzduší a dalším faktorům. – Příroda, Praha, 5: 7–21.
- Liška J. (1997a): Počet bioindikačních druhů lišejníků jako měřítko kvality ovzduší. – Příroda, Praha, 10: 7–14.
- Liška J. (1997b): Zkušenosti z dlouhodobého monitorování vlivu znečištění ovzduší na lišejníky na Tábořsku. – Příroda, Praha, 11: 7–15.
- Liška J., Palice Z. & Dětinský R. (1998): Změny v rozšíření vzácných a ohrožených lišejníků v České republice I. – Příroda, Praha, 12: 131–144.
- Liška J. & Pišút I. (1995): Lišajníky. – In: Kotlaba F. [ed.], Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů SR a ČR. 4. díl. Sinice a riasy, huby, lišejníky, machorasty, pp. 120–156, Příroda, Bratislava.
- Liška J. & Palice Z. (2010): Červený seznam lišejníků České republiky (verze 1.1.). – Příroda, Praha, 29: 3–66.
- Liška J., Palice Z. & Slavíková Š. (2008): Check and Red List of lichens of the Czech Republic. – Preslia 80: 151–182.
- Los V. (1924): Lichenografický ráz Brd. – Mus. Spisy Mus. Rokycany 6: 1–20.
- Maloch F. (1913): Květena v Plzeňsku, I. díl: Soustavný výčet druhů a jejich nalezišť. – Plzeň, 316 pp.
- Mejstřík V. (1984): Lišejníky a znečištění ovzduší v okolí Příbrami. – Vlastiv. Sborn. Podbrdská 22: 207–236.
- Mejstřík V. (1993a): Lišejníky centrálních Brd, 2. část. – Ms., 46 pp. [Depon. in: Městský úřad Příbram.].
- Mejstřík V. (1993b): Lichenologický průzkum centrálních Brd. – In: Němec J. [red.], Příroda Brd a perspektivy její ochrany, pp. 45–46, Okr. úřad Příbram.
- Mejstřík V. (1994): Lišejníky centrálních Brd, 3. část. – Ms., 41 pp. [Depon. in: Městský úřad Příbram.].
- Mejstřík V. (1998a): Lišejníky centrálních Brd. – In: Němec J. [red.], Příroda Brd a perspektivy její ochrany, Příbram, pp. 33–34, Envi Typo Praha, Příbram.
- Mejstřík V. (1998b): Lišejníky ve středních Brdech. – In: Němec J. [red.], Příroda Brd a perspektivy její ochrany, Příbram, pp. 93–95, Envi Typo Praha, Příbram.

- Mejstřík V. (1999): Lišejníky okolí Padrťských rybníků v Brdech. – *Bryonora* 24: 22–27.
- Moldan B. (1990): Životní prostředí České republiky: vývoj a stav do konce roku 1989. – Academia, Praha, 281 pp.
- Němec L. (2005): Podnebí. – In: Cílek V. [ed.], *Střední Brdy*, pp. 88–93, Příbram.
- Palice Z. (1998): Lišejníky přirozených a polopřirozených lesních porostů na Šumavě: (1) Ždanidla. – *Silva Gabreta* 2: 53–58.
- Peksa O. (2003): Diverzita a ekologie lišejníků Povydrří. – Ms., 135 pp. + příl. [Diplomová práce, depon. in: knihovna kat. bot. Přírodovědecké Fakulty UK, Praha.].
- Petríček V. & Dejmal I. (1998): Sjednocení všech úrovní územního systému ekologické stability (ÚSES) v brdském bioregionu. – In: Němec J. [red.], *Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, pp. 56–63, Příbram.
- Pilous Z. (1935): Nové lokality horských lišejníků v Brdech. – *Čas. Nár. Mus., odd. přírod.*, 109: 123–124.
- Pišút I. (1976): Lišajníky. – In: Pišút I. et al., *Klúč na určovanie výtrusných rastlín. III. diel: Lišajníky, machorasty a papraďorasty*, Bratislava, 240 pp.
- Ranta P. (2001): Changes in urban lichen diversity after a fall in sulphur dioxide levels in the city of Tampere, SW Finland. – *Ann. Bot. Fenn.* 38: 295–304.
- Skalický V. (1988): Regionálně fytogeografické členění. – In: Hejný S. & Slavík B. [eds], *Květena České socialistické republiky 1*, pp. 103–121, Academia, Praha.
- Sofron J. (1981): Přirozené smrčiny západních a jihozápadních Čech. – *Stud. ČSAV* 1981/7: 1–127.
- Sofron J. (1984): Flora a vegetace sutí západního Podbrdská, Brd a Hřebenů. – *Vlastiv. Sborn. Podbrdská* 22: 157–183.
- Sofron J. (1998a): Několik poznámek k indikaci oreofytika Brd. – *Erica* 6: 29–38.
- Sofron J. (1998b): Stručný přehled aktuální vegetace centrálních Brd. – In: Němec J. [red.], *Příroda Brd a perspektivy její ochrany*, pp. 29–32, Příbram.
- Sofron J., Hlaváček R., Karlík P. & Nesvadbová J. (2005): Flora a vegetace. – In: Cílek V. [ed.], *Střední Brdy*, pp. 101–119, Příbram.
- Svoboda D. (2004): Český kras – stanovení úrovně znečištění prostředí pomocí lišejníků. – *Živa* 2004/3: 109–111.
- Svoboda D. (2007): Evaluation of the European method for mapping lichen diversity (LDV) as an indicator of environmental stress in the Czech Republic. – *Biologia* 62/4: 424–431.
- Svoboda D., Peksa O. & Veselá J. (2011): Analysis of the species composition of epiphytic lichens in Central European oak forests. – *Preslia* 83: 129–144.
- Tesařová J. et al. (2005): Stav životního prostředí v jednotlivých krajích České republiky v roce 2004. – Ministerstvo životního prostředí.
- Vězda A. & Liška J. (1999): Katalog lišejníků České republiky. – Institute of Botany Academy of Sciences of the Czech Republic, Praha, 283 pp.
- Vurm K. (2000): Spolupráce s Univerzitou Karlovou a Université d'Orléans. – *Plumbum Kovohutě Příbram, nástupnická a.s.* 3/12: 6.
- Wagner B. (2008): Epifytické lišejníky města Litoměřice. – *Severočes. Přír.* 39: 125–133.
- Wirth V. (1991): Zeigerwerte von Flechten. – In: Ellenberg H. et al., *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (Scripta Geobotanica vol. 18)*, pp. 215–237, E. Goltze KG, Göttingen.

Tab. 2. Seznam zaznamenaných taxonů lišejníků a jejich charakteristiky. Údaje v tabulce se vztahují k časovému období let 2005–2009.

Vysvětlivky: počet lokalit výskytu (n); frekvence výskytu v procentech lokalit (f); počet kvadrantů, ve kterých se daný taxon vyskytuje (nq); rozpětí nadmořské výšky výskytu (nv); stupeň ohrožení sensu Liška & Palice (2010), zvýrazněny jsou ohrožené a zranitelné druhy. Tučným písmem je vyznačena frekvence výskytu nad 10 %, hvězdičkou u názvu druh nitrofilní. Substráty: Aa – *Abies alba*, Ag – *Alnus glutinosa*, Apl – *Acer platanoides*, Aps – *Acer pseudoplatanus*, Ah – *Aesculus hippocastanum*, Bpe – *Betula pendula*, Bpu – *Betula pubescens*, Ce – *Cerasus avium*, Fs – *Fagus sylvatica*, Fx – *Fraxinus excelsior*, Ju – *Juglans regia*, Ld – *Larix decidua*, Md – *Malus domestica*, Pi – *Populus italica*, Pn – *Populus nigra* a *Populus × canadensis*, Pt – *Populus tremula*, Pia – *Picea abies*, Pis – *Pinus sylvestris*, Py – *Pyrus communis*, Qp – *Quercus petraea*, Qr – *Quercus robur*, Sf – *Salix fragilis*, Ssp – *Salix* sp., Soa – *Sorbus aucuparia*, Ti – *Tilia cordata* a *Tilia platyphyllos*, případně *T. cordata* × *T. platyphyllos*.

č.	taxon	n	f [%]	nq	nv [m n. m.]	ohro- žení	substrát
1	<i>Amandinea punctata</i> *	42	9,55	12	400–795	LC	Ah, Apl, Aps, Ce, Fs, Fx, Pi, Pn, Pt, Qp, Qr, Sf, Ti
2	<i>Bryoria</i> sp.	48	10,91	10	530–840	VU	Aa, Bpe, Bpu, Ce, Fx, Ld, Pn, Pt, Qr, Qp, Ti
3	<i>Calicium adspersum</i>	2	0,45	2	560–650	EN	Qr, Qp
4	<i>Calicium glaucellum</i>	1	0,23	1	560	NT	Qp
5	<i>Calicium salicinum</i>	1	0,23	1	720	VU	Qp
6	<i>Candelaria concolor</i> *	3	0,68	2	520–605	NT	Apl, Fx, Md, Ti
7	<i>Candelariella vitellina</i> *	12	2,73	6	480–650	LC	Apl, Fs, Fx, Pn, Pi, Qp, Ti
8	<i>Candelariella xanthostigma</i> *	5	0,91	5	510–620	LC	Fx
9	<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	1	0,23	1	580	NT	Fx
10	<i>Chaenotheca ferruginea</i>	5	1,14	5	560–685	LC	Aps, Pia, Qp, Qr
11	<i>Chaenotheca trichialis</i>	1	0,23	1	560	NT	Qp
12	<i>Chaenotheca</i> sp.	4	0,91	2	580–660	–	Aps, Qr
13	<i>Cladonia chlorophaea</i> agg.	12	2,73	7	605–843	LC	Bpe, Ld, Qp, Qr
14	<i>Cladonia coniocraea</i>	111	25,23	13	475–861	LC	Ag, Apl, Aps, Bpe, Bpu, Fs, Fx, Ld, Pia, Pis, Pt, Qp, Qr, Ti
15	<i>Cladonia deformis</i>	1	0,23	1	735	NT	Bpu
16	<i>Cladonia digitata</i>	51	11,59	11	573–863	LC	Aa, Ag, Bpe, Bpu, Fs, Ld, Pia, Qp, Qr

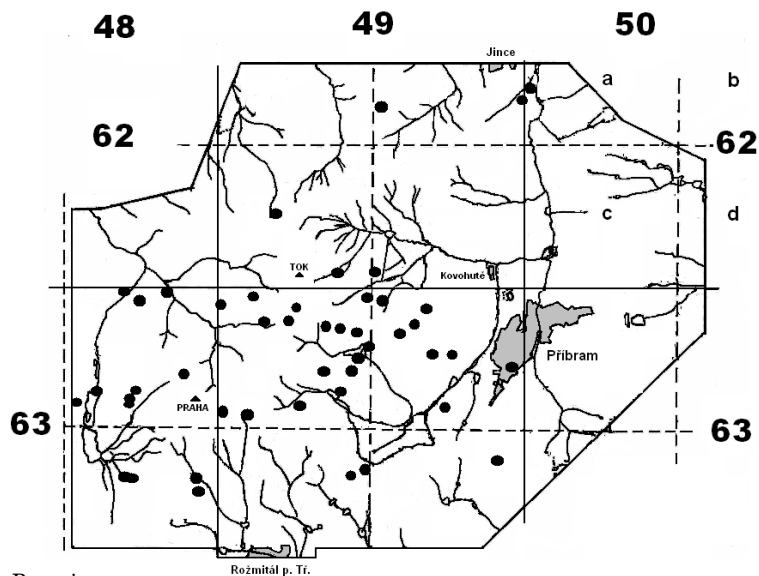
č.	taxon	n	f [%]	nq	nv [m n. m.]	ohro- žení	substrát
17	<i>Cladonia fimbriata</i>	2	0,45	2	607–610	LC	Fx, Qr;
18	<i>Cladonia macilenta</i>	6	1,36	3	660–810	LC	Bpe, Bpu, Qr
19	<i>Cladonia pyxidata</i>	2	0,45	2	580–790	LC	Bpu, Qr
20	<i>Cladonia squamosa</i>	1	0,23	1	815	LC	Bpe
21	<i>Evernia prunastri</i>	28	6,36	12	490–695	NT	Ah, Ag, Apl, Aps, Fx, Pn, Pt, Qp, Qr, Ssp
22	<i>Hypocenomyce caradocensis</i>	2	0,45	2	632–720	LC	Ld, Qp
23	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	119	27,05	15	520–845	LC	Aa, Apl, Aps, Bpe, Bpu, Ce, Fs, Fx, Ld, Md, Pia, Py, Qp, Qr, Soa, Ti;
24	<i>Hypogymnia physodes</i>	348	79,09	15	430–863	LC	Aa, Apl, Aps, Ag, Bpe, Bpu, Ce, Fs, Fx, Ju, Ld, Md, Pis, Pi, Pn, Pt, Py, Qp, Qr, Sf, Ssp, Soa, Ti
25	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	8	1,82	3	580–825	NT	Aps, Bpe, Ce, Fex, Ld, Qr
26	<i>Lecanora carpinea</i>	2	0,45	2	685–695	NT	Aps, Pt
27	<i>Lecanora chlarotera</i>	3	0,68	3	540–685	LC	Aps, Pc, Pt
28	<i>Lecanora conizaeoides</i>	402	91,36	15	400–863	LC	Aa, Ah, Apl, Aps, Ag, Bpe, Bpu, C, Ce, Fs, Fx, Ld, Md, Pia, Pis, Pi, PnPt, Py, Qp, Qr, Sf, Ssp, Soa, Ti
29	<i>Lecanora expallens</i>	12	2,73	7	580–790	LC	Apl, Aps, Bpu, Qr
30	<i>Lecanora hagenii</i> *	2	0,45	2	600–635	NT	Aps, Saf
31	<i>Lecanora pulicaris</i>	3	0,68	2	575–685	LC	Aps, Pt
32	<i>Lecanora saligna</i>	1	0,23	1	580	LC	Fx
33	<i>Lecanora subfusca</i> agg.	38	8,64	11	450–795	-	Ah, Ag, Apl, Aps, Ce, Fs, Fx, Pi, Pn, Pt, Qp, Qr, Soa, Ti
34	<i>Lecanora symmicta</i>	1	0,23	1	650	NT	Fs
35	<i>Lecanora umbrina</i>	2	0,45	1	450–605	-	Apl, Pc
36	<i>Lecanora varia</i>	5	1,14	4	520–630	VU	Apl, Fx, Py
37	<i>Lepraria</i> sp.	182	41,36	15	400–840	-	Ah, Apl, Aps, Ag, Bpe, Bpu, Ce, Fs, Fx, Pia, Pi, Pt, Qp, Qr, Sf, Soa, Ti

č.	taxon	n	f [%]	nq	nv [m n. m.]	ohro- žení	substrát
38	<i>Macentina abscondita</i>	1	0,23	1	700	-	Aps, Fx
39	<i>Melanelixia fuliginosa</i>	12	2,73	8	525–685	LC	Ah, Apl, Aps, Fex, Md, Qr, Sf, Ti
40	<i>Melanohalea exasperatula</i> *	12	2,73	7	500–720	LC	Apl, Aps, Fx, Qr, Sf
41	<i>Ochrolechia microstictoides</i>	1	0,23	1	580	VU	Fx
42	<i>Ochrolechia turneri</i>	1	0,23	1	560	VU	Qp
43	<i>Parmelia saxatilis</i>	41	9,32	11	475–795	LC	Ah, Apl, Aps, Bpe, Bpu, Fs, Fx, Qp, Qr, Pt, Ti
44	<i>Parmelia sulcata</i> *	111	25,23	14	400–750	LC	Ah, Ag, Apl, Aps, Bpe, Bpu, Ce, Fx, Fs, Ju, Md, Pi, Pn, Pt, Py, Qp, Qr, Sc, Sf, Ti
45	<i>Parmelina tiliacea</i> *	5	1,14	4	520–695	NT	Apl, Pt, Qr, Ti
46	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	103	23,41	13	450–863	LC	Aa, Ah, Apl, Aps, Bpe, Bpu, Ce, Fx, Fs, Ld, Pia, Pt, Qp, Qr, Soa, Ti
47	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	4	0,91	3	700–825	NT	Bpe, Bpu
48	<i>Pertusaria albescens</i> *	8	1,82	5	520–695	NT	Apl, Aps, Bpe, Fx, Qr, Ti
49	<i>Pertusaria amara</i>	10	2,27	7	560–770	NT	Fs, Fx, Qp, Qr
50	<i>Pertusaria coccodes</i>	1	0,23	1	580	VU	Fx
51	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> *	19	4,32	8	490–635	LC	Ah, Apl, Aps, Fx, Ju, Pi, Pn, Pt, Sf, Ssp, Ti
52	<i>Phlyctis argena</i>	8	1,82	5	520–750	LC	Apl, Aps, Fs, Fx, Qp
53	<i>Physcia adscendens</i> *	35	7,95	9	430–685	LC	Ag, Apl, Aps, Fx, Ju, Pc, Qr, Sf, Ti
54	<i>Physcia dubia</i> *	80	18,18	9	430–700	LC	Ah, Apl, Aps, Ce, Fs, Fx, Ju, Pi, Pn, Pt, Qp, Qr, Sf, Ssp, Ti
55	<i>Physcia stellaris</i> *	1	0,23	1	490	LC	Fx
56	<i>Physcia tenella</i> *	13	2,96	5	460–685	LC	Apl, Aps, Fx, Pi, Pn, Sf
57	<i>Physconia distorta</i> *	2	0,46	2	530–555	VU	Aps, Ti
58	<i>Physconia enteroxantha</i> *	6	1,37	3	550–695	NT	Apl, Aps, Fx, Qr
59	<i>Physconia grisea</i> *	1	0,23	1	525	LC	Pi

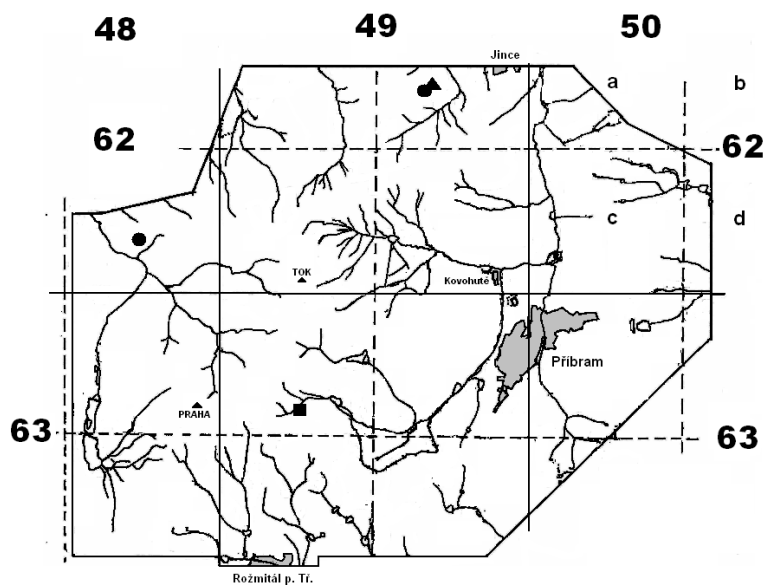
č.	taxon	n	f [%]	nq	nv [m n. m.]	ohro- žení	substrát
60	<i>Platismatia glauca</i>	89	19,55	12	550–840	NT	Ag, Apl, Aps, Bpe, Bpu, Ce, Fx, Fs, Ld, Qp, Qr, Sf, Ti
61	<i>Pleurosticta acetabulum</i> *	9	2,05	4	520–695	VU	Apl, Aps, Fx, Qr, Ti
62	<i>Protoparmeliopsis muralis</i> *	2	0,46	1	520–545	LC	Pc, Ti
63	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	68	15,45	13	485–863	NT	Aa, Ag, Apl, Aps, Bpe, Ce, Fx, Fs, Ld, Qp, Qr, Sf, Ti
64	<i>Ramalina farinacea</i>	5	1,14	3	580–695	VU	Aps, Fx, Pt, Qr
65	<i>Ramalina fastigiata</i>	5	1,14	4	530–695	EN	Aps, Apl, Fx, Pt
66	<i>Ramalina fraxinea</i>	5	1,14	3	520–695	EN	Apl, Aps, Pt, Qr, Ti
67	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	27	6,14	8	450–770	LC	Apl, Aps, Bpe, Bpu, Ce, Fx, Ld, Pi, Pn, Pia, Pt, Qp, Qr, Sf, Ssp, Ti
68	<i>Strangospora pinicola</i>	1	0,23	1	580	NT	Fx
69	<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	2	0,45	1	695–750	LC	Bpe, Ce
70	<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	43	9,77	12	480–861	NT	Aa, Apl, Bpe, Bpu, Ce, Fx, Pia, Pt, Qp, Qr, Ti
71	<i>Usnea</i> sp. div. (celkem, tj. včetně níže uvedených druhů)	47	10,68	12	495–795	-	Apl, Aps, Bpe, Bpu, Ce, Fx, Pn, Pt, Qp, Qr, Sf, Ssp, Ti
72	<i>Usnea filipendula</i>	1				VU	Bpe
73	<i>Usnea hirta</i>	2				VU	Fx, Qr
74	<i>Usnea subfloridana</i>	1				EN	Fx
75	<i>Vulpicida pinastri</i>	23	5,23	8	500–850	NT	Aps, Bpe, Bpu, Ld, Pia, Pt, Qp, Qr
76	<i>Xanthoria candelaria</i> *	36	8,18	10	490–795	LC	Ah, Apl, Aps, Ce, Fx, Md, Pn, Qp, Qr, Soa, Ti
77	<i>Xanthoria parietina</i> *	33	7,50	10	475–640	LC	Apl, Aps, Ce, Fx, Pi, Pn, Pt, Qr, Sf, Ssp, Ti
78	<i>Xanthoria polycarpa</i> *	14	3,18	6	470–695	NT	Aps, Fx, Pi, Pn, Pt, Qr, Sf, Ti

Mapy rozšíření vybraných taxonů lišejníků

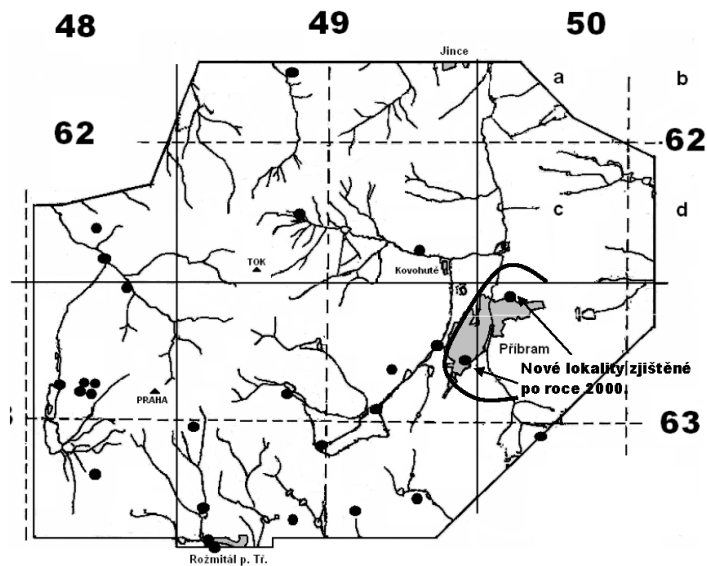
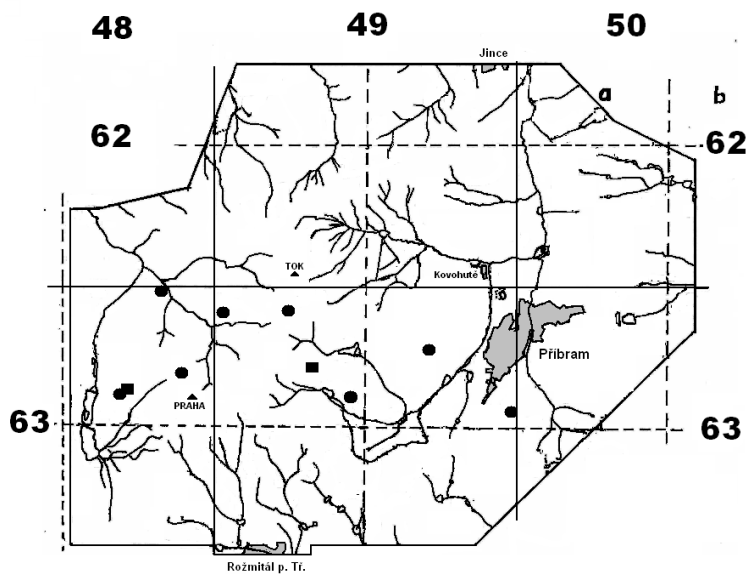
Do map byly zvoleny druhy lišejníků tak, aby zde byly vymapovány hlavně taxony středně a více citlivé na znečištění ovzduší či jiné vlivy člověka. Dále byly zvoleny druhy charakteristické pro vyšší až horské polohy.

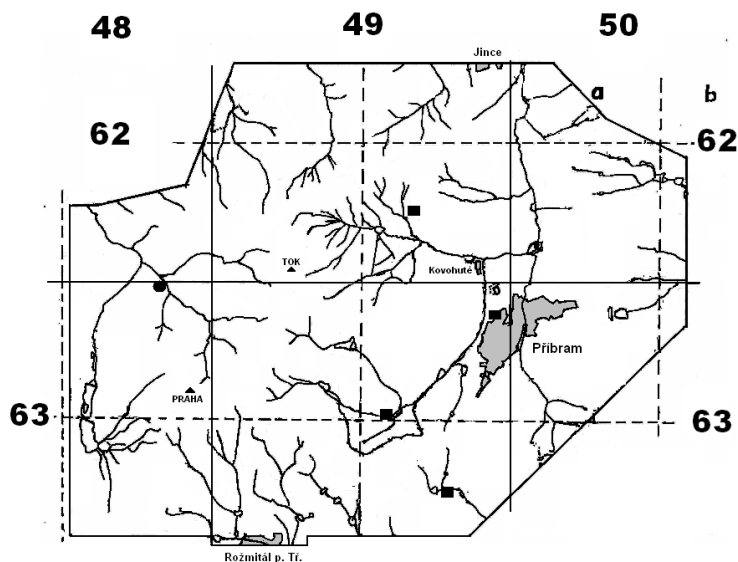


Obr. 4. *Bryoria* sp.

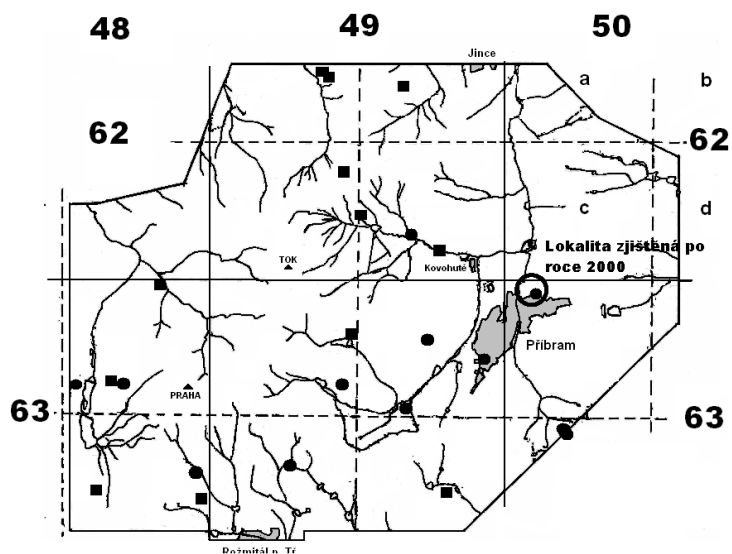


Obr. 5. ● *Calicium adspersum*, ■ *C. salicinum*, ▲ *C. glaucellum*.

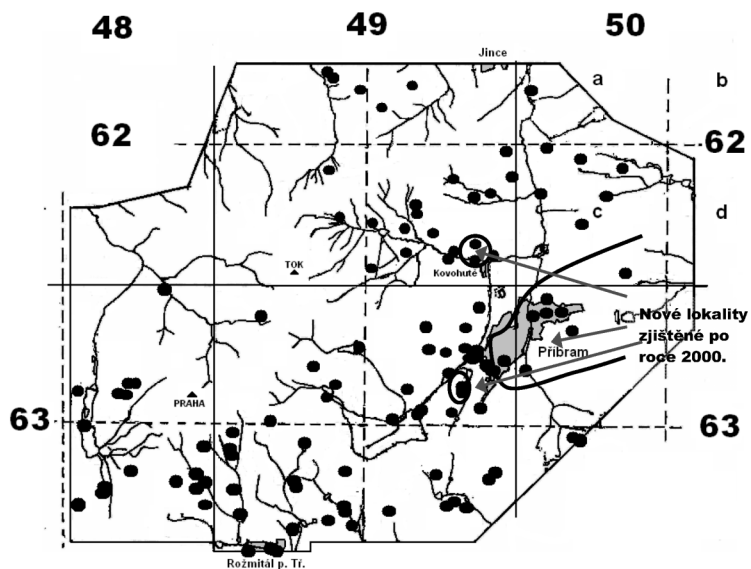
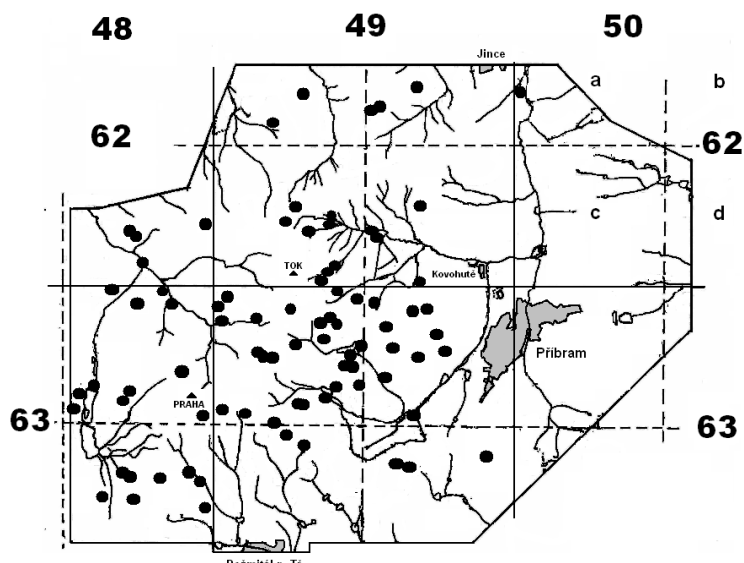
Obr. 6. *Evernia prunastri*.Obr. 7. ● *Hypogymnia tubulosa*, ■ *Lecanora carpineae*.

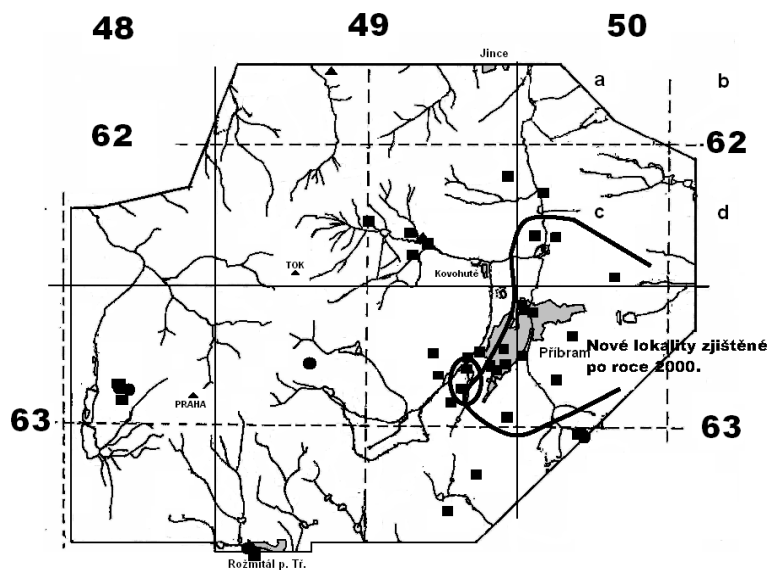


Obr. 8. ● *Lecanora saligna*, ■ *Lecanora varia*.

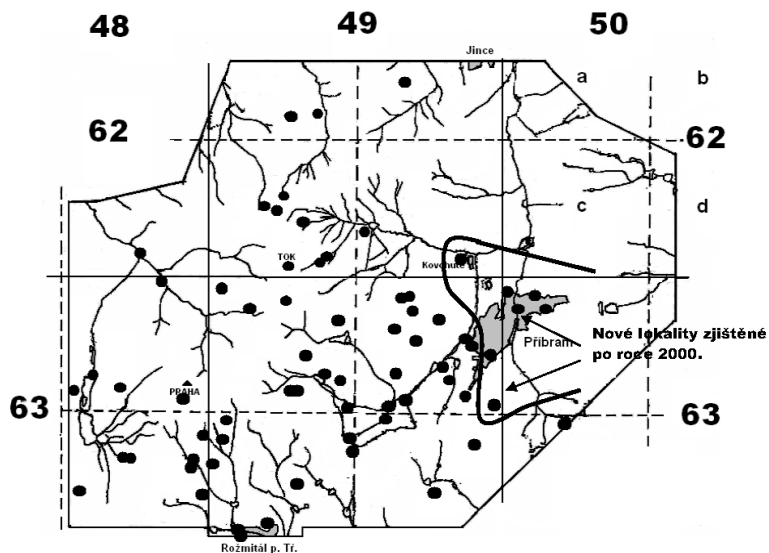


Obr. 9. ● *Melanohalea exasperatula*, ■ *Melanelixia fuliginosa*.

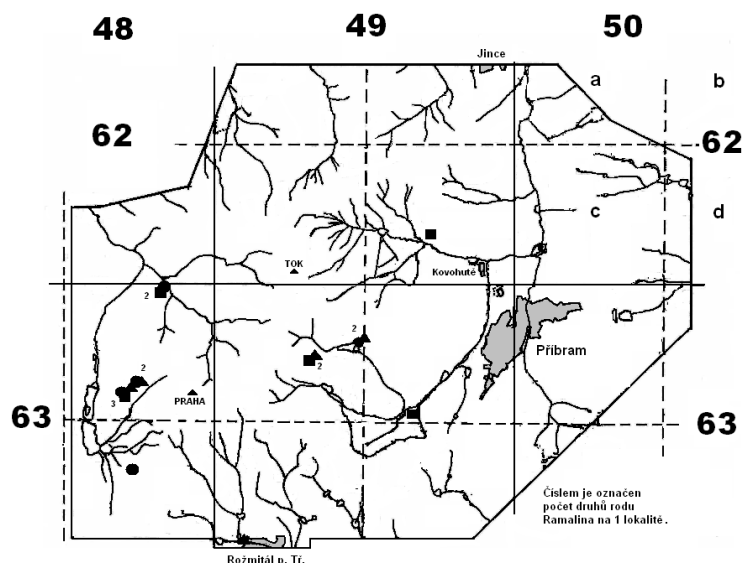
Obr. 10. *Parmelia sulcata*.Obr. 11. *Platismatia glauca*.



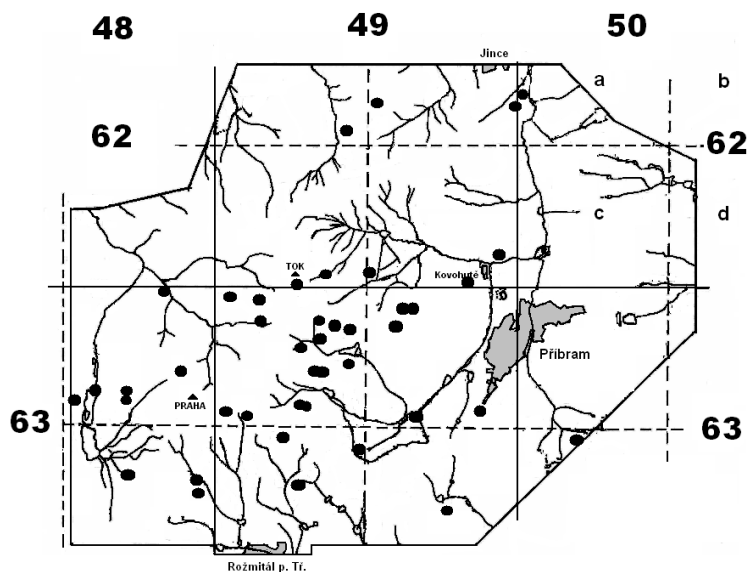
Obr. 12. ● *Parmelina tiliacea*, ■ *Physcia adscendens*, ▲ *Physconia distorta*.



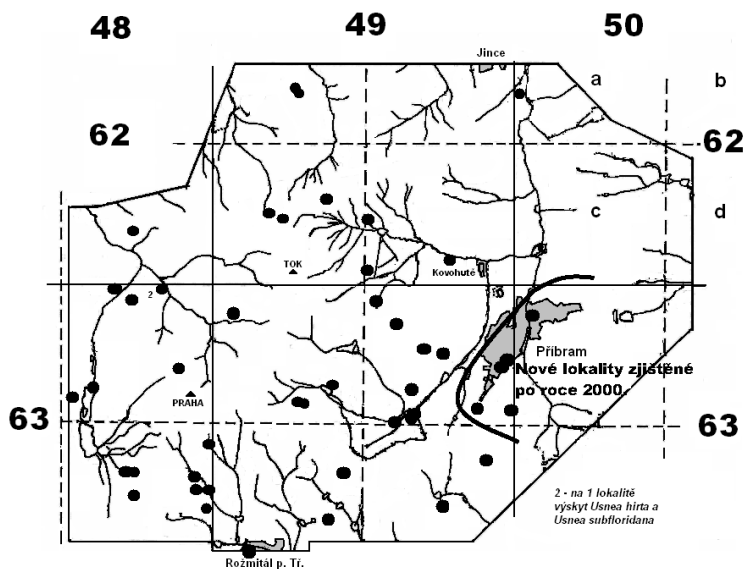
Obr. 13. *Pseudevernia furfuracea*.



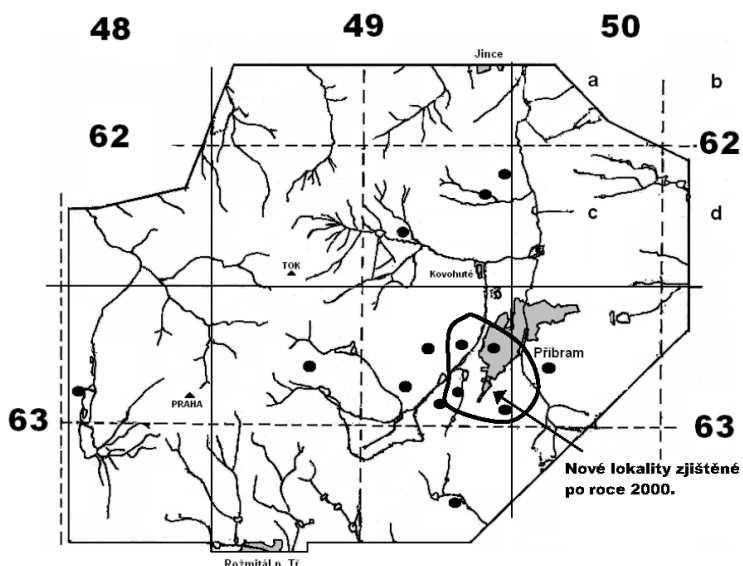
Obr. 14. ● *Ramalina farinacea*, ■ *R. fastigiata*, ▲ *R. fraxinea*.



Obr. 15. *Tuckermannopsis chlorophylla*.



Obr. 16. *Usnea* sp.



Obr. 17. *Xanthoria polycarpa*.